

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi



Baskı:

Türkiye’de Hayvansal Atıkların Biyogaz Yoluyla Kaynak Verimliliği Esasında ve İklim Dostu Kullanımı Projesi

(Türk-Alman Biyogaz Projesi)

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Ehlibeyt Mah. Ceyhun Atf Kansu Cad. 1

271. Sok. No:13 K.3 06520 Balgat, Ankara, Türkiye

Tel: +90 312 586 35 75 - +90 312 466 70 56

E biogas-tr@giz.de

I www.biyogaz.web.tr

Tarih:

Aralık, 2011

Yazar:

DBFZ - Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Çeviri:

Funda Cansu Ertem

İçerik

Kısaltmalar.....	1
1. Giriş	2
1.1. Arkaplan.....	2
1.2. Amaç.....	2
2. Türkiye'deki Mevcut Biyogaz Tesislerine Genel Bakış.....	3
3. Türkiye'deki Enerji Politikaları.....	5
3.1. Enerjiye Yönelik Mevcut Durum	7
3.2. Politik Strateji.....	11
3.3. Yasal Çerçeve	13
3.3.1. Yenilenebilir Enerji Kanunu	13
3.3.2. Atık Yönetmelikleri.....	15
3.3.3. Gübre Yönetmelikleri	17
3.3.4. İnsan Tüketimi İçin Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünlere Dair Yönetmelik	18
3.3.5. Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması	18
3.3.6. Biyogaz Uygulamalarına Yönelik Eksik Yönetmelikler	20
4. Biyogaz Potansiyel Analizi.....	21
4.1. Yöntem	21
4.2. Veri Toplama / Veri tabanı	23
4.2.1. Hayvansal Veriler.....	23
4.2.2. Tarımsal Veriler	23
4.2.3. Tarım-Sanayi Verileri.....	24
4.2.4. Belediyeler.....	24
4.3. Biyogaz Potansiyel Hesaplamaları ve Sonuçları	24
4.3.1. Hayvan Artıkları	24
4.3.2. Tarımsal Artıklar	36
4.3.3. Nadas Arazilerindeki Enerji Bitkileri.....	47
4.3.4. Tarım-Sanayi Atıkları.....	48
4.3.5. Belediye Atıkları.....	63
4.4. Biyogaz Potansiyel Analizi Özeti	65

4.5.	Diğer Biyogaz Çalışmaları	71
4.5.1.	Sonuçların Karşılaştırılması.....	71
4.5.2.	Biyogaz Potansiyel Çalışmaları	72
5.	Aktör Analizi.....	73
6.	GAP Analizi.....	76
7.	Sonuçlar.....	78
	Kaynaklar.....	82
	Şekiller	87
	Tablolar.....	89
	Ekler.....	91

Kısaltmalar

KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
da	Dekar
KM	Kuru Madde
oKM	Organik Kuru Madde
DSİ	Devlet Su İşleri
ELD	Avrupa Depolama Direktifi
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
TM	Taze Materyal
kWsa	Kilowatt saat
meq	miliekivalent
MMT	Milyon Metrik Ton
MT	Milyon Ton
Mtep	Milyon Ton eşdeğer petrol
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
PJ	Peta Jul
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
t	Ton
TEP	Ton eşdeğer petrol
TJ	Tera Jul
TL	Türk Lirası
TUBITAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Merkezi
TÜİK	Türk İstatistik Kurumu
TURKVET	Veteriner Bilgi Sistemi
UKM	Uçucu Katı Madde
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
ICI	Uluslararası İklim Girişimi
BMU	Almanya Federal Çevre, Doğa Koruma ve Reaktör Güvenliği Bakanlığı

1. Giriş

1.1. Arkaplan

Türk-Alman Biyogaz Projesi, Türkiye Cumhuriyeti ve Alman Federal Cumhuriyeti arasında imzalanmış işbirliği anlaşması kapsamında, GIZ tarafından yürütülmekte olan yardımcı bir projedir. Projenin yararlanıcısı ve ortağı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'dır (ÇŞB).

Diğer adı "Türkiye'de hayvansal atıkların biyogaz yoluyla kaynak verimliliği esasında ve iklim dostu kullanımı" olan GIZ Projesinin genel hedefi, tarımsal (örn. Sığır yetiştiriciliği) ve organik atıklardan (örn. tarım sanayi) sürdürülebilir biyogaz üretimi konseptini geliştirmek, organik/doğal gübreyi tanıtmak ve neticesinde karbon emisyon değerlerinde düşüş sağlamaktır. Proje (2010-2014), Uluslararası İklim Girişimi (ICI) kapsamında, Almanya Federal Çevre, Doğa Koruma ve Reaktör Güvenliği Bakanlığı (BMU) tarafından görevlendirilmiştir.

Dahası, ana amaç, seçilen pilot bölgenin biyogaz üretim kapasitesini tanımlamak ve ülkedeki yatırımcılar için, işletmelerin Alman yüksek kalitesi ve biyogaz bütünsellik kavramı ile Alman teknolojisi ile rekabet edebilecekleri pratik çevresel işletim şartlarını belirlemektir.

Bu nedenle, mevcut durum, var olan bilgi, eğitim, yasal çerçeve ve Türkiye'deki biyogaz uygulama potansiyeli hakkında açık ve net genel bilgi alabilmek önemlidir.

1.2. Amaç

GIZ tarafından gelen istek üzerine, DBFZ, Türkiye'nin biyogaz potansiyeli üzerine çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın amaçları arasında farklı sektörlerin (tarımsal atıklar, hayvansal atıklar ve tarım-sanayi atıkları) biyogaz potansiyelinin, ilçe ve ülke bazında brüt araştırılması olduğu gibi ülke bazında toplam brüt potansiyel analizi ve enerjinin dağılımı da bulunmaktadır. Kullanımda olmayan fazla tarım arazilerinin mevcudiyeti ve bu arazilerden enerji bitkileri üretimi ile elde edilebilecek biyogaz da bu çalışmaya dahil edilmiştir. Son olarak, çalışmada yüksek biyogaz potansiyeline sahip bölgeler tespit edilmiştir. Tespit edilmiş bu bölgeler içerisinde yer alan ilçeler, Türkiye'deki gelecek biyogaz yatırımları için oldukça caziptir.

Aşağıda listelenmiş başlıklar, çalışmanın ana hatlarını oluşturmaktadır:

- 1) Türkiye'deki biyogaz tesislerine genel bakış (mevcut durum),
- 2) Mevcut yasal çerçeve,
- 3) Biyogaz potansiyel analizi (varsayımlar, hesaplama ve sonuçlar),
- 4) Diğer biyogaz çalışmalarına genel bakış (sonuçların karşılaştırılması, biyogaz potansiyeli çalışmaları),
- 5) Aktör Analizi (Biyogaz sektörü için önem teşkil eden paydaşlar),
- 6) GAP Analizi ve
- 7) Sonuçlar.



2. Türkiye'deki Mevcut Biyogaz Tesislerine Genel Bakış

Türkiye, sadece hayvan atıkları ile çalışabilecek, 2.000 adet biyogaz tesisi kapasitesine sahiptir (IEA Bioenergy Task 37, 2011). Fakat, şu anda ülkede 36'sı çalışmakta olan toplam 85 biyogaz tesisi bulunmaktadır (Şekil 2).

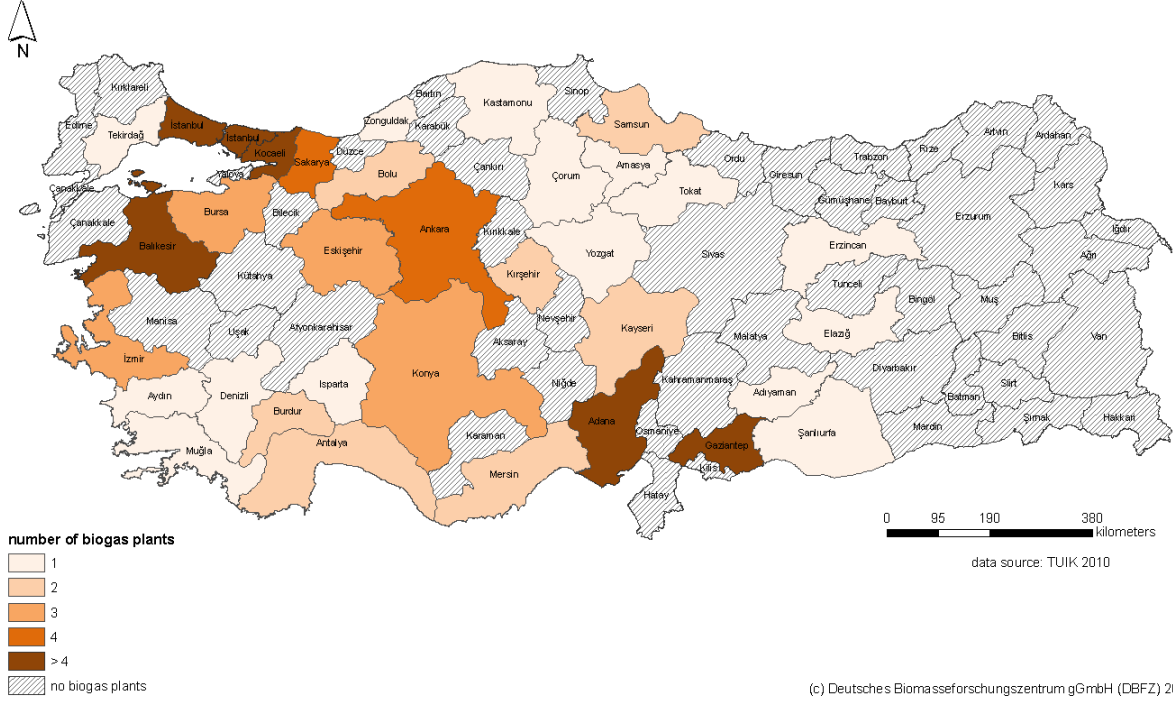
Çoğu biyogaz tesisi belediye veya sanayi bünyesinde (çöp gazı veya atıksu arıtma tesisi) ve genellikle Türkiye'nin batısında konumlanmıştır (özellikle İstanbul, Kocaeli) (Şekil 3). Tarım sektörü içerisinde var olan tesislerin sayısını tam olarak tespit etmek ne yazık ki mümkün olamamıştır.

Tablo 1 ve Şekil 1'de, tarım, belediye ve sanayi bünyesinde çalışmakta olan biyogaz tesislerinin sayıları ve kapasiteleri hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Tablo 1: Sektörlere göre biyogaz tesislerinin dağılımı, durumları ve toplam kurulum kapasiteleri.

	İşletme halindeki tesisler	İşletmedeki kapasite [MW]	Planlamadaki tesisler	Planlamadaki tesis kapasitesi [MW]	Toplam biyogaz tesisleri	Toplam kapasite [MW]
Tarım (hayvansal atıklar, bitkiler)	2	0,68	12	11,99	14	12,58
Gıda sanayi (atıksu, organik atık)	17	13,68	2	3,88	19	17,56
Belediye (çöpgazı, atıksu)	17	96,98	12	34,72	29	131,70
Belediye (çöpgazı)	13	93,04	9	32,03	22	125,08
Belediye (atıksu)	4	3,94	3	2,69	7	6,62
Sınıflandırılmamış	0	0	23	61,16	23	61,16
Toplam	36	111,23	49	111,76	85	222,99

Şekil 2 (işletmedeki tesisler) ve Şekil 3 (planlamada olan ve işletmede olan tesisler) Türkiye'deki biyogaz tesislerinin dağılımını göstermektedir.



Şekil 3: Türkiye'deki biyogaz tesis sayıları (durum: işletmede ve planlamada).

Türkiye'de hala gaz arıtma tesisi bulunmamaktadır. Üretilen biyogaz, gaz motorlarında kullanılmak üzere, yalnızca hidrojen sülfid ve kondensattan ayrılmaktadır. Pek çok biyogaz tesisi EPDK'dan sertifika/lisans almak için beklerken veya, yalnızca çok azı işletim halindedir. Çünkü, anaerobik çürütme tesisi izni almak; uygulama, inceleme ve değerlendirme, onay, ruhsat verilmiş gibi pek çok adımı içerdiğinden yaklaşık 150-180 gün arası sürmektedir.

İşletmede olan pek çok biyogaz tesisi, Gaziantep, İstanbul ve Kocaeli illeri civarında konumlanmıştır. (Şekil 2). Türkiye'de özellikle belediyeler yüksek kapasiteli biyogaz tesisleri kurma konusunda daha ilgilidir. (Şekil 1). Şebeke bağlantı uygulamalarına (elektrik, gaz, boru hattı) dair mevcut durum ise hala net değildir. Biyogaz tesislerinden çıkan katı ürünün (digestate), özelliklerine ve kullanım yöntemlerine dair hiç bir yönetmeliğin olmaması da diğer bir sorunu teşkil etmektedir (IEA Bioenergy Task 37, 2011).

3. Türkiye'deki Enerji Politikaları

Türkiye'nin enerji ihtiyacı, demografik ve ekonomik büyüme nedeniyle hızla artmaktadır [58, 59, 60]. Türkiye, ağırlıklı olarak ithal edilmiş, pahalı enerji kaynaklarına bağımlı bir enerji piyasasına sahiptir [58]. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin genel tartışmalar, YEK'in Türkiye'nin enerji ihtiyacını ekonomik olarak pozitif yönden karşılayıp karşılamayacağı ve fosil yakıt kullanımından kaynaklı çevre kirliliğinin (örn. hava kirliliği) çözümüne ne derece katkı sağlayabileceği üzerinedir. Bu tartışmalara istinaden açıkça söylenebilir ki, YEK uygulamaları, Türkiye için verimli, temiz ve sürdürülebilir enerji kalkınması için en güçlü anahtardır [58]. Sanayi kuruluşları ve düzenleme kurulları

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

arasındaki ana tartışma konularını hava kirliliği ve enerji tüketimi oluşturmaktadır (EPDK ve bakanlıklar) [58]. Dahası, özellikle Avrupa Birliği'nden gelen uluslararası politik baskı, Türkiye'yi çevre ve enerji politikalarını geliştirme konusunda zorlamaktadır [58].

Türkiye'nin enerji politikasından sorumlu ana kurum Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığıdır. Fakat, bunun yanısıra Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı sorumluluğu altında çalışan pek çok devlet kuruluşu da bulunmaktadır (Tablo 2). Ayrıca, enerji politikalarından çeşitli açılardan sorumlu devlete bağlı olmayan kuruluşlar da vardır (Tablo 3).

Tablo 2: Türk enerji politikalarından sorumlu ana devlet kurum ve kuruluşları. Kaynak: [57].

Kurum Adı	Sorumluluğu altında olduğu kurum:
DPT, Devlet Planlama Teşkilatı	Başbakanlık
TUBITAK, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu	Başbakanlık
Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Kurulu	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Enerji İşleri Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Maden İşleri Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Petrol İşleri Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TEUAS, Türk Elektrik Üretim A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TEİAŞ, Türk Elektrik İletim A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TEDAŞ, Türk Elektrik Dağıtım A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TETAŞ, Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
DSİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TPAO, Türk Petrol Anonim Şirketi	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
BOTAS, Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TKİ, Türk Kömür İşletmeleri	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TTK, Türk Taşkömürü Kurulu	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Tablo 3: Enerji politikalarından çeşitli açılardan sorumlu kuruluşlar. Kaynak: [57].

Düzenleme veya kanun kategorisi	Dahil olan kurum ya da kuruluşlar
Enerji politikası ve/veya düzenlemesi	Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu
Nükleer Güç	Türk Atom Enerjisi Kurumu (devlet kuruluşu)
Enerji verimliliği	TUBITAK MAM EnerjiEnstitüsü (devlet kuruluşu) Çeşitli Üniversiteler (raporlar, sunumlar ve kurslar)
Enerji standartları	TSE, Türk Standartları Enstitüsü, IEC, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
ARGE	Enerji Sistemleri Çevre, Araştırma Enstitüsü / TUBITAK Marmara Araştırma Merkezi
Yenilenebilir Enerji	Temiz Enerji Vakfı, Türk Rüzgar Enerjisi Birliği, Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu Türk Bölümü, Jeotermal Enerji Derneği

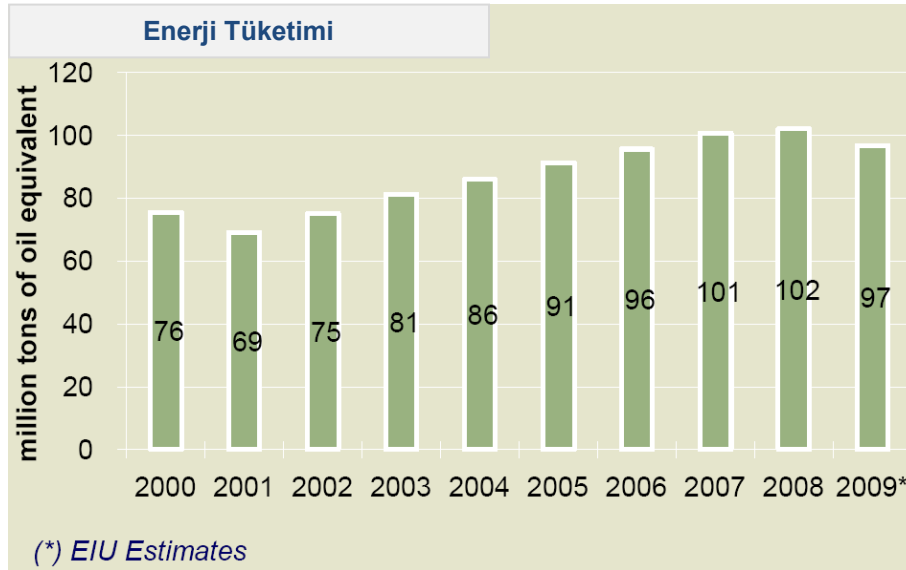


Ancak, şimdiye kadar biyokütleden sorumlu ve biyogazın kullanımını bir şekilde politikalarla destekleyebilecek bir kurum oluşturulmamıştır. Dahası, Türkiye'nin biyogaz yatırımlarından sorumlu tek derneğin şu an için politika yaptırım gücü de bulunmamaktadır. Bu nedenle açıkça söylenebilir ki, Türkiye'nin uzun dönemli, biyogaz politika ve teknolojilerine dair strateji planı eksiktir.

3.1. Enerjiye Yönelik Mevcut Durum

Türkiye şu an yüksek YEK potansiyeline sahiptir [58]. Son yıllarda YEK kullanımı artmış olmasına karşın, kullanım oranı hala düşük seviyelerdedir. Farklı çalışmalar, Türkiye'deki en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarının rüzgar, güneş ve jeotermal olduğuna dikkati çekmektedir. Buna karşın Türkiye'nin yüksek biyokütle yani biyogaz potansiyeli de vardır ve bu potansiyel şu an için değerlendirilmemektedir.

Türkiye'nin enerji tüketimi, enerji üretiminden daha hızlı olarak, giderek artmaktadır ve bu durum ülkeyi enerji ithaline bağımlı duruma getirmiştir. Şekil 4), Türkiye'nin 2000-2009 yılları arasındaki giderek artan enerji tüketimini (Şekil 4) göstermektedir. Enerji, sosyal ve ekonomik kalkınma, dahası, yüksek yaşam kalitesi için oldukça önemli bir yer teşkil etmektedir [30].



Şekil 4: 2000-2009 yılları arası Türkiye toplam enerji tüketimi. Kaynak: [22].

Yeni adı ile TC.Enerji, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı verilerine göre, Türkiye, üretebileceğinden üç katı fazla enerjiyi tüketmektedir. İthal enerji ihtiyacı %70'in üzerindedir [8]. Türkiye'nin temel enerji kaynaklarını ise linyit, hidroelektrik ve biyokütle enerjileri oluşturmaktadır. Elektrik çoğunlukla kömür, linyit, doğalgaz veya akaryakıt tüketen termik santrallerde üretilmektedir. Jeotermal enerji ve hidroelektrik santralleri ise diğer önemli enerji kaynaklarını oluşturmaktadır [47].

Yerli enerji kaynaklarının değerlendirilmesi, Türkiye'nin fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılığını ortadan kaldıracak ve sürdürülebilir enerji sağlayacaktır [25].

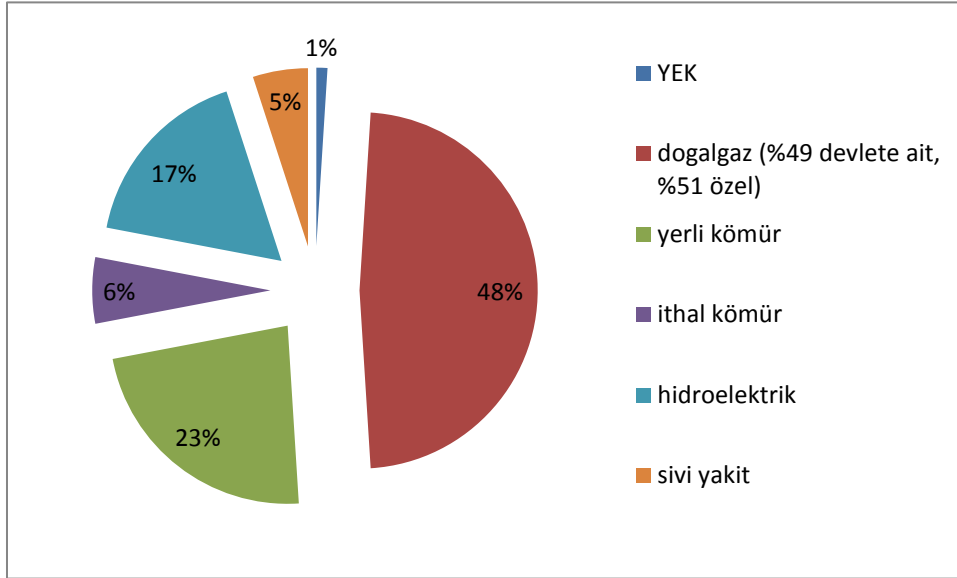
TC. Enerji, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı verilerine göre, Türkiye'nin 2010 yılı, bir yıllık toplam birincil enerji ihtiyacı 1.271 TWsaat ve toplam enerji tüketimi ise 969,6 TWsaattir. YEK'in birincil enerji ihtiyacı

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

içindeki payı %10.7 (135,75 TWsaat/yıl) iken bu oran toplam enerji tüketimi (87,15 TWsaat/yıl) ile kıyaslandığında yalnızca %8.9'dur. Doğalgazın ise enerji tüketimindeki payı %16,8'dir [41]. Kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarını ise başlıca hidroelektrik ve jeotermal enerji oluşturmaktadır (Tablo 4). Petrol, doğalgaz ve kömür, Türkiye'nin ana enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Türkiye, ihtiyacı olan enerjisi %80'inden fazlası ithal olan petrol ve doğal gazdan sağlamaktadır.

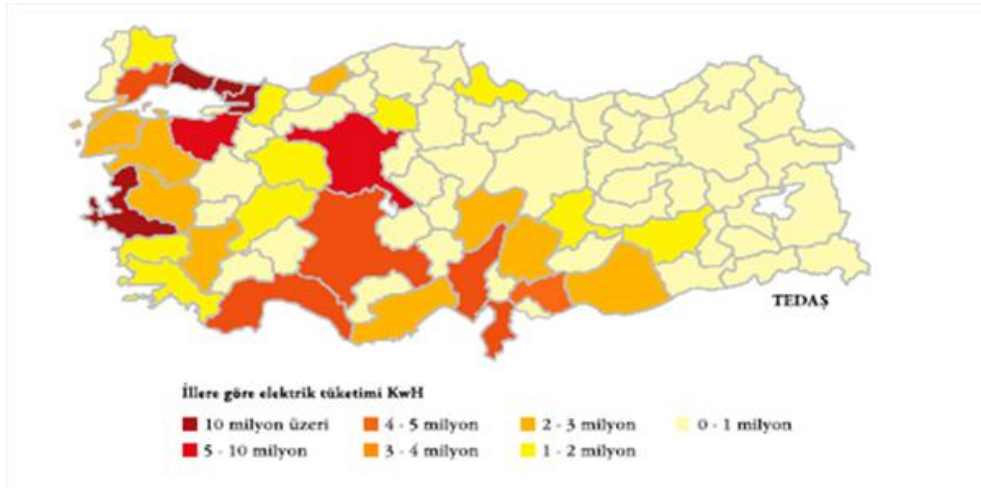
Tablo 4: Türkiye'nin birincil enerji ihtiyacı ve toplam enerji tüketimi. Kaynak:[41].

TWsaat/yıl	İthal	İhrac	Birincil enerji ihtiyacı	Toplam enerji tüketimi
Fosil Yakıtlar				
Kömür	159,7	0	180	94
Linyit	0	0	178,9	70,7
Odun	0	0	39,4	39,3
Petrol	425,3	84,3	339,8	321,8
Doğal gaz	405	6,9	406	163,05
Yenilenebilir				
Hayvan ve bitki artığı	0	0	13,6	12,3
Hidroelektrik	0	0	51,8	0
Jeotermal	0	0	6,7	0
Biyoyakıt	0	0	0,13	0,13
Rüzgar	0	0	2,9	0
Jeotermal ısı, Diğer ısı	0	0	16,2	30,4
Güneş	0	0	5,02	5,02
Diğerleri	26,6	1,94	30,55	232,9
TOPLAM	1.016,6	93,1	1.271,0	969,6



Şekil 5: Kaynaklara göre Türkiye'nin elektrik üretimi. Kaynak: [41].

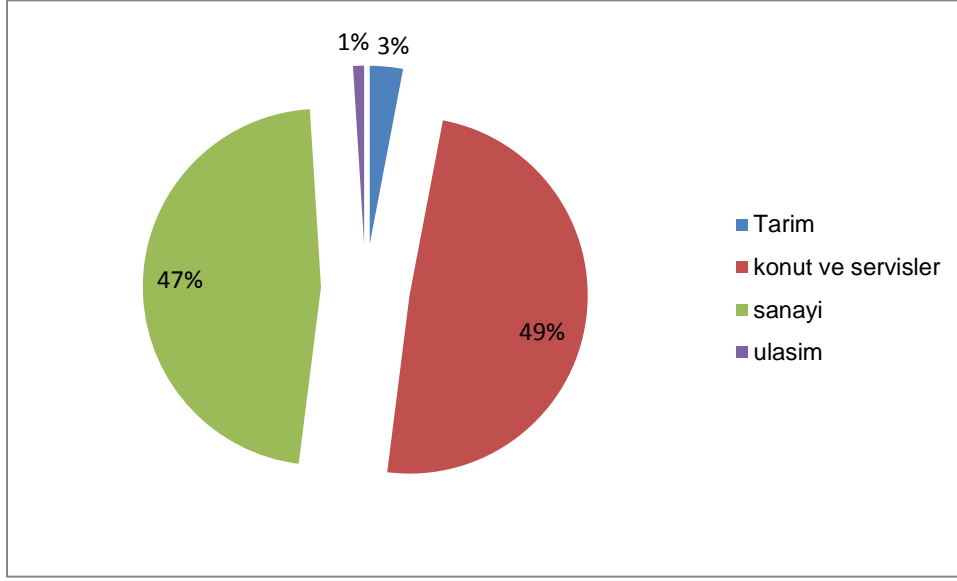
Bugün Türkiye'nin yıllık elektrik üretimi 211,2 TWh'tir ve bu üretim genel olarak ithal edilen doğal gazın %70'den fazlasının konversiyonundan ve kalan kısım ise hidroelektrikten karşılanmaktadır (Şekil 5). Üretilen elektrik, İstanbul, İzmir, İzmit, Ankara ve Bursa gibi büyük şehirler tarafından yoğun olarak tüketilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6: Türkiye'nin il bazında elektrik tüketimi (KWh). Kaynak: [33].

Elektrik, konut, hizmet ve sanayi sektöründe yoğun olarak kullanılmaktadır [41, 38] (Şekil 7).

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi



Şekil 7: Türkiye'nin farklı sektörler bazında elektrik tüketim dağılımı. Kaynak: [41, 38].

Türkiye'nin gelecek yıllar için oluşturulmuş enerji tüketim ve üretim senaryolarına göre, 2020 yılına kadar hem üretim hem de tüketim oranlarında hızlı bir artış beklenmektedir [43] (Tablo 5).

Tablo 5: Türkiye'nin yakın gelecek enerji üretim/tüketim senaryoları. Kaynak:[43].

Kaynak	Enerji Üretimi PJ/year			Enerji Tüketimi PJ/yıl		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Fosil Yakıtlar						
Bitümlü Kömür	213,2	213,9	199,1	723,6	112,5	2.016,2
Linyit	753,7	1.012,8	1.341,6	753,7	1.012,8	1.341,6
Asfaltit	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
Petrol	65,8	44,8	29	1.724,3	2.111	2.550,5
Doğal Gaz	9,8	8,9	9,6	1.557,2	1.873,5	2.157,7
Yenilenebilir						
Hidroelektrik	205,3	295,6	394,4	205,3	295,6	394,4
Jeotermal (ısı + elektrik)	87,1	132,6	205,7	87,1	132,6	205,7
Rüzgar	17,6	23,9	30,2	17,6	23,9	30,2
Güneş	20,7	25,3	36,1	20,7	25,3	36,1
Odun	141,6	128,7	128,7	141,6	128,7	128,7
Hayvan ve bitki artıkları	43,3	38,8	35,6	43,3	38,8	35,6
Nükleer	0	344,5	344,5	0	344,5	344,5
TOPLAM	1.570,7	2.282,4	2.767,2	5.286,8	7124	9.312,4

Enerji üretiminin, yakın gelecekte artması beklenmektedir, fakat, Türkiye enerji ve çevre politikalarında yeterli değişikliğe ve düzenlemelere gitmezse, 2020 yılı sonunda hala, enerjisini ithal eden bir ülke olarak kalacaktır.



3.2. Politik Strateji

Yenilenebilir enerji kaynakları üzerine olan ulusal politikalar şekillendirilirken, rüzgar, güneş ve hidroelektrik gibi biyokütlesel olmayan kaynaklara, biyokütlesel kaynaklardan daha büyük önem verilmektedir [57]. Türkiye'nin yenilenebilir enerji ve teknolojileri üzerine yapılan politik çalışmalarda temel araştırma konusunu genellikle, hidroelektrik enerji ve jeotermal ısı oluşturmaktadır. Biyokütle kullanım ve uygulamalarının enerji üretimine sağlayabileceği katkılar üzerine yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Ulusal yenilenebilir enerji politikaları için tercih edilen temel prensipler Tablo 6'da listelenmiş ve bu prensipler açıkça görüldüğü üzere, biyokütle enerjisinin, biyokütlesel olmayan enerjiye nispeten daha az önemsendiğini ispatlar niteliktedir. Aynı durum "Vizyon 2023" Türkiye'nin enerji politikalarında da görülmektedir (2023 yılı Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılına denk geldiği için önemli bir tarihtir).

Tablo 6: Ulusal yenilenebilir enerji politikalarında izlenen temel prensipler. Kaynak: [57].

Yol gösterici prensipler	Sıralama
	0=ilgisiz
	5=oldukça ilgili
Geleneksel fosil yakıtların ikamesi ihtiyacı	4
Yenilenebilir enerjilerin teşviki için ulusal konsept oluşturulması	4
Yenilenebilir enerjilerin teşviki için finansal destek	3
Biyokütle (biyogaz, biyoetanol, biyodizel) dayalı yenilenebilir enerjilerin teşviki için ulusal odaklanma	3
Biyokütlesel olmayan kaynaklara (rüzgar, güneş, hidroelektrik) dayalı yenilenebilir enerjilerin teşviki için ulusal odaklanma	4
Özel sektör desteği	3
YEK'in fosil enerji ile rekabet edebilirliği	3
Fosil enerji kaynaklarından ulusal olarak bağımsızlık	3

Enerji Vizyon 2023 Türkiye Projesi dahilinde enerjiye yönelik bazı öncelikler belirlenmiştir ve bu öncelikler aşağıda sıralandığı şekildedir [13]:

- Yerli kaynaklara öncelik ver, üretimde gelişmiş teknolojiler için arzu edilen kalite, güvenlik ve ekonomik gelişme için araştırma yap,
- Çevre dostu ve verimli teknolojiler üret,
- Uluslararası enerji piyasalarıyla yarış içinde ol,
- Uluslararası enerji teknolojileri üret,
- Yatırımlarda aktif olarak rol al,
- 80 MTEP olan 2001 toplam enerji ihtiyacında %25 artış gerçekleştir ve kişi başına düşen enerji tüketimini 3.5 TEP artır,
- 2001 yılı 127 TWsaat olan enerji ihtiyacını 2023 yılına kadar 480 TWsaate yükselt ve enerji tedarikini 28 GW değerinden 100 GW'a kadar artır,

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

- Biyokütle enerji teknolojileri üzerine araştırma yap,
- Tohum iyileştirme ve enerji bitkilerinin geliştirilmesi,
- Biyogaz sistemleri için kırsal ve kentsel uygulamalar geliştir,
- Biyokütle gazlaştırma ve gaz temizleme sistemleri üzerine araştırma yap,
- Atıklardan enerji elde et ve atık yönetimi oluştur.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2010-2014), özellikle enerji ihtiyacı güvenliği konusunda stratejik hedefler belirlemiştir[12]:

- Plan süresi dahilinde, yerli petrol, doğal gaz ve kömür aramaları çalışmaları artırılacak,
- 3,500 MW güce sahip kömürle çalışan termik santral kurulumu 2013 yılı sonuna kadar bitirilmiş olacak,
- 5,000 MW güçlük hidroelektrik santral kurulumu 2013 yılı sonuna kadar tamamlanmış olacak,
- 2009 yılı itibari ile rüzgar enerjisi gücü 802,8 MW'tan 2015 yılı sonuna kadar 10.000 MW'a yükseltilecek,
- 2009 yılı itibari ile jeotermal enerji 77,2 MW'tan 2015 yılı sonuna kadar 3.000 MW'a yükseltilecek,
- 2014 yılına kadar elektrik sektörü özelleştirmeleri tamamlanacak,
- 2015 yılına kadar, yerli doğalgaz ve petrol üretimi 2008 yılı değerlerinin 2 katına çıkarılmış olacak,
- 2009 yılı 2,1 milyon m³ doğal gazdepolama kapasitesi 2015 yılı sonuna kadar 2 katına çıkarılacaktır [32],
- YEK konusundaki en önemli hedef ise, elektrik üretimi içerisindeki YEK payının %30 seviyesine çıkarılacak olmasıdır.

Türkiye'nin biyokütle enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Bu nedenle, uzun dönemli politik stratejilerde sadece yenilenebilir enerji kaynaklarına odaklanmak yeterli değildir, biyokütle (biyogaz, biyodizel, biyoetanol) üzerine olan ulusal hedeflerde artışa gidilmelidir.

Kacira et al.2006 [26]'dan elde edilen bilgilere göre, biyokütle yayılımı önündeki en önemli enstitü bazında bariyerleri ve yasal çerçevedeki sorunları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

- Enstitüler, paydaşlar ve diğer kurumlar arası daha yüksek seviyede koordinasyon ve paylaşım gerektiren organizasyonel ve yapısal sorumlulukların belirlenmesi,
- Biyokütle kullanımı ile alakalı muhtemel maliyetlerle alakalı bilgi eksikliği,
- Detaylı biyokütle enerji kaynak araştırmasının ve alakalı veri tabanının olmayışı,
- Özellikle küçük çaplı projeler için yeterli kredilendirme kurumlarının olmayışı,
- Yabancı yatırımcılar için idari ve zaman kaybına yol açan zorlukların olması,
- Özel sektör katılımının yeterli olmaması,
- Teknik açıdan deneyimli eleman eksikliği,
- Projenin planlaması, fizibilitesi ve kontrol çalışmaları sırasında karşılaşılan güçlükler,
- Çevre, tarım ve enerji sektörüne yönelik, politika ve market enstrümanlarının yetersizliği,
- Halkın konuya olan duyarlılığı ve ilgisizliğidir.



3.3. Yasal Çerçeve

Listelenmiş yönetmelikler, Türkiye'deki biyogaz uygulamalarına yönelik mevcut yasal uygulamalar hakkında genel bir bilgi vermek için hazırlanmıştır (Tablo 7). Son olarak, eksik yönetmelikler ve yasal çerçeve hakkında bilgi başlığı altında toplanmıştır.

Tablo 7: Biyogazla alakalı olarak var olan yasal yönetmelik ve kanunlar.

Kanun ya da yönetmeliğin adı	Kabul ediliş tarihi	Son değişiklik tarihi
Yenilenebilir Enerji Kanunu	10 Mayıs 2005	08 Ocak 2011
İnsan Tüketimi Amacı ile Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Dair Yönetmelik	24 Aralık 2011	
Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğine Karşı Su Kaynaklarının Korunması Yönetmeliği	18 Şubat 2004	
Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	14 Mart 1991	05 Nisan 2010
Katı Atık Yönetimine Dair Genel Kurallar	05 Temmuz 2008	
Çevre Kanunu	09 Ağustos 1983	26 Nisan 2004
Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik	04 Haziran 2010	

3.3.1. Yenilenebilir Enerji Kanunu

Yenilenebilir Enerji Kanun No. 5346, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi amacıyla kullanımı 10 Mayıs 2005 tarihinde kabul edildi. Kanunun ana amaçları, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretme amacıyla kullanılması (ısı üretimi dahil değil) dahil enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, sera gazı emisyon oranlarının düşürülmesi, atık ürünlere dair araştırmaları, çevrenin korunmasını ve amaçların gerçekleştirilmesi için gerekli sektörün geliştirilmesini oluşturmaktadır [26]. Bu kanunda, kanun no 6094 ile revizyona gidilmiştir. Son değişiklikler 08 Ocak 2011 tarihli Resmi Gazete'de ilan edilmiştir.

Revize edilmiş kanun, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının geliştirilmesine dair geniş ve karmaşık bir tüzüğe sahiptir. Ana amaçlar:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretim sektöründe kullanım dağılımının artırılması,
- Uygulamalar için güvenli, maliyet-yararlı ve nitel bir yol belirlenmesi,
- Kaynak çeşitliliğini artırmak,
- Sera gazı emisyonlarının düşürülmesi,
- Atık değerlerinin yeniden hesaplanması,
- Çevrenin korunması ile ilgili gereksinimlerini karşılamak için üretim sektörü ile birlikte çalışmaktır.

Kanunda yapılan son revize ile bazı çözümler yapılmıştır.

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

- Eskiden belirlenmiş 5,5 € sent tüm yenilenebilir enerjiler için belirlenmiş aynı tarifelendirme yerine, farklı YEK için farklı tarifeler getirilmiştir,
- Son değişiklik ile çöp gazı da yenilenebilir enerji kaynakları arasına dahil edilmiştir,
- Şebekeye besleme tarife değerleri "euro sent" yerine "dolar sent" olarak belirlenmiştir [27].

Tablo 8'de belirlenmiş yeni şebekeye besleme tarifeleri verilmiştir.

Tablo 8: İşletmelere göre Türkiye'de yenilenebilir enerji kanununa göre belirlenmiş dolar sent şebekeye besleme tarifelendirmeleri.

İşletmeler	Şebekeye besleme tarifeleri "Dolar sent"
Hidroelektrik üretim santrali	7,3
Rüzgar enerji üretim santrali	7,3
Jeotermal enerji üretim santrali	10,5
Biyokütleyle dayalı üretim santrali	13,3
Güneş enerjisine dayalı üretim santrali	13,3

Fiyatlandırmalar, 18 Mayıs 2005 ve 31 Aralık 2015 tarihleri arasında üretim lisansını elde eden ve işletmeye başlayan tesisler için 10 yıl boyunca aynı kalacaktır. 31 Aralık 2015'ten sonra üretime başlayacak olan tesisler için yeni fiyat tarifeleri, Bakanlar Kurulu'nun aşağıda bahsedilen sıralandırmaları hükmü tarafından belirlenecektir.

- Yenilenebilir enerji için satın alım miktarları hususunda tesisin büyüklüğü dikkate alınmayacaktır [7].
- YEK destek mekanizmasından faydalanmak isteyen yenilenebilir enerji üretim lisansını elinde bulunduran enerji üreticileri, ekim ayı sonuna kadar başvuru yapmak zorundadırlar.
- Değişiklik ayrıca elektrik üreticilerinin (Elektrik Piyasaları Kanunu No 4628'de belirlenen) piyasa mali uzlaştırma merkezi tarafından idare edilen havuza ödeme yapmaları gerektiğini belirtir. Bu havuz elektrik üreticilerine alım garantisi sağlar.
- Değişiklik, Türkiye'de üretilmiş yerli mekanik ve elektromekanik malzemeler için ayrıca bir teşvik getirmektedir.

Türkiye'de üretilmiş mekanik veya elektromekanik ekipmanlar için ayrıca ödenecek teşvikler (kWsaat başına US dolar sent) Tablo 9'da listelenmiştir.

Tablo 9: Türkiye'de üretilmiş mekanik veya elektromekanik ekipmanlar için teşvikler (kWsaat başına US dolar sent).

Ekipmanlar	Teşvikler (dolar sent / kWsaat)
Akışkan yataklı buhar kazanları	0,8
Akışkan veya gaz yataklı buhar kazanları	0,4
Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
Buhar ya da gaz türbinleri	2,0
İçten yanmalı motorlar ya da sterlin motorlar	0,9



Jeneratör ve güç elektriği	0,5
Kojenerasyon sistemleri	0,4

- 31 Aralık 2015 yılına kadar aktif hale gelen üretim tesisleri yatırım ve işletmenin, ilk 10 yılı boyunca enerji iletim hattı izinleri, kiralama, irtifak hakkı ve kullanma izni maliyetleri haklarında %85 indirimden yararlanmaya devam edeceklerdir.
- İlgili Bakanlık veya bölgesel koruma kurulunun onayı ile YEK'e dayalı elektrik üretim santrallerinin hassas çevresel alanlara kurulumlarına izin verilebilir.
- Elinde YEK'e dayalı elektrik üretim lisansı bulduran yasal kişi veya kişiler aşağıdaki koşullar dahilinde kapasitelerini artırabilirler;
 - Lisansla belirlenmiş kapsamın dışına çıkılmamalıdır ve
 - Lisanslarında özel olarak belirlenen kurulu güç kapasitesi aşılmamalıdır.
- Kurulu gücü 500 kW saati aşmayan, Elektrik Piyasaları Kanun No 4628'de belirtilen kendi kişisel kullanımını aşan ve enerji dağıtım sistemine salınım yapan üreticiler, daha önceden belirtilmiş teşviklerden yararlanabilirler.
- 8 Şubat 2011 tarihinde değiştirilmiş Elektrik Piyasası Serbest Tüketici Yönetmeliği, tüm tüketiciler bağımsız tüketici haline gelene kadar, serbest tüketici limitini aşan tüm serbest tüketicilerin listesi dağıtım şirketleri web sitesinde yayınlanacaktır.
- 26 Ocak 2011 tarihli EPDK kararı ile serbest tüketici limiti 30.000 kWsaate düşürülmüştür. 2010 yılında uygulanan limit ise 100.000 kW saat idi.

3.3.2. Atık Yönetmelikleri

Türkiye'de, çoğu düzenli depolama sahası, kentsel ve endüstriyel atıkların kontrolsüz bir şekilde birlikte depo edildiği alanlardır. Hiçbir ön işlem uygulanmadan kontrolsüz alanlara depolama, Türkiye'de atığın zararlarını önlemek için uygulanan en yaygın bertaraf yöntemidir. Çevresel etkilere bakılmaksızın, atık genelde, üretildiği alana yakın bir yere depolanır. Çoğu depolama sahasında atıkların depolanmasına ilişkin bir plan yoktur ve atıklar herhangi bir sıkıştırma ya da restorasyon yöntemi olmaksızın düzensiz bir şekilde dökülürler. Sahalar nadiren evcil hayvan girişlerini önleyen korkuluklarla çevrilidirler. Koku ve atık yakmadan kaynaklı zararlı duman ile toksik sızıntı suyundan dolayı akiferlerin kirlenmesi, en büyük problemlerdir. Çöp alanlarında yangınlar ve çökmeler ise genel karşılaşılan bir durumdur. Sadece çok az sayıda depo sahası modern depolama sahaslarının sahip olması gereken temel özelliklere sahiptir [45].

Atık Yönetimi Üzerine Genel Kurallar Yönetmeliği 05 Temmuz 2008 tarihli Resmi Gazete ile duyurulmuştur. Kanunun asıl amacı atığın üretiminden bertarafına kadar olan süre içindeki zararlı etkilerinden korunmaktır. Biyokütleyle ilişkin düzenlemeler bu yönetmeliğe dahil edilmemiştir. Bu kanuna göre:

- Tüm bakanlıklar ve sivil toplum örgütleri, atıkların yeniden kullanımı, miktarlarının azaltılması, geri dönüşümü için beraber çalışmalıdır.
- Çevreyi kirlenmek yasaktır.

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

- Eğer üretimden kaynaklı bir atık oluşum potansiyeli var ise, işletme, çevresel etki değerlendirme raporu hazırlamalıdır. Rapor neticesinde işletme eğer onay alamazsa, çalışmaya başlaması mümkün değildir.
- Tüm işletmeler, atıklarını, kanunlarda belirtildiği şekilde geri kazanmalıdırlar. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bertaraf ilgili kanunlar çerçevesinde yapılmalıdır.
- Kirleten işletme tekrar temizlemekle yükümlüdür.
- Bakanlık kendi atıksu arıtma tesisini işletmeyi planlayan kuruluşlar için elektrik indirimi sağlayabilir.
- Hayvan atıklarının yakılması kesinlikle yasaktır.
- İşletmeler koku emisyonlarını, izin verilen değerlerde tutmakla yükümlüdürler.

Çevre Kanunu'na göre, ilgili kanunun ihlali, çevre kirliliğine yol açabilecek her türlü eylem ve aktivite yasaktır.

Kanundaki tanımına göre belediye atığı, insan faaliyetlerinden kaynaklı, normalde katı halde bulunan, gereksiz veya istenmeyen her türlü atığı kapsar. Genelde konutlardan, işletmelere, endüstrilerden, parklara ve sokaklara kadar üretilmiş her türlü atık, belediye atığı tanımlamasına girer [44].

Çevre Kanunu'nda belediye atık yönetimi için mümkün olan en iyi yöntemle alakalı herhangi bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bu nedenle, 1991 yılında katı atıkların toplanması, depolanması, taşınması ve bertaraf yöntemlerine ilişkin bilgileri içeren Katı Atık Kontrolü Yönetmeliği yayınlanmıştır[44]. Bu kanuna göre, belediyeler katı atıkların toplanması, depolanması, taşınması ve bertaraf yöntemlerinden bizzat sorumludurlar. Katı atık depolama sahalarına giden, biyolojik olarak parçalanabilir atıkların miktarlarının azaltılmasına dair herhangi bir hedef, bu kanunda konulmamıştır [45]. Fakat, Organik Tarımın Uygulama ve Esasları Kanunu, biyoatıkları da bünyesine almaktaydı.

Katı atıkların kontrolüne dair yönetmeliğin son değişikliği, 05 Nisan 2010 tarihinde yayınlanmıştır. Yapılan son değişikliğin amacı, atığın direkt veya dolaylı olarak çevreye temasının engellenmesi ve atık yönetimidir. Bu değişiklik yakma ve kompostlama işlemlerini, atığın bertaraf yöntemleri olarak önermektedir.

Büyükbaş ve kanatlı dışkılarından kaynaklı koku emisyonları, 03 Temmuz 2009 tarihinde yayınlanan Endüstriyel Hava Kirliliği Kontrolü Kanunu'nda düzenlenmiştir. Tarımsal aktiviteler (hayvan atıkları ve bitki artıkları) sonucu oluşan atık, eğer yakıt olarak kullanılmak isteniyorsa, gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Türkiye'de tarımsal atıkların yakılması yaygın bir yöntemdir ve hava kirliliğine yol açmaktadır.

17 Temmuz 2011 tarihinde Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Kanunu 27967 nolu resmi gazete ile manifesto edilmiştir. Bu kanunun amacı üretim faaliyetlerinden kaynaklı tehlikesiz atıkların olumsuz etkilerinin en aza indirilmesidir. Ne yazık ki, bu kanuna anaerobik arıtmadan gelen atıklar dahil değildir. Bu da demek oluyor ki, anaerobik prosesler sonucu oluşan katı ürün digestatın düzenlenmesi ve gübre olarak kullanımı ile alakalı herhangi bir düzenleme ya da kanun bulunmamaktadır.

Genelde, ulusal, bölgesel ve yerel atık yönetim planlarının bulunmaması, Türkiye'de geri dönüştürülen belediye atık oranlarında düşüşe sebep olmuştur. Türkiye'de atık yönetimi, ihmal edilmiş atık yönetimi mevzuları yüzünden yüksek oranda zarar görmüş ve bu durum, zayıf bir yasama sistemi, idari yapılarda verimsiz kontrol ve uygulama mekanizmalarına neden olmuştur.



Türkiye'nin AB üyeliği görüşmeleri çerçevesinde, Avrupa Depolama Direktifi (ELD), Türk atık yönetiminin iyileştirilmesi için yol gösterici bir kılavuz olabilir. Bu nedenle, ulusal atık yönetimi stratejisine sahip olmak önemlidir. Avrupa Depolama Direktifi'nin 5. maddesi, depolama alanlarına giden biyolojik olarak parçalanabilir atıkların, miktarının azaltılmasına dair, ulusal stratejik hedefler konulması gerekliliğine dikkati çeker. ELD'de belirtildiği üzere, depolama alanlarına giden biyobozunur atık miktarlarının azaltılmasına dair hedefler, Türk Katı Atık Kanunu'nda da belirlenmelidir. Gerçekleştirilebilir, gerçekçi, ölçülebilir hedefler konarak, sorumluluklar belirlenmelidir. Ne yazık ki, şu ana kadar anaerobik arıtma potansiyeli hakkında pek çalışma yapılmamıştır [45].

3.3.3. Gübre Yönetmelikleri

Türkiye'de sıvı gübre genel olarak su ortamına deşarj edilmektedir, sıvı gübrenin tarımda kullanılmasına dair herhangi bir anlayış bulunmamaktadır. Bazı durumlarda, katı hayvan dışkıları gübre olarak kullanılmakta olsa da, genelde, dışkıları boş arazilere serilmekte veya özellikle küçük kasabalarda ısınma ihtiyaçlarının karşılanması için yakılmaktadır.

Yasal çerçeve içinde hayvan atıklarına ilişkin herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Hayvan atıkları ile ilgili düzenlemeler bir şekilde tüm yönetmeliklerden ayrı tutulmuştur. Fakat, eskiden Organik Tarımın Uygulama ve Esasları Yönetmeliği'nde, hayvansal atıkların yönetimine yer verilmişti. Ne yazık ki, bu yönetmelikte bile, yalnızca hayvansal atıkların organik tarımda kullanıp kullanılmayacağına yer verilmemiş ve genel olarak hayvansal atığın kontrol yöntemlerine değinilmemiştir.

Şu ana kadar, sıvı gübrenin depolanmasına ve kullanımına dair herhangi bir yönetmelik yayınlanmamıştır. Bu nedenle, şu anki şartlar altında sıvı gübrenin tarımda kullanımı söz konusu değildir ve sıvı gübrenin mevcut kullanım ve depolama yöntemleri, önemli çevresel problemlere sebep olmaktadır. Bu nedenle, nitrat döngüsünün de kapatılabilmesi için sürdürülebilir gübre yönetim sistemine sahip olmak önemlidir. Dahası, var olan yönetmelik ve kanunlar, biyogaz tesislerinden gelen katı son ürün digestatın kullanımı için uygun değildir.

Katı gübre yönetmeliği hususunda ise 2004'te organik tarım yönetmeliği iptal edilene kadar, katı gübre uygulamalarının yapılması mümkündür. Organik bitkisel üretim için, toplam organik gübre kullanımının 170 kg/N/ha/yılgeçmemesi gerekmektedir. Gübre depolama sahaları için belirlenmiş geçirimsizliği sağlama amaçlı standartlar mevcuttu. Fakat, digestat depolaması bu yönetmelikte de düzenlenmemiştir.

Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik 27601 numaralı resmi gazete ile 4 Haziran 2010 tarihinde yayınlanmıştır. Bu yönetmelik, gübre olarak kullanılabilir kanatlı dışkısı ve potansiyel diğer dışkıların direkt kullanımı üzerinde etkiye sahiptir. Ağır metal ve mikroorganizma oranlarına yönelik bazı kısıtlamalar, bu yönetmelikle beraber yürürlüğe girmiştir (Ek 2). Eğer gübre, belirtilen değerlere uyuyor ise direkt olarak kullanılabilir.

3.3.4. İnsan Tüketimi İçin Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünlere Dair Yönetmelik

Yönetmelik 28152 sayılı Resmi Gazete'de, 24 Aralık 2011 günü yayınlanmıştır. Yönetmelik hükümleri Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Yönetmeliğin amacı, gıda güvenliği, halk ve hayvan sağlığını etkileyen riskleri engellemek ve minimize etmek amacı ile insan tüketimine uygun olmayan hayvansal yan ürünlerin ve türevlerinin kullanım usul ve esaslarını belirlemektir.

Yönetmelik aşağıdaki maddeleri:

- İnsan tüketimine uygun olmayan hayvansal yan ürünlerin, tanımlanması, sınıflandırılması, toplanması, taşınması, depolanması, işlenmesi, piyasaya arz edilmesi, bertarafı, kullanımı, ithalat, ihracat ve transiti ile bu ürünlerle ilgili olan işletme, kurum, kuruluş, organizasyon ve kişileri.
- İnsan tüketimi için üretilen fakat üretici tarafından insan tüketiminde kullanılmamasına karar verilen hayvansal orijinli ürünlerin imalatında kullanılan kaba malzemeleri ve
- Gıda artıklarını kapsar.

Yönetmelik aşağıdaki durumlarda etkindir;

- Ürünler uluslararası nakliye ile gelmişse,
- Hayvan yemi olarak kullanılmak isteniyorsa,
- Ürünler, madde 10'da belirtilen herhangi bir uygulamada veya biyogaz tesisleri, basınçlı sterilizasyon sistemleri ve kompostlama tesislerinde kullanılmak isteniyorsa.

Hayvansal yan ürünlerin ve türevlerinin, piyasaya toprak zenginleştirici veya gübre olarak sağlanması ve kullanılması;

- Bu durumda kategori 2 ve kategori 3 altında toplanan ürünler kullanılmalıdır.
- Ürünler onaylanmış işletmelerden gelmelidir.
- Biyogaz ya da kompost tesislerinden çıkan son ürün olan digestat piyasaya organik gübre veya toprak zenginleştirici olarak sunulabilir.
- Gerekli durumlarda bakanlık organik gübre ve toprak zenginleştirici kullanımı çeşitli sınırlamalar getirebilir.
- Organik gübre ve toprak zenginleştiricilerin beslenme amaçlı kullanımının engellenmesi için gerekli pazar oluşturulmalıdır.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) üye olmayan ülkelere biyogaz ve kompost üretimi amacıyla hayvansal yan ürünlerinin ve türevlerinin ihracatı yasaktır. Bu yönetmelik 13 Haziran 2013 tarihinden itibaren etkili olacaktır ve işletmelerin 13 Aralık 2014 tarihine kadar yasada belirtilen şartlara adapte edilmesi gereklidir.

3.3.5. Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması

Su kaynaklarının kullanımı ve korunmasından sorumlu birçok merkezi ve yerel, kurum ve kuruluş vardır: Orman (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü), Kültür, Bayındırlık, Enerji ve Tabii Kaynaklar (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü) ve Tarım Bakanlıkları gibi. Türkiye'de geniş kapsamlı bir su



yönetmeliği yoktur. Su kaynakları kullanımı, ilgili pek çok kurum, kuruluş, yönetmelik ve kanun olduğundan karışık bir hale gelmiştir.

Su kirliliği yönetmeliğine dair son değişiklik 13 Aralık 2008 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Yönetmeliğin amacı, sürdürülebilir kalkınma planları ile su kirliliğinin önüne geçmektir. Tüm atıklar izin kağıdı almalıdırlar. Aşırı gübreleme eylemleri yasaktır ve kontrol işlemleri düzenli olarak yapılacaktır.

08 Haziran 2010 tarihinde Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı. Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik Resmi Gazete'de yayınlandı. Bu yönetmelik toprak kirliliğinin önlenmesini ve potansiyel kirlenici kaynakların bulunmasını amaçlar. Toprağı kirlitebilecek potansiyele sahip her türlü atığın, toprağa direkt verilmesi yasaktır ve Çevre Kanunu'nda belirtilmiş metotlarla depolanmaları gereklidir.

Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği 25377 sayılı, 18 Şubat 2004 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Bu yönetmelik, yer altı, yüzeysel sular ile toprağın nitrojen ve türevlerinden kaynaklı kirlilikten korunması, kontrolü, kirlenmelerin belirlenmesi için gerekli idari şartları içerir.

Nitrojen kirliliği olduğunun söylenebilmesi için, toprak ve suyun sahip olması gerekli fiziksel ve çevresel özellikler, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı aşağıdaki gibi belirlenmişlerdir:

- Kullanılan ve gelecekte kullanılacak nitelikte tüm yüzey ve yeraltı suları 50 mg/l'den fazla nitrat içermemelidirler,
- Doğal tatlı su gölleri, diğer tatlı su kaynakları, koylar, kıyı suları ve deniz suları bu sular ötrofik olmamalıdır.

Hassas bölgeler bu yönetmeliğin yayımlanmasından 2 yıl sonra belirlenmiştir, ilerleyen dönemlerde filtreleme ya da taşıma yoluyla madde 5'te belirtilmiş su alanlarında kirliliğe sebep yaratabilecek tüm alanlar, hassas bölge olarak ilan edilecektir. Hassas bölgeler, her 4 yılda bir gözden geçirilecektir.

Bu yönetmeliğin yayımının 2 yıl sonrasında, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı koordinasyonu altında, ilgili kuruluşlar tarafından, suların kirliliğe karşı korunmasına dair sularda gerekli genel koruma seviyeleri ve iyi tarım uygulamaları temelleri belirlenecektir.

İyi tarım uygulamalarının temelleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Gübrenin toprağa uygulanmasının uygun olmadığı dönemler,
- Dik eğimli arazi toprağına gübre uygulaması,
- Suya doymuş, taşkın, dondurulmuş veya karla kaplı toprağına gübre uygulaması,
- Su yataklarına yakın toprağına gübre uygulanması,
- Hayvan gübresi depolama tanklarının kapasitesi ve inşası, sızma ve geçirimsizliği önleme hesaplamaları dahil,
- Arazi uygulama prosedürleri, hayvan gübresinin ve kimyasal gübrenin toprağına eşit dağılımı uygulamaları ile suya nitrat sızmasını kabul edilebilir düzeyde tutabilecek yöntemler,
- Arazi kullanımı yönetimi, münavebe sistemleri kullanımı ile kalıcı bitkilere ayrılan alanın yıllık yetiştirilen ürüne oranının ayarlanması dahil,
- Yağmurlu dönemler boyunca topraktan nitrojen alımını sağlayıp suda nitrojen kirliliğine sebep vermeyecek minimum miktarda bitki örtüsü muhafazası,

- Gübreleme planlarının çiftlik bazında oluşturulması ve gübre kullanım kayıtlarının düzenli tutulması,
- Sızmadan kaynaklı su kirliliğinin önlenmesi ve sulama sistemlerinin bitki köklerinin ulaşabileceği düzeyde tutulması.

Biyogaz, iyi gübreleme yönetimleri ile gübrenin kullanıldığı zaman, problemlerin çözümüne bir alternatif olabilir. Gerekli bölgelerde, iyi tarım uygulamalarına yönelik programlar geliştirilmeli ve çiftçiler bu konuda eğitilmelidir. 4 yıl içinde aşağıdaki ölçüm yöntemlerini içeren eylem planları uygulanacaktır:

- Gübreleme ve gübrenin toprağa uygulanmasına dair dönemler belirlenecektir.
- Hayvan gübrelere depolanmasına yönelik tankların kapasiteleri belirlenecektir.
- Belirlenen bu kapasite hassas bölgede toprağa uygulamanın yasaklandığı en uzun dönem süresince depolama için gerekli olan miktarlardan fazla olmalıdır. Depolama kapasitesini aşan miktarlardaki hayvan gübresinin çevreye zarar vermeyecek usuller ile elden çıkarılacağına yetkili kuruluşlara kanıtlanabilmesi istisnai durum oluşturur.
- Toprağa uygulanacak gübre miktarı; iyi tarım uygulamaları tanımına uygun şekilde ve ilgili hassas bölgenin toprak şartları, toprağın tipi ve eğimi, iklim şartları, yağış miktarı, sulama, arazi kullanımı, mevcut tarımsal uygulamalar, bitki rotasyon sistemleri ile bitkilerin öngörülebilir azot gereksinimleri ve bitkilere topraktan ve gübrelemeden gelen azot arasındaki dengeyi gözeterek şekilde sınırlandırılır.
- Bitkilere topraktan geçen azot miktarları
 - Bitkilerin önemli miktarlarda azot kullanmaya başladığı dönemde toprakta mevcut olan azot miktarı
 - Topraktaki organik azot rezervlerinin mineralizasyon yoluyla azot sağlama düzeyi,
 - Gübrelerden gelen azot bileşikleri

Hassas bölgeler için uygulanacak olan çiftlik gübresi miktarı yöre, toprak ve iklim özellikleri ile uygulanacak tarım rejimi dikkate alınarak Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından belirlenir.

3.3.6. Biyogaz Uygulamalarına Yönelik Eksik Yönetmelikler

Türkiye'de biyogaz uygulamaları için aşağıdaki yasal çerçeve gereklidir:

- Hayvan atıklarının düzenlenmesi yönetmeliği,
- Enerji eylem planı içerisinde belirlenmiş biyogaz enerji hedefleri,
- Biyogaz için daha elverişli şebekeye besleme tariflendirmesi,
- Hedeflerle biyoatık yönetimi ve kullanım yöntemleri.

Taseli (2007)'ye göre, insan kaynaklarını, düzenleme ve planlama yöntemlerini geliştirmek amacı ile atık yönetimi enstitülerinin kuvvetlendirilmesi için gerekli ölçüm yöntemlerini belirleyen stratejik eylem planı oluşturulmalıdır. Plan, yüksek kirletici etkiye sahip depolama alanlarının, kapatılması veya düzeltilmesi için gerekenler ile varolan alanların, daha iyi yönetilmesi için standartlar ve metodlar geliştirilmesini vurgulamalıdır. Düzenli depolama sahalarına olan bağımlılığın azaltılması için listelenmiş öneriler, eylem planına eklenmelidir [45]:



- Atık azaltma çabaları,
- Tekrar kullanım, geridönüşüm ve kompostlama oranları artırılmalı,
- Atığın geri dönüşümünün mümkün olmadığı koşullarda yakma ile enerji kazanımı sağlanmalıdır [45].

Kapatılma ve kapatılma sonrası koşullar Katı Atık Yönetmeliği'ne eklenmelidir. Kapatma ve kapatma sonrası mekanizmaların finansal güvencesi için yeni bir fon oluşturulmalıdır. Belediyeler için evsel ve belediye atıklarına dair veri toplanması hakkında rehber oluşturulmalıdır (kişi başı ortalama miktarlar ve evsel atıkların ortalama içerikleri). Bu veriler olmadan, gerçekçi hedefler koymak ve gelişimi takip etmek mümkün değildir. Türkiye'de güvenilir katı atık verileri elde etmede en büyük sorun, TURKSTAT çalışmalarında dönerselliğin olmamasıdır. Avrupa Depolama Direktifi'nde takip edilen yöntemlerin Türk Katı Atık Yönetmeliği'ne uygulanabilmesi için [45]:

- Atık ve atık listesi gibi temel konseptler tanımlanmalıdır,
- Atık yönetim ölçüm hiyerarşisi belirlenmelidir,
- Ulusal, bölgesel ve yerel atık yönetim planları yapılmalıdır,
- Katı atık bertaraf ve geri kazanım işlemi yapan işletmeler için izin ve kayıt sistemi oluşturulmalıdır,
- Atık taşımacılığı ve toplamacılığı yapan işletmelerin kaydı tutulmalıdır,
- Atık yönetim sistemlerinin periyodik denetimi yapılmalıdır,
- Atık yönetim sistemlerinin ve yükümlülükleri ile alakalı bilgilerin kaydının tutulması gereklidir.

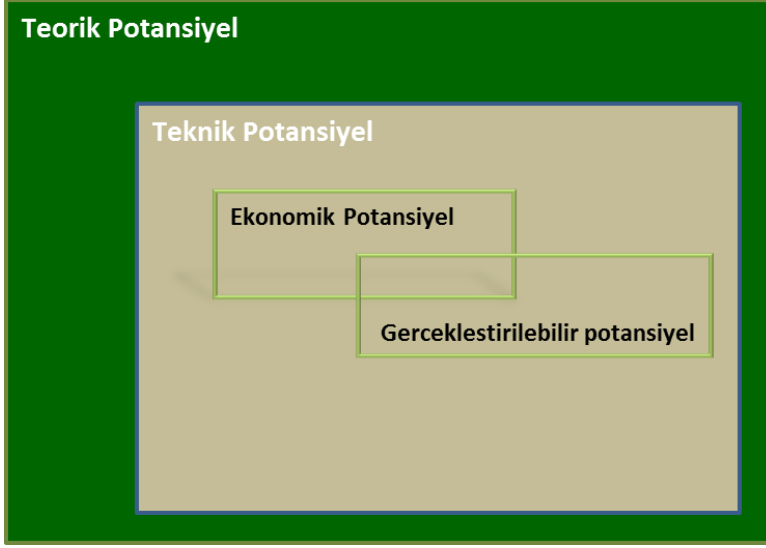
Son olarak, ulusal biyogaz programı ve uzun dönem ulusal strateji için biyogaz yol haritası ve ilgili politika oluşturulmalıdır.

4. Biyogaz Potansiyel Analizi

4.1. Yöntem

Aşağıda açıklandığı üzere biyogaz potansiyelinin, teorik, teknik, ekonomik ve gerçekleştirilebilen olmak üzere farklı tanımlamaları bulunmaktadır:

- *Teorik potansiyel:* Belirlenmiş alan içerisindeki tüm biyokütleden sağlanabilecek teorik potansiyeli ifade eder.
- *Teknik potansiyel:* Yapısal ekolojik sınırlamalar ve teknik imkanlar neticesinde kullanılabilirliği mümkün biyokütlenin potansiyelini ifade eder.
- *Ekonomik potansiyel:* Ekonomik çerçeve bağlamında, ekonomik olarak kullanılması mümkün potansiyeli ifade eder (konvensiyonel enerji sistemlerinin geliştirilmesi , enerji kaynaklarının fiyatları).
- *Gerçekleştirilebilir potansiyel:* Biyoenerjinin beklenen mevcut kullanımını ifade eder.



Şekil 8: Biyokütle potansiyel türleri.

Çalışma içerisinde, teknik ve teorik biyogaz potansiyeli belirlenmiştir. Türkiye'deki yüksek biyogaz potansiyeline sahip bölgeler, önemli substratların özetlenmesi ile belirlenmiştir. Fakat, yerel biyogaz tesislerinin işletilmesi için mevcut kullanım yöntemleri, organik artıkların piyasa fiyatları ve mevcut yerel şartlar (örn. Enerji ihtiyacı, aktörler, finansal durum) daha detaylı olarak ele alınmalıdır.

Mümkün olan istatistiki veriler ile Türkiye'nin ulusal, il ve ilçe bazında biyogaz potansiyeli belirlenmiştir. İl ve ilçe bazındaki biyogaz hesaplamaları, farklı istatistiki verilere dayanmaktadır (türlerine ve sayılarına göre hayvanlar, işletme sayıları, bitkisel ürün yetiştirme):

- Hayvan verileri (sığır dışkısı, yumurta ve et tavuğu dışkısı) ve
- Ürünlere göre tarımsal veriler (tahıl sapları, domates artıkları, şeker pancarı yaprakları).

Ulusal seviyede, biyogaz üretiminde kullanılmaya uygun tarım-sanayi atıkları, mezbaha, meyve ve sebze üretimlerinden gelen atıklar (örn. Et atıkları, peynir altı atık suyu, zeytin ve şeker pancarı pres keki, meyve suyu üretiminden gelen meyve posaları ve biyoetanol üretiminden gelen draff).

Dahası, kullanımda olmayan tarım arazilerinin enerji bitkileri ile biyogaz potansiyeli analiz edilmiştir. Bu nedenle, nadas alanları üzerinde ekilebilecek enerji bitkilerinin biyogaz potansiyeline dair brüt hesaplamalar yapılmıştır.

Her bir substratın biyogaz potansiyelinin hesaplanması için, aşağıda listelenmiş veriler büyük önem taşımaktadır:

- Substratın türü,
- Yıllık miktarı,
- Kuru Madde (KM) ve Organik Kuru Madde (oKM) miktarları,
- Biyogaz miktarının hesaplanabilmesi için, biyogaz verimleri ve metan içerikleri,
- Biyokütlenin mevsimsel kullanılabilirlik durumu,
- Mevcut kullanım yöntemleri.



Substrat miktarlarının biyogaz parametreleri (biyogaz verimi, metan içeriği) ile kombine edilmesine dayalı olarak, metan miktarları hesaplanmış ve bu oran kWsaate dönüştürülmüştür (metanın ısı değeri ~ 9,97 kWsaat/m³). Biyogaz potansiyeli TJ ya da PJ birimleri cinsinden verilmiştir (1 TWsaat = 3,6 PJ).

4.2. Veri Toplama / Veri tabanı

Türkiye'nin biyogaz potansiyelinin belirlenmesi için bakanlıkların istatistiki veri tabanları ile belediyelerin raporları ve çeşitli derneklerin çalışmaları kullanılmıştır.

İlçe bazındaki veriler için TÜİK (Türk İstatistik Kurumu) ile TURKVET (Veteriner Bilgi Sistemi) ve Yumurta Üreticileri ve Sığır Yetiştiricileri Birliği gibi birliklerin verileri kullanılmıştır. Veri analizleri, alt başlıklar içerisinde detaylıca anlatılmıştır.

4.2.1. Hayvansal Veriler

Türk İstatistik Kurumu, hayvansal verileri yayınlamakla sorumlu bir devlet kuruluşudur. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, il, ilçe ve köylerden toplamış olduğu verileri, değerlendirilmesi ve yayınlaması için TÜİK'e yollar. Buna rağmen, hayvansal verilerin gerçekçiliği şüphelidir. Nedeni ise hayvan başına ödenen desteklemeler ile alakalıdır. Bu durum, bazı çiftçilerin kesimini ya da satışını yapmış oldukları sığırları, sisteme bildirmemelerine sebep olmaktadır. Bu nedenle, sığır sayıları ile alakalı istatistiki veriler, gerçeğin çok daha üzerindedir.

Hayvansal verilerle ilgili istatistikler için genel olarak TÜİK, 2010 veri sistemi kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, bazı durumlarda belediyelerin yıllık faaliyet raporları ve karşılaştırma amaçlı bazı bölgeler için TURKVET'in 2011 verileri kullanılmıştır.

Hayvan türü ve sayıları ile alakalı karşılaştırma amaçlı diğer istatistiki veriler ise Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği ve Yumurta Üreticileri Birliği'nden alınmıştır. Et ve yumurta tavukları hakkında ilçe bazlı 2011 istatistiki verilerini Yumurta Üreticileri Birliği'nden almak mümkün olmuştur. Et tavuğu ile alakalı diğer bilgiler ise Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçılar Birliği Derneği'nden alınmıştır.

Hayvanların eşleştirilmelerine ve damızlıkla alakalı bilgilere, tarım sektöründeki aktörlerle ve uzmanlarla yapılan görüşmeler ile ulaşılmıştır.

4.2.2. Tarımsal Veriler

Tarım arazilerinin kullanım yöntemleri, yetiştirilen ürünlerin tür ve miktarları, hektar başına alınan verimler, işletmelerin büyüklüğü, parsel sayıları, TÜİK, 2010 veri sistemi kullanılarak elde edilmiştir. Bazı illere ait özel veriler ise belediyelerden elde edilmiştir.

Domates, zeytin, şeker pancarı ve tahıllar, Türkiye'deki yüksek biyokütle verimleri nedeni ile yüksek biyogaz potansiyeline sahip olarak kabul edilmiştir.

4.2.3. Tarım-Sanayi Verileri

Tarım-Sanayi hakkında daha detaylı bilgi edinmek için anket hazırlanmıştır, fakat ne yazık ki sanayicilerin ilgisizliği yüzünden hiç bir cevap elde edilememiştir. Tarım-Sanayi için hazırlanmış anketin İngilizce ve Türkçesi Ek 20 ve Ek 20'de bulunmaktadır.

Anket için özellikle aşağıdaki sanayi sektörleri, atıklarının biyogaz potansiyel önemleri nedeniyle tercih edilmişlerdir:

- Et üretimi: örn. Mezbaha atıkları, et, yağ, kemik, kanlar
- Şeker sanayi: örn. Şeker pancarı pres keki ve molaz,
- Bira sanayi: örn. bira tahılları, posa, maya
- Nişasta sanayi: örn. Atık su
- Meyve üretimi ve bağlı prosesler: örn. Portakal, elma ve muz posaları Sebze üretimi ve ilgili prosesler: örn. zeytin pres keki, patates kabukları, bezelye, domates, baklagiller, mısır
- Mandıralar: Yağ ve gres ayırıcı, atık su
- Peynir
- Ekmek: örn. bayat ekmek
- İçecek endüstrisi
- Balık
- Donmuş gıda ve konserve: İnsan kullanımına uygun olmayan tarihi geçmiş ürünler

Ülke bazında biyogaz potansiyeli hesaplamaları için, Türkiye'deki büyük endüstriler oldukları için özellikle süt, et, mezbaha, şeker, zeytin ve şarap sektörleri ele alınmışlardır. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'ndan, işletmelerin ürünleri, kapasiteleri ve iletişim bilgileri elde edilmiştir. Bu bilgiler ışığında tüm sektörler detaylıca incelenmiştir.

4.2.4. Belediyeler

Belediye atıklarına yönelik, bertaraf yöntemleri, belediye sayıları ve katı atık miktarlarını içeren bilgiler için TUİK, 2008 veri sistemi kullanılmıştır [38].

4.3. Biyogaz Potansiyel Hesaplamaları ve Sonuçları

4.3.1. Hayvan Artıkları

Türkiye'de hayvancılık sektörü genelde, küçük çaplı çiftliklerden oluşmaktadır. Düşük verimli yerli türler çoğunlukla, çayır ve meralarda otlatılır. Küçük hayvancılık işletmeleri yüksek üretim maliyetleri ve düşük verimlere sahiptir. Hayvancılık sektörüne ilgi özellikle yabancı yatırımcılar tarafından oldukça yüksektir [18].

Türkiye'de hayvansal atıklara dair problem, atığın toplanması işlemleri ile birlikte başlar. Özellikle doğu bölgelerinde uzun otlatma süreleri, atığın toplanmasını neredeyse imkansız hale getirmektedir. Bu problemten ötürü, Türkiye'nin batısı daha verimli olarak değerlendirilebilir, çünkü, hayvanlar modern ahırlarda, otlatma yapılmaksızın tutulmaktadır. Batı, doğuya kıyasla daha büyük çaplı çiftlik ve işletmelerle karakterize edilir. Doğu bölgelerinde hayvancılık, geçinmek için en önemli kaynaktır. Arka



bahçe hayvancılığı olarak da tasvir edilen, birkaç hayvanlı işletme tipi, doğu bölgelerinin yaygın bir özelliğidir.

Hayvan atıklarının toplanması ise genelde, ahır içerisinde bulunan çukurlarda yapılır, çukurda toplanan bu atıklar daha sonra çiftlikten su ile birlikte atılır. Bu sulandırılmış atığın, ahır dışındaki depo sahalarında geçici olarak depolanması gereklidir. Fakat, bu geçici depo sahalarının genelde standartlarda belirtilen geçirimsizlik özelliği yoktur ve bu durum yer altı sularının kirlenmesine sebep olan büyük bir çevresel soruna yol açmaktadır. Hayvan atıklarının en yaygın diğer bir bertaraf yöntemi ise en yakın su ortamına deşarj edilmesi şeklindedir.

Tavukçuluk işletmeleri atıkları genellikle, yüksek katı madde, organik madde, NH₄-N konsantrasyonu ve patojenler ile karakterize edilir. Yetersiz ve kontrolsüz bertaraf yöntemleri, çevre ve halk sağlığına tehlike arz etmektedir. BESD-BİR'den elde edilen bilgiye göre, et tavuğu yetiştiriciliğinden elde edilen dışkıları, yatak sisteminde kullanılan çakıl içeriği nedeniyle biyogaz tesislerinde ekipmanda zarara yol açabilecek potansiyele sahiptirler.

Türkiye'de son 20 yılda tarımda meydana gelen hızlı gelişmeler nedeniyle, entegre çiftlik ve işletme sayılarında önemli artış gerçekleşmiştir. Türkiye'de hayvan atıklarının en yaygın kullanım yöntemi tarlaya sermedir ya da hayvan dışkılarını genellikle atık olarak kabul eden çiftçiler, dışkılarını depolamak için boş sahalar ararlar. Çoğu hayvan işletmesinin, atığın depolanmasına elverişli depolama tankları bulunmamaktadır ya da var olanlar yapısal olarak yeterli değildir. Bu durum, koku, görüntü kirliliği, su kirliliği ve çevre sağlığı problemlerini de içine alan çevresel problemlere neden olmaktadır [4].

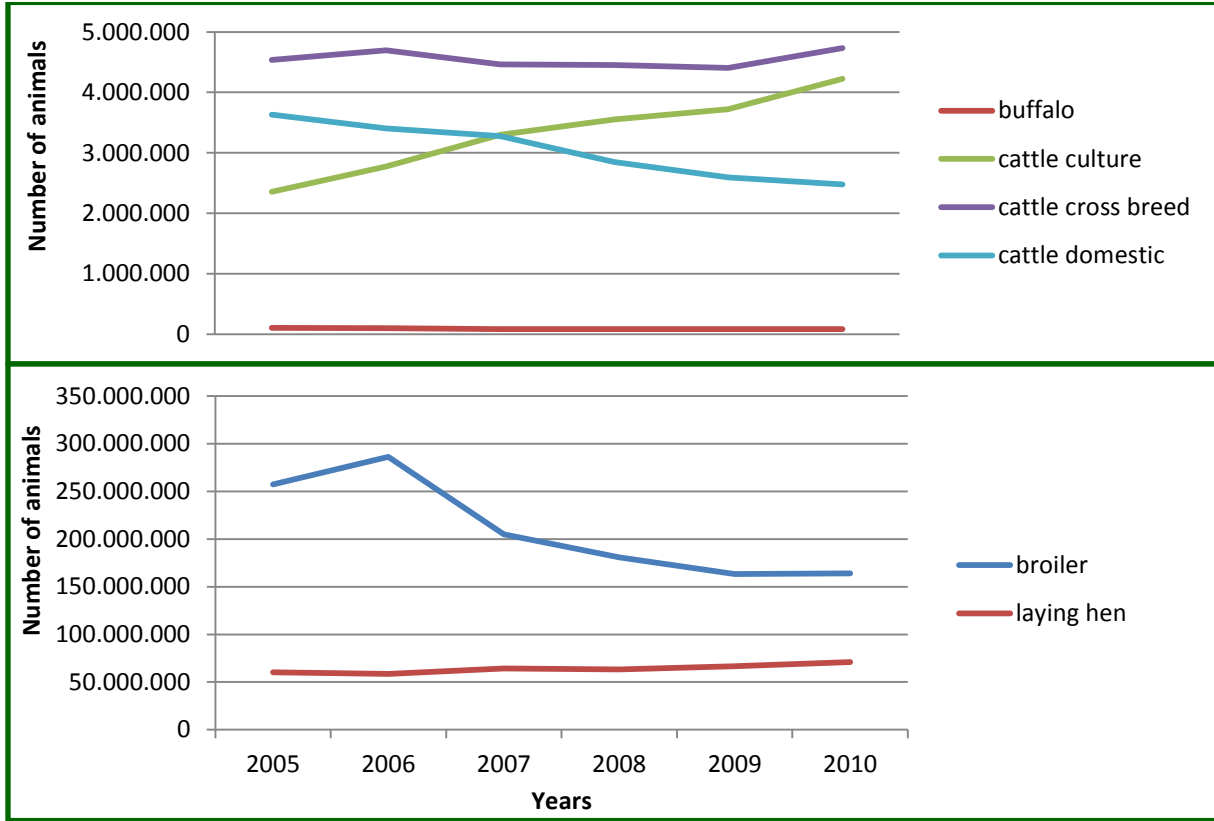
Türkiye'de toplam hayvan sayılarının %60'nı büyükbaş ve %33'ünü ise kanatlı hayvanlar oluşturur. TÜİK, 2010 verilerine göre büyük baş hayvan sayısı 11.518.827'dir (Tablo 10). Sığır popülasyonu tüm Türkiye'ye dağılmıştır. Fakat, kanatlı sektörü (et ve yumurta tavuğu) genellikle batı bölgesinde gelişmeye olanak bulmuştur. Et tavuğu sektörü özellikle, batı ve kuzeydoğu Anadolu'da yaygın iken, yumurta tavukçuluğu tüm Türkiye'ye yayılmıştır.

Tablo 10: Büyük yapılı hayvan türlerinin sayılarına göre dağılımı. Kaynak: [36].

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
TOPLAM	41.3180.870	100,00

Tablo 11: 2005- 2010 yılları arası hayvan sayılarının değişimi. Kaynak: [36].

Yıllar	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Manda	104.965	100.516	84.705	86.297	87.207	85.699
Kültür sığır	2.354.957	2.771.818	3.295.678	3.554.585	3.723.583	4.224.267
Melez sığır	4.537.998	4.694.197	4.465.350	4.454.647	4.406.041	4.730.922
Yerli sığır	3.633.485	3.405.349	3.275.725	2.850.710	2.594.334	2.477.939
Et tavuğu	257.221.440	286.121.360	205.082.159	180.915.558	163.468.942	163.984.725
Yumurta tavuğu	60.275.674	58.698.485	64.286.383	63.364.818	66.500.461	70.933.660
Hindi	3.697.103	3.226.941	2.675.407	3.230.318	2.755.349	2.942.170
Kaz	1.066.581	830.081	1.022.711	1.062.887	944.731	715.555
Ördek	656.409	525.250	481.829	470.158	412.723	396.851



Şekil 9: Sığır ve Kanatlı Sayılarının 2005-2010 Yılları Arası Gelişimi). Kaynak:[36].

Son 5 yıl içerisinde özellikle, manda popülasyonu sayısında %15 düşüş (Tablo 11) olmuştur. Kültür sığır popülasyonu sayısı artarken, yerli sığırların sayıları düşmüştür. Yumurta tavuğu popülasyonu artarken, et tavuğu popülasyonunda büyük bir azalma görülmüştür.

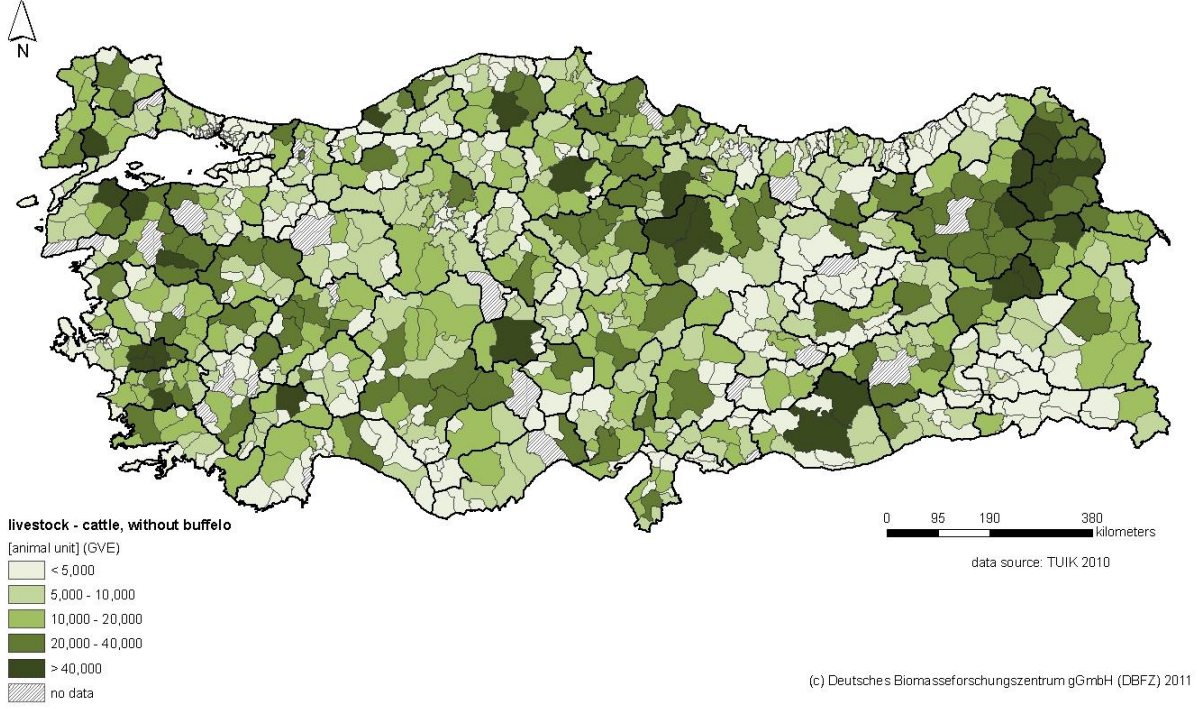
Farklı hayvan türlerinden, hayvanın türüne, beslenme alışkanlığına, büyüklüğüne bağlı olarak farklı miktarlarda dışkı elde edilir. Bu durum, farklı hayvan türleriyle hesaplama yaparken, 'hayvan birimi' kullanma ihtiyacını doğurmuştur. İlçe bazında hayvan potansiyeli hesaplamaları yaparken, farklı türde ve yaşta hayvan mevcudiyetinden dolayı 'hayvan birimi' kullanmak önemlidir. Biyogaz tesisleri için dışkı oranları hesaplanırken yalnızca sığır, et ve yumurta tavuğu dikkate alınmıştır. Diğer hayvanların sayıları az olduğundan veya dışkılarının toplanması mümkün olmadığından, hesaplamalara dahil edilmemişlerdir.

Tablo 12: Hayvan türlerine ve yaşlarına bağlı olarak kullanılan 'hayvan birimi' değerleri. Kaynak: [63]

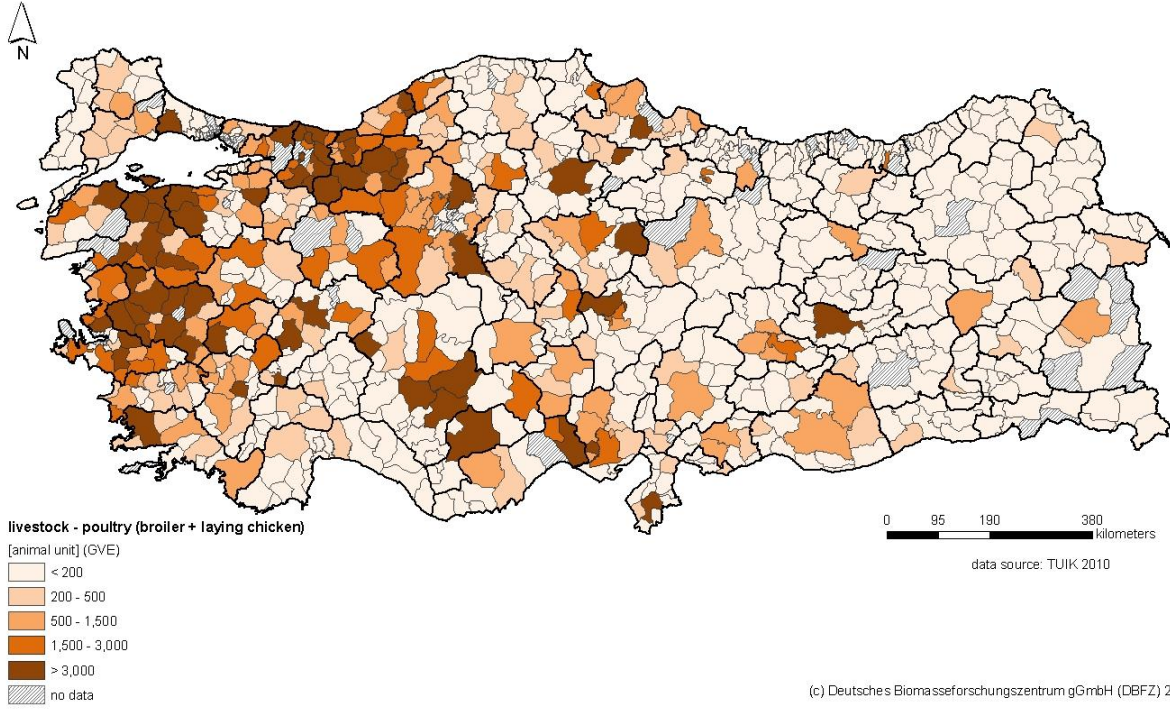
Hayvan türü	Hayvan başına 'hayvan birimi' (GVE)
Genç sığır < 0,5-1 yıl	0,3
Yetişkin Sığır 1-2 years	0,7
Yaşlı sığır >2 years	1
Kanatlı	0,004

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

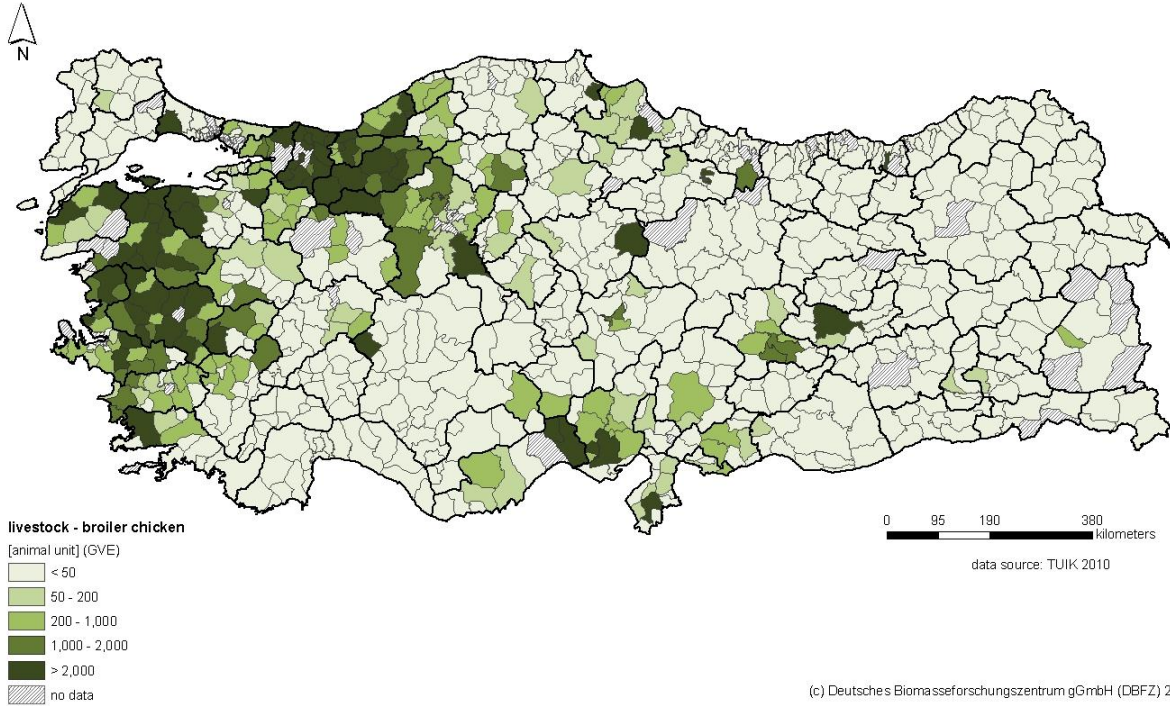
Hayvan birimi değerleri dikkate alınarak sığır ırkı göz önüne alındığında, Türkiye'nin kuzey doğusu yüksek potansiyele sahiptir. Fakat, gene de bu potansiyelin Türkiye'ye yayıldığını söylemek mümkündür. Kanatlı potansiyeli (et ve yumurta tavuğu) ise batı bölgelerinde daha yoğundur (Şekil 11). Özellikle et tavuğu tek başına ele alındığında, Balıkesir, İzmir, Manisa, Sakarya, Çorum illerinin, diğer illere nazaran daha yüksek potansiyele sahip olduğu görülmüştür (Şekil 12 ve Şekil 13).



Şekil 10: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış sığır potansiyeli dağılımı. Kaynak: [35].

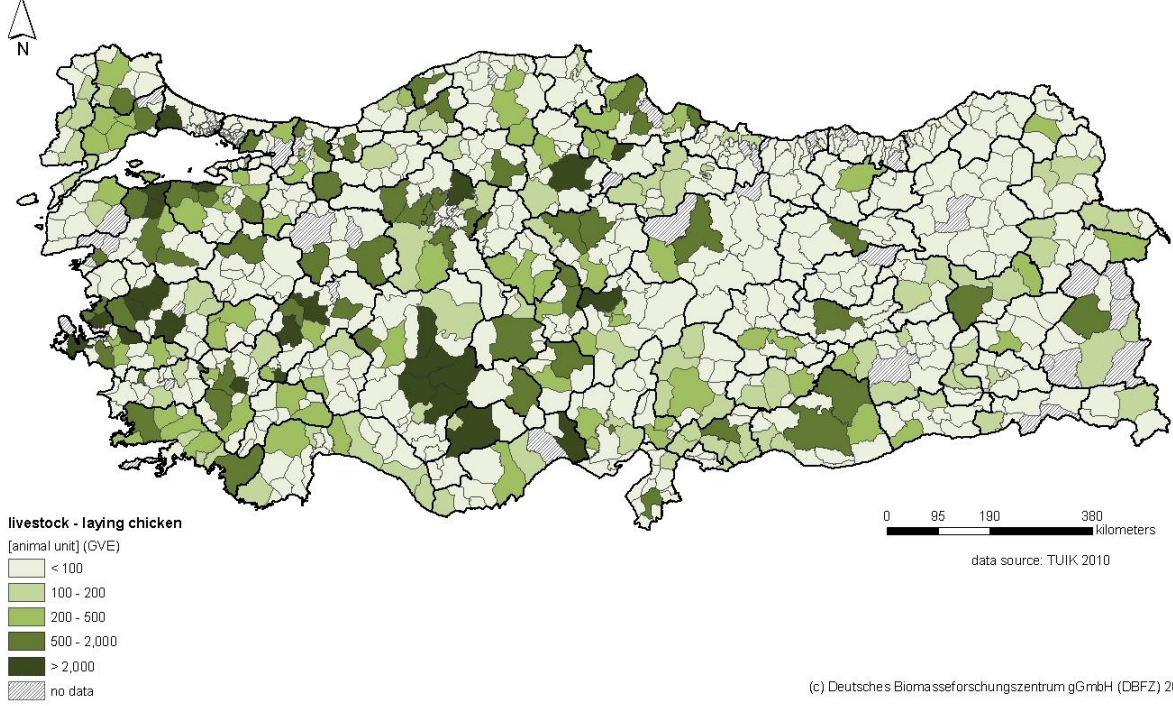


Şekil 11: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış kanatlı (et ve yumurta tavuğu) potansiyeli dağılımı. Kaynak: [36].



Şekil 12: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış et tavuğu potansiyeli dağılımı. Kaynak: [36].

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi



Şekil 13: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış yumurta tavuğu potansiyeli dağılımı.
Kaynak: [36].

Yaldız 2011, Ekinci et al. 2010 ve TÜBİTAK'tan alınan bilgiler ışığında, büyükbaş ve kanatlı atıklarının biyogaz potansiyel hesaplamaları yapılmıştır. Teorik biyogaz potansiyeli hesaplanırken, diğer kullanım yöntemleri ve otlatma süreleri dikkate alınmamıştır.

Tablo 13: Türkiye'nin batı bölgeleri. Kaynak: [14].

Marmara	Ege	Batı Anadolu	Akdeniz	Orta Anadolu	Batı Karadeniz
İstanbul	İzmir	Ankara	Antalya	Kırıkkale	Zonguldak
Tekirdağ	Aydın	Konya	Isparta	Aksaray	Karabük
Edirne	Denizli	Karaman	Burdur	Niğde	Bartın
Kırklareli	Muğla		Adana	Nevşehir	Kastamonu
Balıkesir	Manisa		Mersin	Kırşehir	Çankırı
Çanakkale	Afyon		Hatay	Kayseri	Sinop
Bursa	Kütahya		Kahramanmaraş	Sivas	Samsun
Eskişehir	Uşak		Osmaniye	Yozgat	Tokat
Bilecik					Çorum
Kocaeli					Amasya
Sakarya					
Düzce					
Bolu					
Yalova					



Tablo 14: Türkiye'nin doğu bölgeleri. Kaynak: [14].

Batı Karadeniz	Kuzey doğu Anadolu	Orta doğu Anadolu	Güney doğu Anadolu
Trabzon	Erzurum	Malatya	Gaziantep
Ordu	Erzincan	Elazığ	Adıyaman
Giresun	Bayburt	Bingöl	Kilis
Rize	Ağrı	Tunceli	Şanlıurfa
Artvin	Kars	Van	Diyarbakır
Gümüşhane	İğdir	Muş	Mardin
	Ardahan	Bitlis	Batman
		Hakkari	Şırnak
			Siirt

Teknik biyogaz potansiyeli hesaplamaları için Türkiye'nin batısı ve doğusu ayrı ayrı ele alındı (Tablo 13 ve Tablo 14). Türkiye'nin batısı, doğu ile kıyaslandığında daha büyük işletmelere sahiptir. Hayvanlar ahırlarda, çayır ve meralarda otlatılmadan tutulmaktadır. Doğu bölgelerinde ise uzun otlatma günleri, dışkının biyogaz üretimi için toplanmasını imkansız hale getirmiştir. Teorik biyogaz potansiyeli hesaplamaları için aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

- Batı bölgelerindeki büyükbaş: dışkı %100 mevcut,
- Doğu bölgelerindeki büyükbaş: dışkı%30 mevcut,
- Kanatlı: dışkı %100mevcut.

Ekinci et al. 2010, Kulcu 2007, Ekinci 2011'den elde edilen bilgilere göre, teknik biyogaz potansiyeli için ise mevcut dışkının, büyük baş için %50'si toplanabilir kabul edilirken, kanatlı için bu değer %99 olarak seçildi (Tablo 15).

Bu da demek oluyor ki, batıdaki büyük baş hayvanlar için kullanılabilir dışkı %50 iken, bu değer doğudaki büyükbaş hayvan dışkısı için %15'tir (korumacı yaklaşım).

Tablo 15: Hayvan türüne göre toplanabilir dışkı oranları. Kaynak: [1, 4].

Hayvan türü	Toplanabilir hayvan dışkısı oranları
Süt sığırı	0,5
Besi sığırı	0,5
Et tavuğu	0,99
Yumurta tavuğu	0,99

Toplam sığır popülasyonunun %89'u yetişkin, %11i ise yavru olarak kabul edildi. (TUIK veri tabanının tüm Türkiye için analizine dayanılarak). Yavru sığırlardan günlük elde edilebilecek atık miktarı, günlük yetişkin sığır atık miktarının yarısı olarak kabul edildi. Genç ve yetişkin sığır dışkıları için farklı dışkı

özellik varsayımları kabul edildi (Tablo 16). Kanatlı dışkı özellikleri için ise et ve yumurta tavuğu dışkıları ayrı ayrı ele alındı (Tablo 17).

Tablo 16: Yetişkin veya yavru olmasına bağlı olarak büyükbaş hayvan dışkı özellikleri.

Parametreler	Sığır (Yetişkin)	Slğır (buzağı)
kg dışkı/ hayvan *gün	37,5	9,4
tondışı/ hayvan *yıl	13,7	3,4
% Katı Madde oranı	14,5	14,5
% organik katı madde oranı	77,5	77,5
Taze madde içeriğine bağlı % Uçucu Katı içeriği	11,2	11,2
m ³ CH ₄ /kg UKdışı	0,2	0,2
m ³ CH ₄ /kg TMdışı	0,024	0,024
m ³ CH ₄ /hayvan *gün	0,9	0,2
m ³ CH ₄ /hayvan *yıl	323	80,8
TJ/ hayvan *yıl	0,0116	0,0029

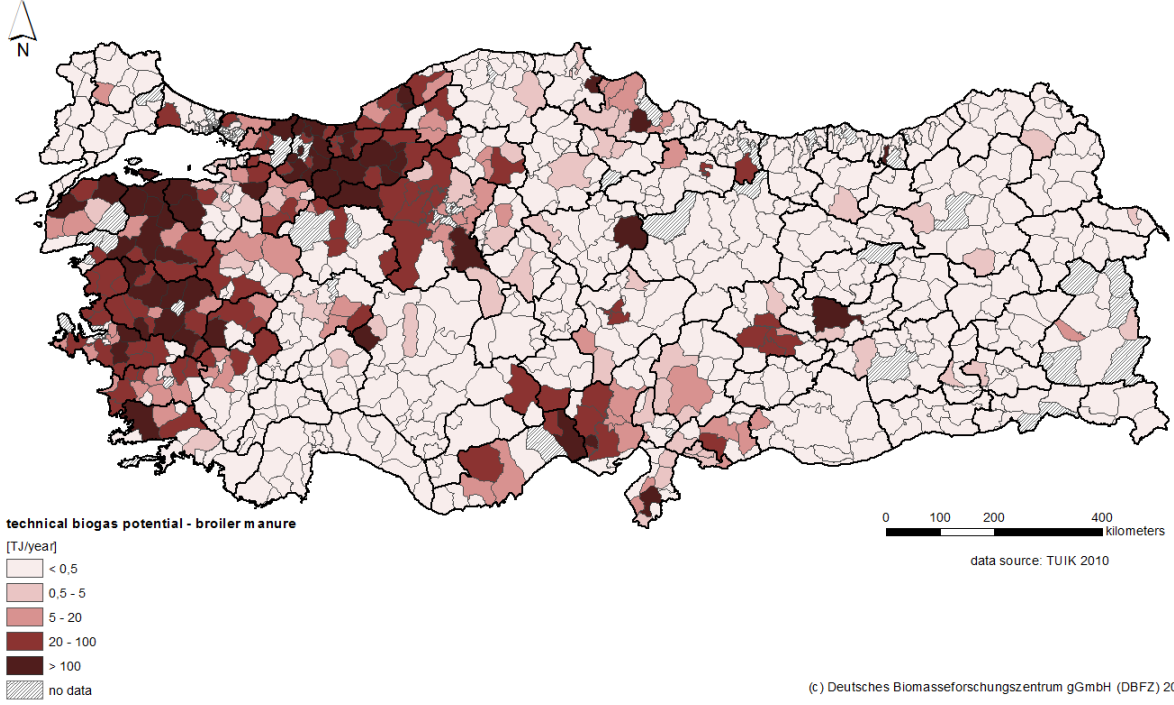
Tablo 17: Et ve yumurta tavuğu dışkı özellikleri.

Özellikler	Et tavuğu	Yumurta tavuğu
kg dışkı/ hayvan *gün	0,19	0,13
Taze madde içeriğine bağlı % Uçucu Katı içeriği	20	18,75
m ³ CH ₄ /kg UK	0,35	0,35
m ³ CH ₄ /kg TMdışı	0,07	0,066
m ³ CH ₄ / hayvan *gün	0,013	0,009
m ³ CH ₄ / hayvan *yıl	4,9	3,1
Biyogaz potansiyeli TJ/ hayvan *yıl	0,00017	0,00011

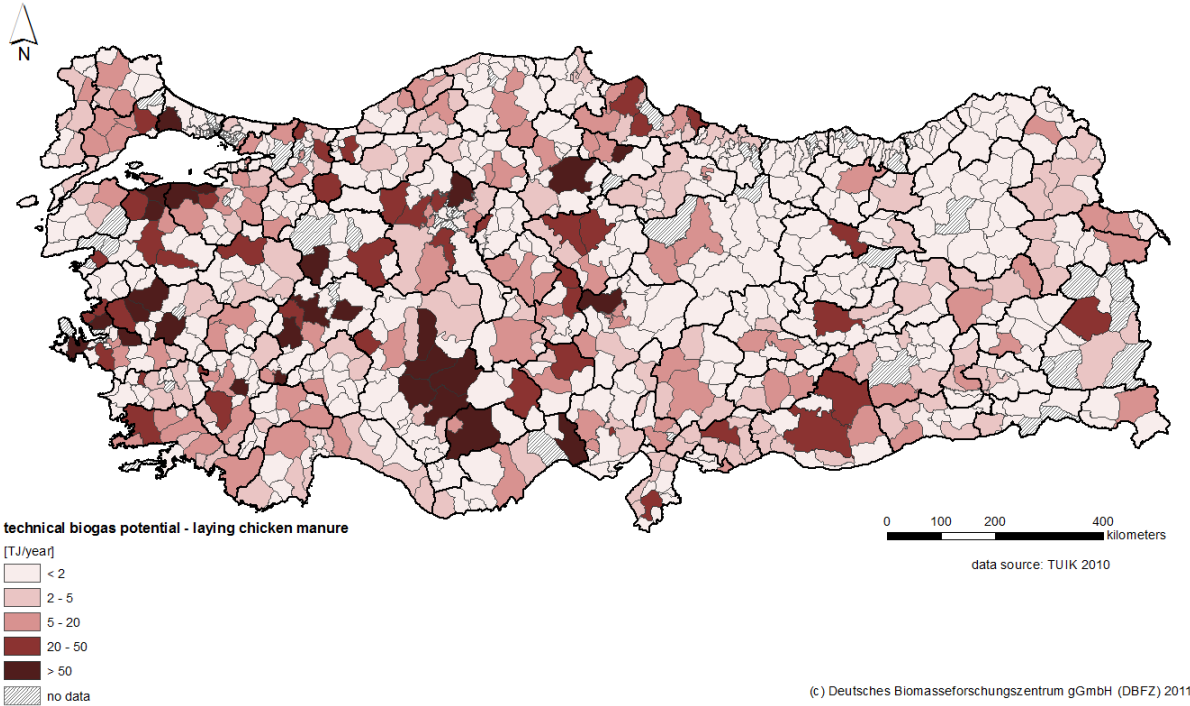
Ekinci et al. 2010'daki verilere dayanılarak, hayvan başına günlük atık miktarları ve metan verimleri varsayımları yapıldı [14].

Şekil 14 ve Şekil 15, ilçe bazında et tavuğu ve yumurta tavuğundan elde edilebilecek teknik biyogaz potansiyelini göstermektedir.

Sığır ve tavuktan elde edilebilecek ilçe bazlı toplam teorik biyogaz potansiyeli Şekil 16 da gösterilirken, toplam teknik biyogaz potansiyeli Şekil 17'de verilmiştir.

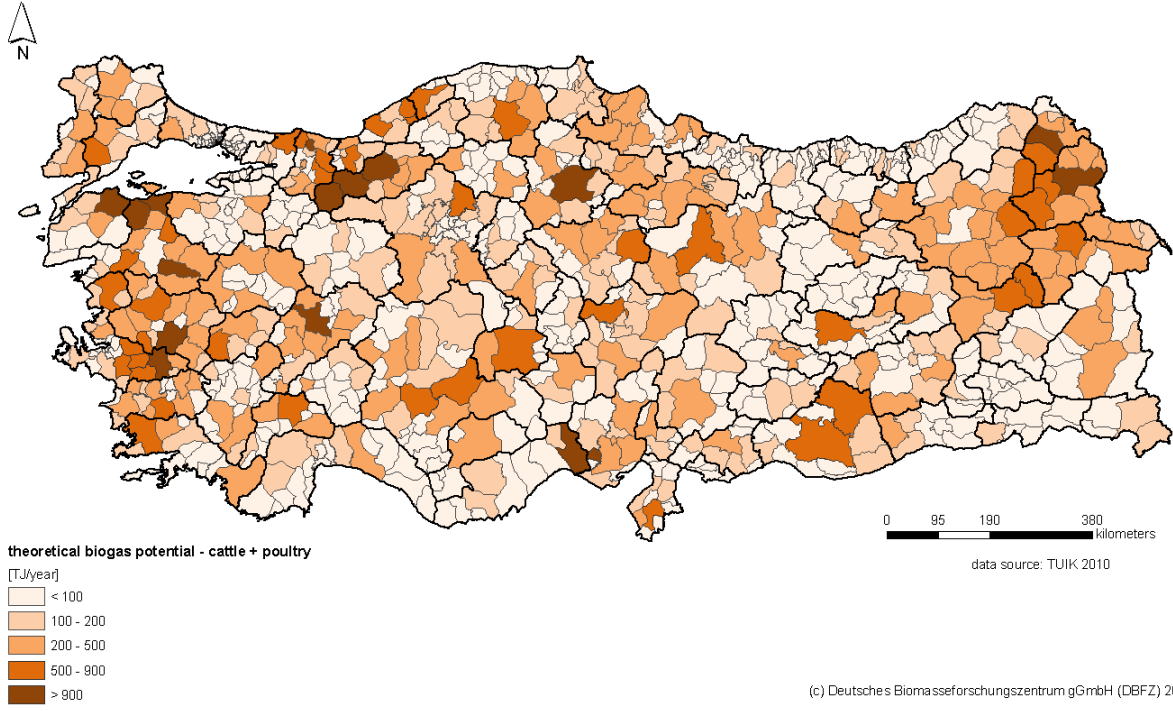


Şekil 14: İlçe bazında et tavuğu teknik biyogaz potansiyeli. Kaynak; [36]

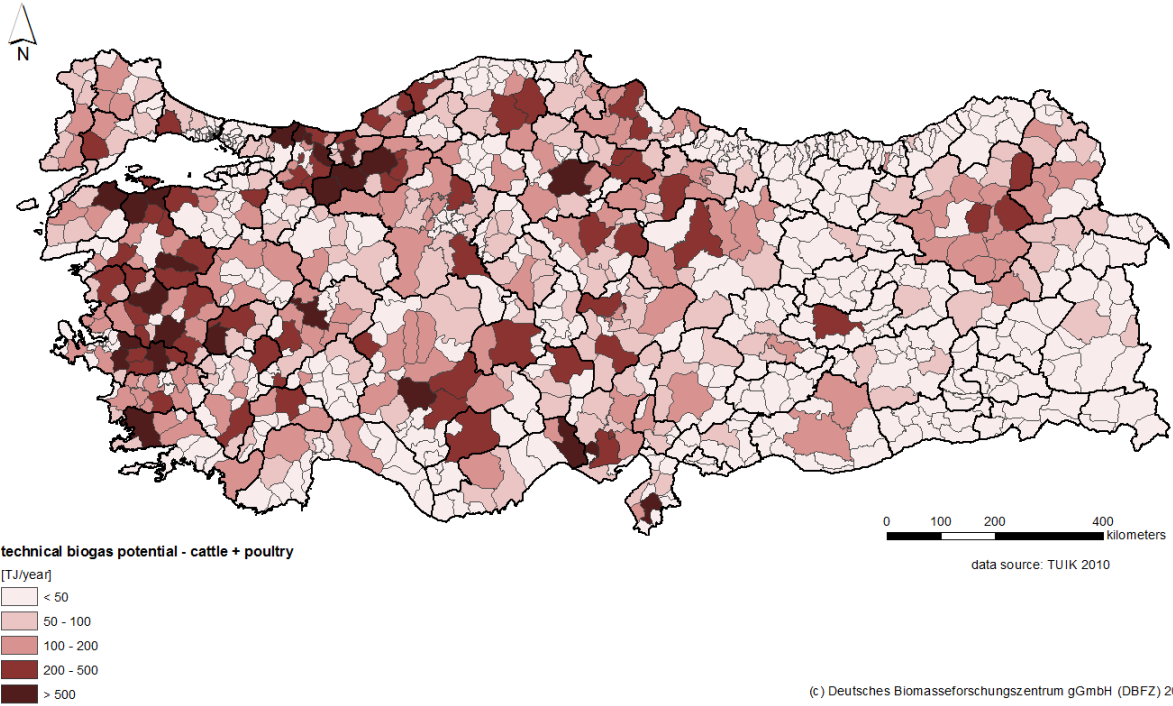


Şekil 15: İlçe bazında yumurta tavuğu teknik biyogaz potansiyeli. Kaynak; [36]

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi



Şekil 16: İlçe bazında sığır ve tavuktan elde edilebilecek toplam teorik biyogaz potansiyeli. Kaynak; [36].



Şekil 17: İlçe bazında sığır ve tavuktan elde edilebilecek toplam teorik biyogaz potansiyeli. Kaynak; [36].

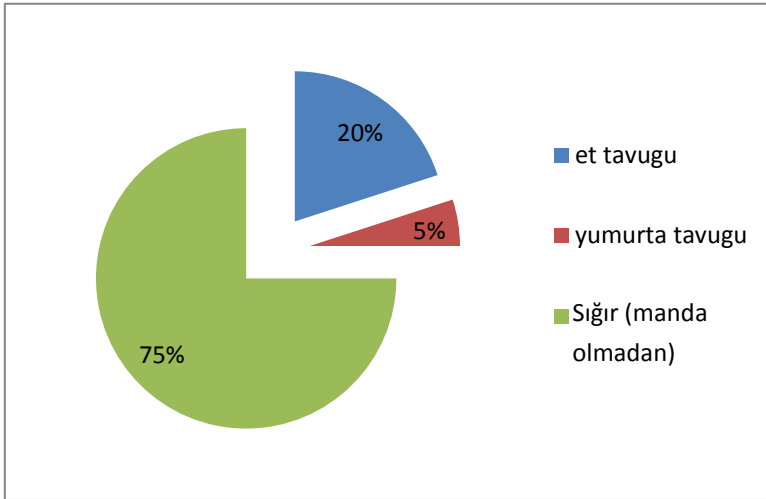


Hesaplamalar sonucunda, sığır dışkısından elde edilebilecek teorik biyogaz potansiyeli 107,8 PJ/yıl olarak bulunurken, kanatlı dışkısından elde edilebilecek teorik biyogaz potansiyeli 36,6 PJ/olarak bulunmuştur. Sığır ve kanatlı toplamında Türkiye'nin yıllık teorik biyogaz potansiyeli 144,4 PJ'dür (Şekil 18).

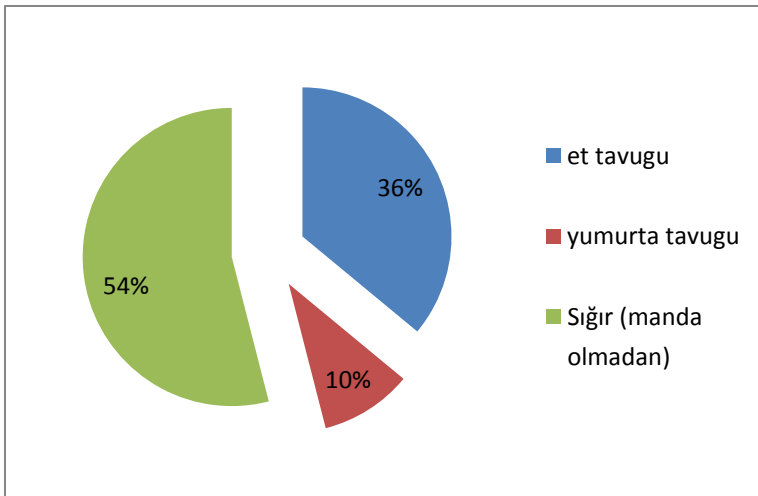
Sığır ve kanatlı birlikte ele alındığında, sığır dışkısı en yüksek biyogaz potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin batısı, kanatlılardan gelen yüksek teknik biyogaz potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin doğusu kanatlı sektöründe gelişmiş değildir.

Teorik biyogaz potansiyeli ele alındığında, sığırlardan kaynaklı potansiyel %76'lık kısmı oluştururken, bu değer, teknik biyogaz potansiyelinde Türkiye'nin doğusu ile batısı arasındaki, mümkün ve toplanabilir dışkı oranları farkı nedeniyle, %54'e düşer. Et tavuğu, yumurta tavuğu ile kıyaslandığında daha yüksek biyogaz potansiyeline sahiptir (Şekil 19).

Sığır ve tavuk dışkılarının toplam teknik biyogaz potansiyeli 78,4 PJ/yıldır (sığır dışkısı: 42,1 PJ/yıl; kanatlı dışkısı: 36,2 PJ/yıl).



Şekil 18: Hayvan türlerine göre teorik biyogaz potansiyel yüzde dağılımı.



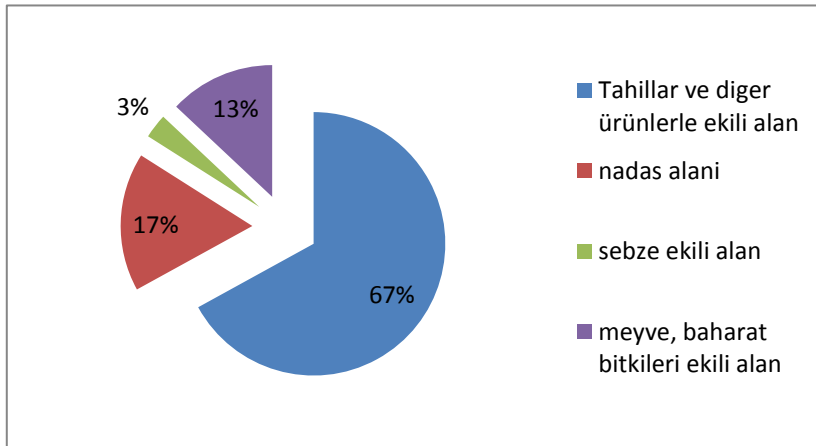
Şekil 19: Hayvan türlerine göre teknik biyogaz potansiyel yüzde dağılımı.

4.3.2. Tarımsal Artıklar

Türkiye'nin toplam yüzey alanı, 78 milyon hektar civarındadır [15]. Toplam tarım arazilerinin miktarı 24,4 milyon hektardır ve bunun da 4,25 milyon hektarını nadas alanları oluşturur [35]. Tarım arazilerinin 2010 yılı kullanım durumlarına göre yüzdelik dağılımı Şekil 20'de verilirken, ilçe bazında arazi kullanım dağılım haritası Şekil 21'de gösterilmiştir. TÜİK, 2010 [35] verilerine göre 16,3 milyon hektar alan tahıl ve diğer bitkilerin üretimi için kullanılırken, 8 milyon hektar sebze üretimi ve 30,5 milyon hektar meyve ve diğer baharat bitkilerinin üretimine ayrılmıştır.

20. yüzyıl boyunca nüfus artışından kaynaklanan baskı, tarım arazilerinin genişletilme çabaları için ormanların yok edilmesine ve erozyon nedeniyle iyi kalite toprağın yitirilmesine neden olmuştur. 1920li yıllarda 8 milyon hektar olan ekili tarım arazileri alanı, 1952 yılı itibari ile 19 milyon hektara ve 1991 yılı itibari ile yaklaşık 28 milyon hektar genişliğine ulaşmıştır. 1981 yılından beri, nadasa bırakılan arazilerin miktarca fazla olması, üretimi sınırlamaktadır. 1981 yılları civarında, devlet nadas arazileri üzerine yem bitkileri ekimini desteklemiş ve ekimin iki katına çıkarılması için çalışmalar yapmıştır. Devlet ayrıca, uzun dönemli arazi kullanımı politikasını da ele almıştır. Fakat tüm bu reformlar, devletin yetersiz çalışmaları, alternatif bitki seçeneklerinin olmayışı ve bazı çiftçilerin geçimlerini sağlamak dışında pek az seçeneği olması sebepleriyle, bir takım engellerle karşılaşmıştır. Karayolu ağının genişlemesi, sulama sistemlerinin gelişmesi ve yayın hizmetlerinin genişlemesi, arazi kullanımının nihai iyileştirilmesi için umut olmaya devam etmektedir [15].

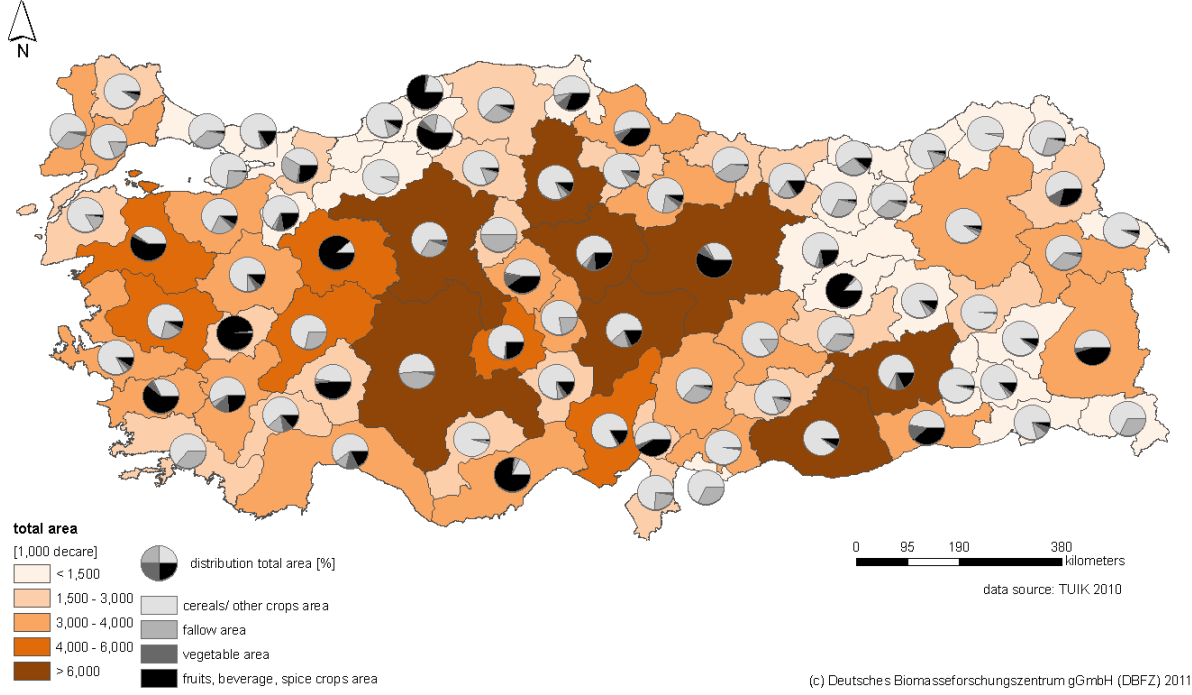
Ne yazık ki, Türkiye'de pek çok çiftçi ekilen bitkilere yeterli sulama olanağı sağlanamaması problemi ile karşılaşmaktadır. Yağışlar genelde, hemen gerisinde sıralanan dağlar nedeniyle kıyı kesimlerine düşmeye meyillidir. Buna rağmen, Anadolu Platosu dağlarla çevrili olduğundan en az yağış burdaki tarım arazilerine ulaşmaktadır. Yağış, bölgeler üzerinde büyük farklılıklar gösterse de, geniş alanlar için yeterli değildir. Dahası yağışlar yıldan yıla dalgalanmalar gösterdiğinden, bu durum hasatta da dalgalanmalara sebebiyet vermektedir. Sulamanın yetersizliği, sulama sistemi ana ekipmanlarının kurulumu ile toprak seviyesi ve çiftlik drenajı arasında ciddi gecikmelere neden olmaktadır. Dahası sulaması yapılabilen arazilerden maksimum verim alınması için uygun bitki ekimi ile alakalı araştırma ve çiftçi eğitimleri yetersizdir [15].



Şekil 20: Tarım arazilerinin kullanım yüzdesi dağılımı. Kaynak: [35].



Türkiye'de özellikle Orta Anadolu'da nispeten daha geniş olan tarım arazileri, tahıl, meyve ve sebze üretimi için kullanılmaktadır. Ürünler, farklı iklim ve toprak koşulları nedeniyle bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir (Şekil 21).

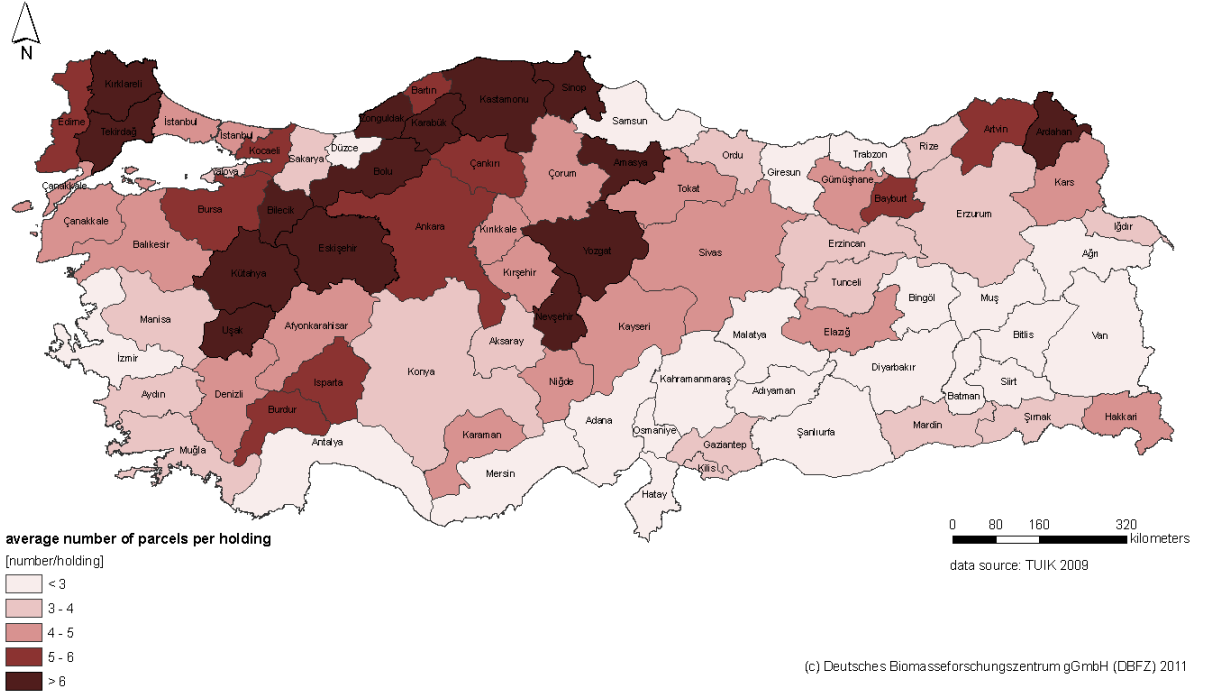


Şekil 21: Türkiye'deki tarım arazilerinin dağılımı. Kaynak: [35].

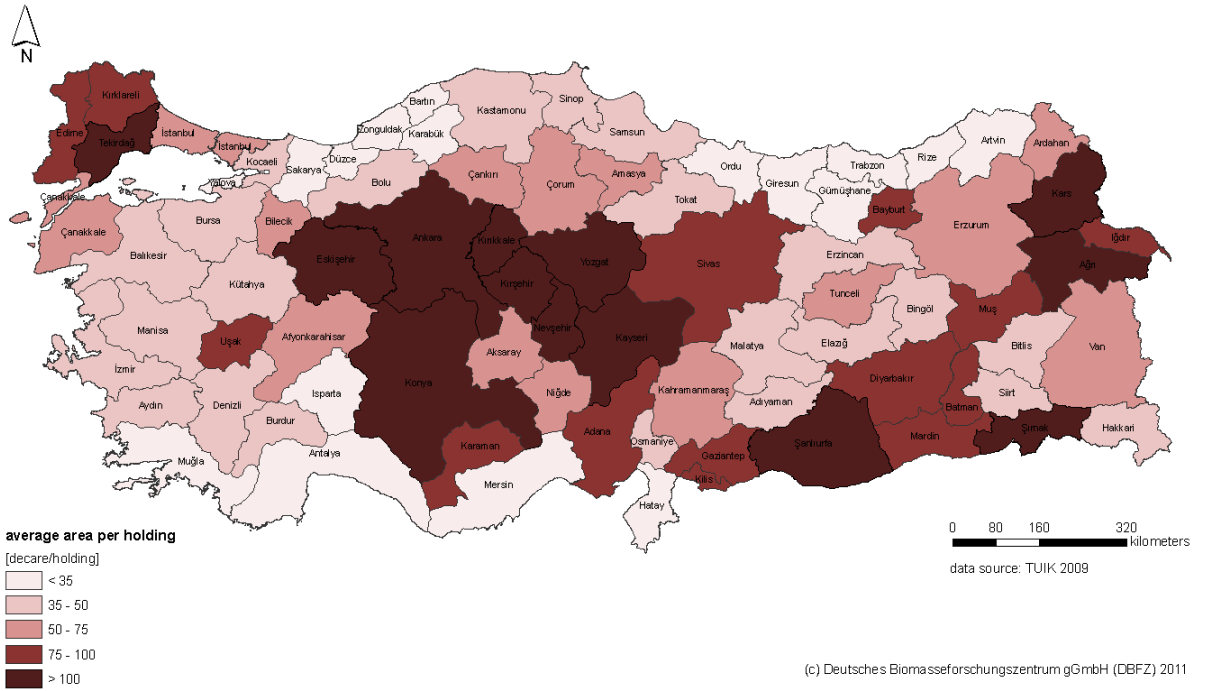
Küçük boyutlu çiftlikler, Türk tarımının karakteristik özelliğidir (Şekil 22). Bu durum ne yazık ki, çiftliklerden alınan ürünlerin, ülke potansiyeline kıyasla oldukça düşük kalmasına neden olmaktadır. Küçük çiftliklerin en büyük nedeni, miras sorunları sonucu çiftçilerin çoklu parsel yapılı, küçük tarım arazilerine sahip olmalarıdır (Şekil 23). Genelde parseller arası mesafe fazladır. Küçük ölçekli çiftliklerin diğer bir nedeni ise Türkiye'nin farklı yükseltilere sahip yüzey alanıdır.

Tarımı etkileyen diğer bir problem ise toprak kalitesi ile alakalıdır. Türkiye toprakları genel olarak düşük organik madde miktarı ve yüksek asidite ile karakterize edilir. Bu durum bitki için iz elementlerden yararlanmayı zorlaştırmaktadır [11]. Bu nedenle özellikle Orta Anadolu Bölgesi'nde olmak üzere çok fazla nadas alanı mevcuttur.

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

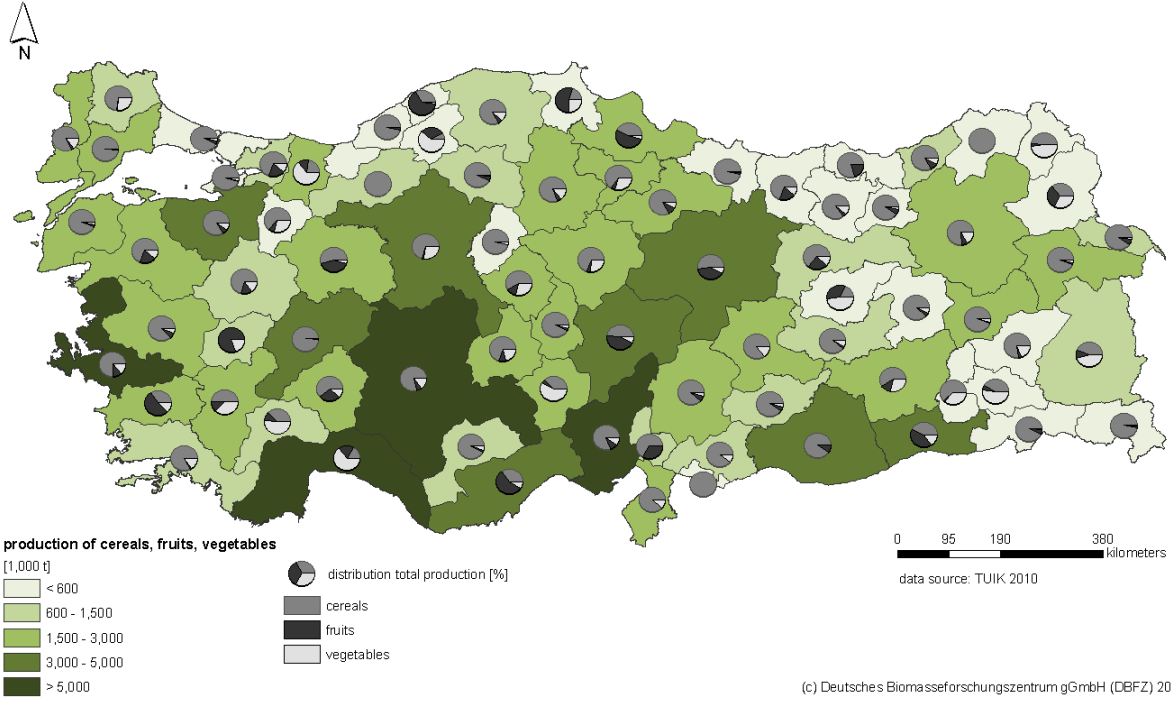


Şekil 22: İşletme başına düşen parsel sayılarının dağılımı. Kaynak: [35].



Şekil 23: İşletme başına düşen ortalama alan dağılımı. Kaynak: [35].

Şekil 24 Türkiye'deki il bazında tahıl, meyve ve sebze üretim dağılımını göstermektedir.



Şekil 24: Türkiye'deki il bazında tahıl, meyve ve sebze üretim dağılımı. Kaynak: [35].

Tarımsal aktivitelerden kaynaklı atıkları üç ayrı kategoride toplamak mümkündür[25]:

1. Yıllık ekinler hasat edildikten sonra tarlada kalan artıklar; Türkiye'nin başlıca yıllık ekinlerini tahıl, darı, pamuk, pirinç, tütün, ayçiçeği, yer fıstığı, soya fasulyesi oluşturur.
2. Uzun ömürlü bitkilerin budanmasından sonra kalan ağaç kabukları, çekirdekler,
3. Tarım-Sanayi atıkları, pamuk çırçırılama, tohum yağı endüstrisi, zeytin yağı endüstrisi, pirinç sanayi, mısır sanayi, şarap ve çekirdek fabrikaları gibi.

Tarımsal artıkların biyogaz potansiyel hesaplamaları için, domates artıkları, tahıl sapları, şeker pancarı yaprakları ve nadas arazileri üzerinde ekimi mümkün enerji bitkileri ele alınmıştır.

Profesör Yıldız'dan alınan bilgilere göre, Türkiye'nin tarımsal artıklarına ilişkin var olan durum aşağıdaki şekilde özetlenebilir [6]:

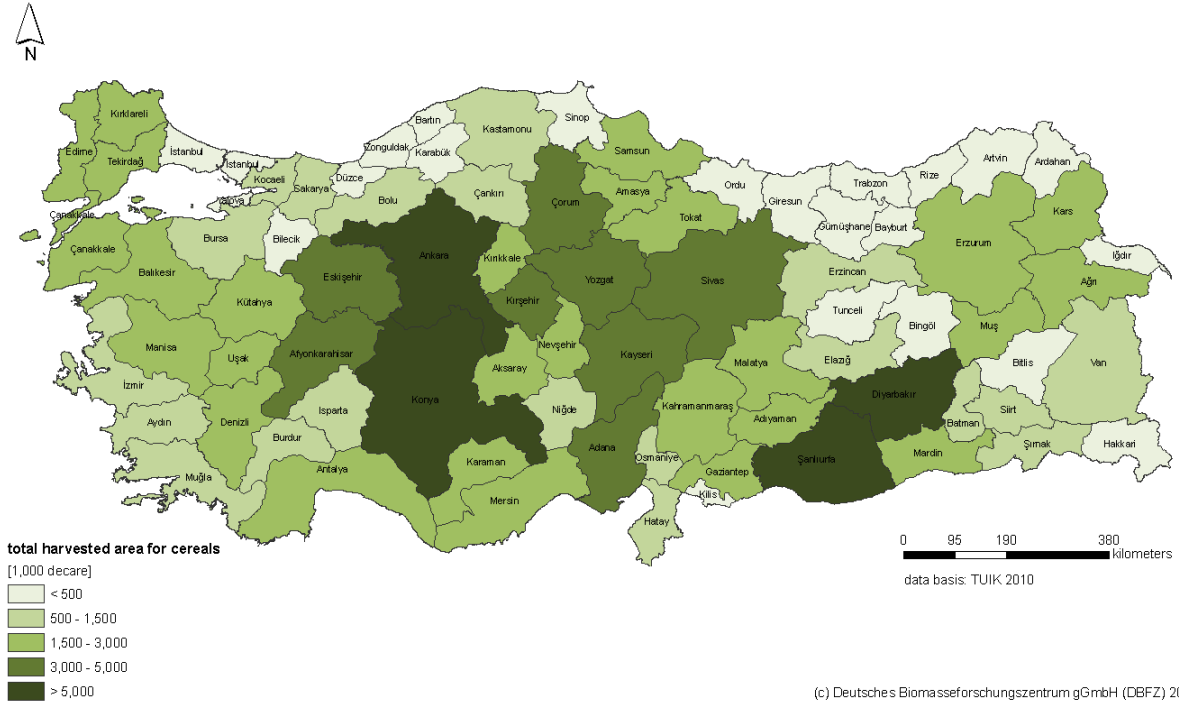
"Hasat zamanından sonra, tarımsal ekinlerin artıkları genelde toplanır ve depolanır. Depolama süresince bu artıklar kurutulur. 3-4 ay sonra ise yakılırlar. Genel olarak, taze materyal biyogaz üretimi için kullanılmalıdır. Diğer türlü, artıkların silolanması şarttır. Silolama işleminden sonra bu silaj tüm yıl boyunca biyogaz üretimi için kullanılabilir. Fakat, bu yöntem oldukça pahalıdır ve geniş alana ihtiyaç vardır, ne yazık ki tarım arazileri Türkiye'de pahalıdır". [6]

Dahası, tarımsal artıkların mevcudiyeti ve toplanabilmesi pek çok parametreye bağlıdır (örn. teknik ekipman, mevcut kullanım yöntemleri).

Tahıl sapları

Türkiye'de toplam tarım arazilerinin %67'si tahıl üretimi için kullanılmaktadır. Buğday üretimi, toplam tahıl üretimi içinde %54'lük paya sahiptir (Şekil 20). Özellikle, Ankara, Konya, Şanlıurfa ve

Diyarbakır, yüksek tahıl potansiyeline sahiptir (Şekil 25). Farklı tahıllar farklı miktarda artık oluşturur. En yüksek miktarda artık (kg/da) sorgumdan (süpürge darısı) elde edilebilir. Buğday saplarından uygun teknoloji mevcut ise (yüksek ön işlem) ya da şeker pancarı gibi çabuk bozunabilir ürünlerle beraber kombine etmek mümkünse, yüksek miktarda biyogaz elde edilebilir. Dahası, humusun yeniden üretilme potansiyeli için sapların bir kısmı tarlada bırakılmalıdır. Bu durum, toprağın yapısına bağlı olarak değişir ve gerçekçi oranların belirlenmesi için Türkiye bazında, toprak kalitesi ile alakalı detaylı araştırma yapılması gereklidir. Sapların mevcut kullanım yöntemleri ile ilgili daha fazla bilgi edinilmesi de gereklidir. Türkiye'de sapların en yaygın kullanımı hayvancılıkta yem olmaktadır. Sapların yakılması da diğer bir yaygın uygulamadır. Bu durum nitrat kaybına, hava kirliliğine ve sera gazı emisyonlarında artışa neden olmaktadır. Biyogaz tesislerinden gelen son katı ürün, digestat gübre olarak kullanılabilir. Bu yolla, hektar başına tahıl üretim verimini, toprağın kalitesini artırmak ve hava kirliliğini azaltmak mümkündür.



Şekil 25: Tahıl hasat arazilerinin dağılımı. Kaynak: [35].

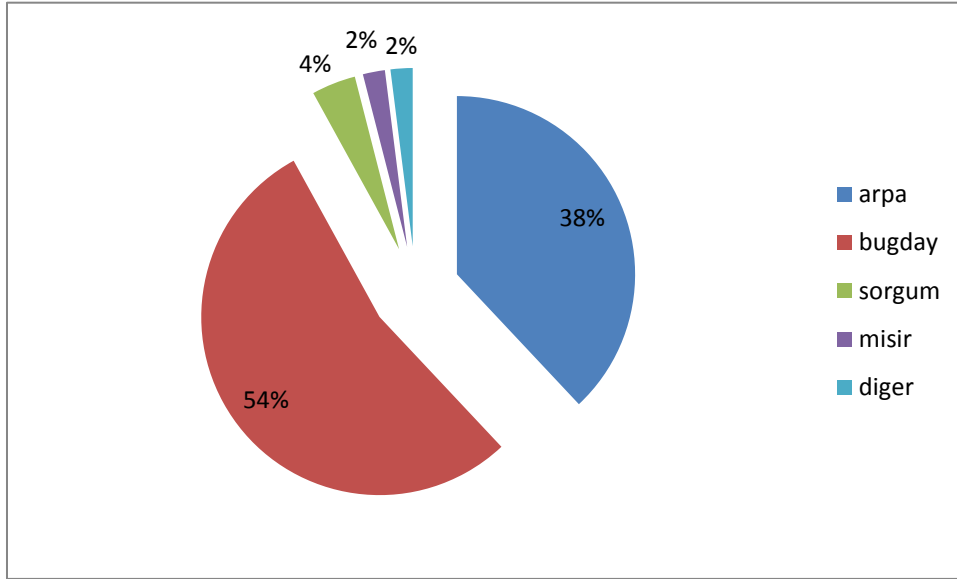
Tahılın biyogaz potansiyel hesaplarını yapabilmek için, TUİK, 2010 veri tabanında yayınlanan tahıl hasat arazilerinin büyüklüğü (da) vefarklı tahılların potansiyel sap artık miktarları (kg/da) için ise Teknodan çalışması kullanılmıştır (Tablo 18). İstatistiki veri tabanı, mısır, darı ve mısır silajı için farklılık göstermektedir. Tahıl saplarının hesabı, mısır silajı dikkate alınmadan yapılmıştır. Çünkü, mısır silajı, Türkiye'de yem olarak kullanılmaktadır. Mısır üretiminin çoğu ile mısır silajı oluşturulmaktadır, bu da tüm bitkinin zaten kullanıldığı anlamına gelir. Bu nedenle mısır artıklarından gelen potansiyel hesaplanırken sadece mısır ve darı ele alınmıştır. Tüm bu bilgiler ışığında, Türkiye'nin toplam tahıl sapı miktarı 51.452.330 ton/yıl olarak bulunmuştur.



Tablo 18: Farklı tahıl türlerinden elde edilmesi mümkün artık miktarları. Kaynak: [23].

Tahıl çeşidi	Artık miktarları kg/da
Arpa	200
Buğday	325
Çavdar	450
Pirinç	600
Mısır	1480
Sorgum	1975
Tritikale	738
Yulaf	434

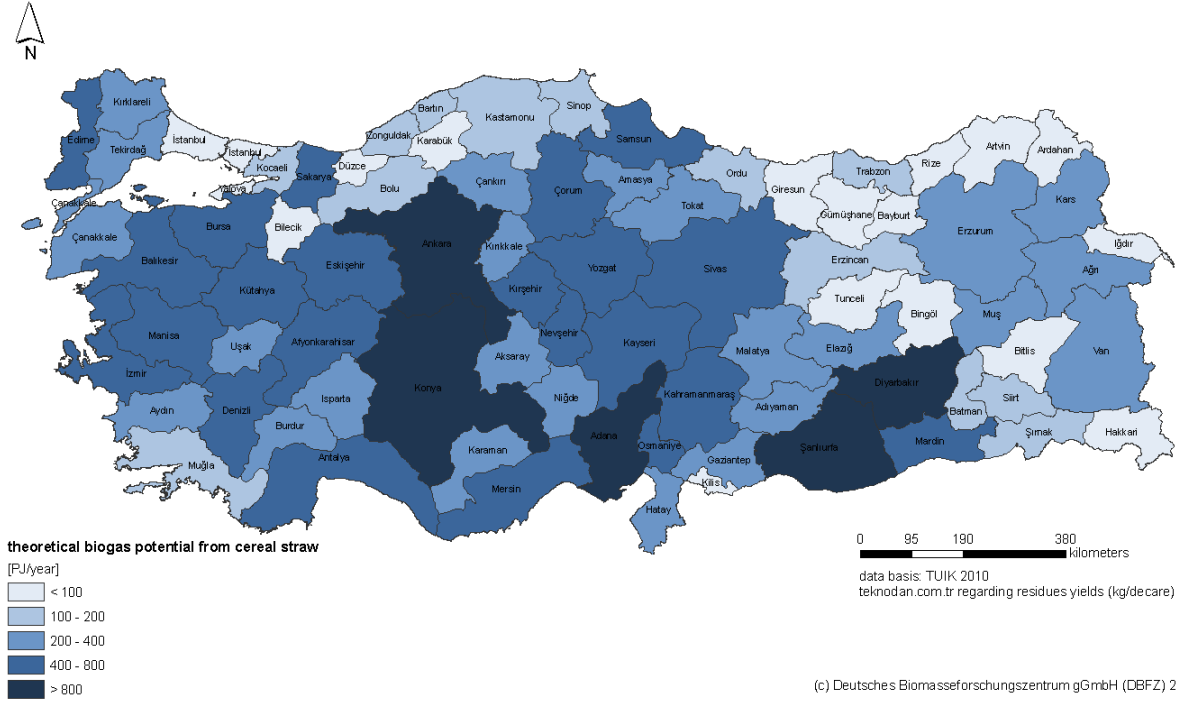
Kullanılan tahıl arazileri dikkate alındığında, en fazla alanın buğday (>%53) ve üretimine ayrıldığı görülmektedir.



Şekil 26: Tahıl arazilerinin tahıl çeşitlerine göre kullanım dağılımı. Kaynak: [35].

Hesaplamalar sonucu, tahıl saplarının toplam teorik biyogaz potansiyeli 276,74 PJ/yıl bulunmuştur. Teknik biyogaz potansiyeli ise sapların mevcut kullanım yöntemleri ve toprağın kalitesine bağlıdır. Eğer Kaltschmitt/Hartmann 2001 verileri dikkate alınır, teknik biyogaz potansiyelinin, teorik biyogaz potansiyelinin %10'una denk geldiği varsayımı yapılabilir ve (Almanya için %10-30 arasında değişmektedir) tahıl saplarının teknik biyogaz potansiyeli 27,67 PJ/yıl olarak bulunabilir. En yüksek sap potansiyeli buğday (>%53) ve arpadan gelmektedir. Şekil 27'ye göre Ankara, Adana, Konya, Diyarbakır ve Şanlıurfa, en yüksek tahıl sapı biyogaz potansiyeline sahiptir.

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

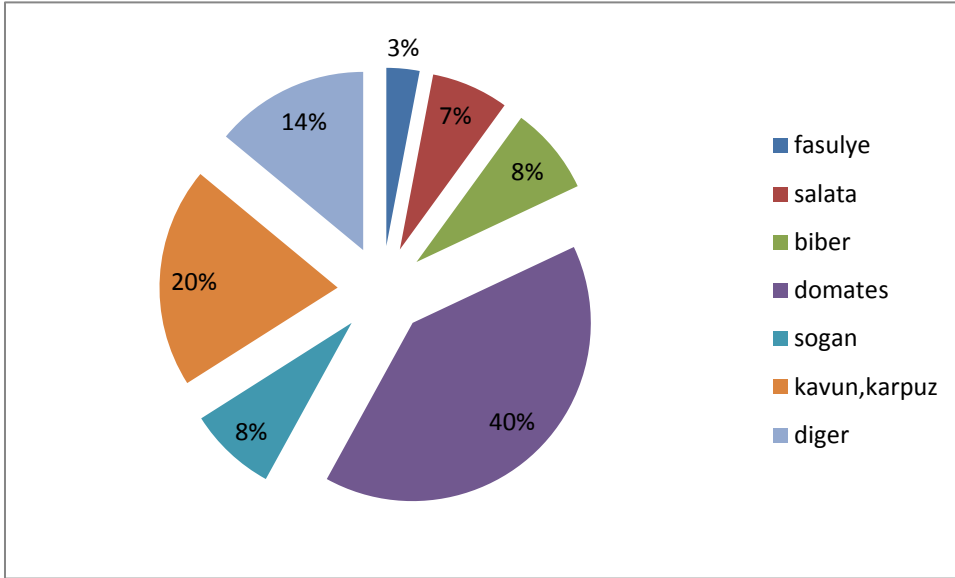


Şekil 27: Tahıl saplarının teorik biyogaz potansiyeli. Kaynak: [35].

Sonuçları kontrol edebilmek amaçlı ikinci hesaplamada Alman darı-sap oranları kullanılarak tekrar yapıldı (Ek 14). Türkiye'deki şartlarla kıyaslandığında, Almanya'daki sap miktarının daha yüksek olduğunu belirtmek gerekir (darı: sap- oranı). Yıldız, 2011'e göre [2] buğday-sap oranı 1:1'dir. Alman oranları dikkate alındığında teorik biyogaz potansiyeli 210 PJ/yıl (yem için kullanılan mısır hariç) ve teknik biyogaz potansiyeli (teorik potansiyelin %10'una denk geldiği varsayımı yapılırsa) ise 21 PJ/yıl olarak bulunmuştur.

Sebze Üretimi Artıkları

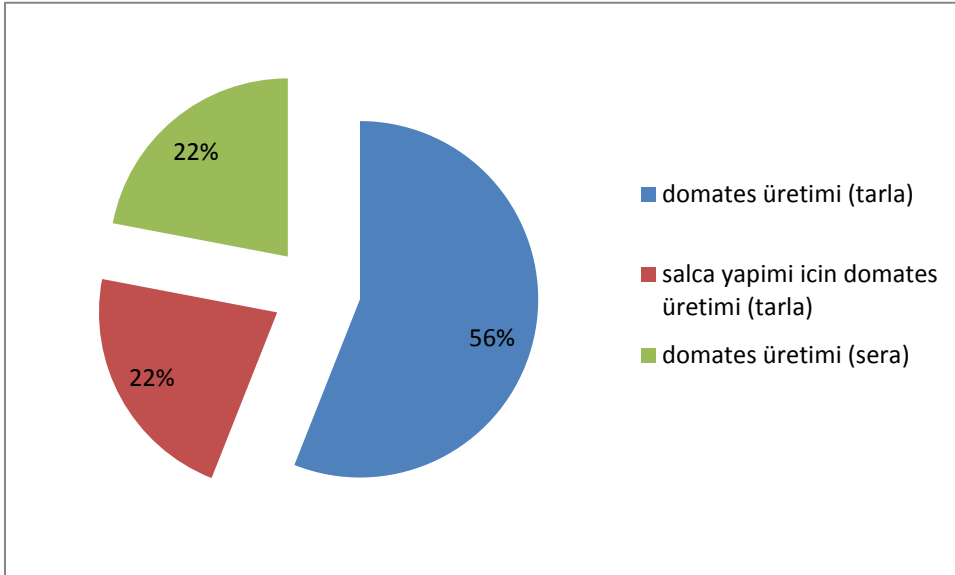
Şekil 28, Türkiye'deki en çok üretilen sebzeleri göstermektedir. Üretilen sebzelere bakıldığında domates üretiminin büyük öneme sahip olduğu görülmektedir (toplam sebze üretiminin %40'ı).



Şekil 28: Türkiye'deki en yaygın olarak üretilen sebzelerin yüzde dağılımları. Kaynak: [35].

Türkiye'de yüksek miktarda domates üretilmektedir. Özellikle kıyı kesimlerde üretim fazladır. Patlıcan, biber ve domates artıkları, biyogaz tesislerinde kullanılmak için uygundur, fakat, silaj oluşturulması gereklidir. Depolanması için çok fazla alan gerekli olması, bu artıkların kullanımını pahalılaştırır [6].

Türkiye'nin toplam domates üretim miktarı 12,9 milyon ton/yıldır [35]. Üretim, seralarda ve tarlada olmak üzere iki şekilde yapılır. Üretimin çoğu tarlada, az bir kısmı ise seralarda gerçekleştirilmektedir (Şekil 29).



Şekil 29: Sera ve tarladaki domates üretim dağılımı. Kaynak: [35]

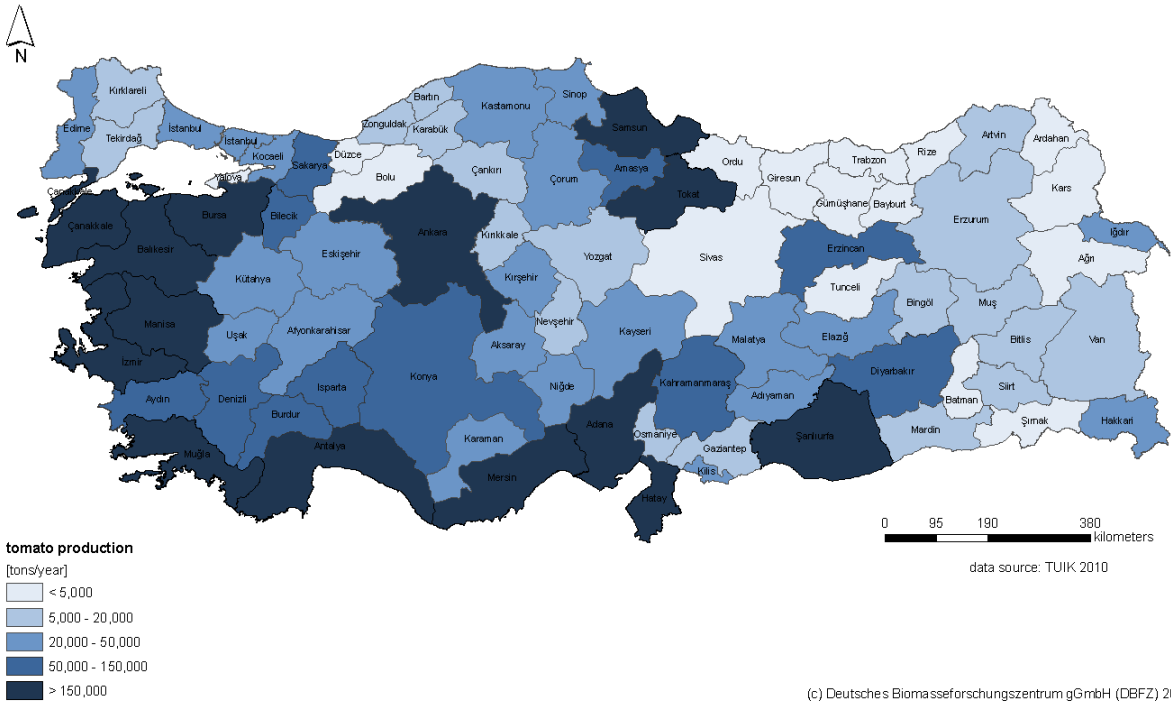
Yaldiz, 2011 [2], seralarda domates üretim verilerine göre, domates üretim verimi 200 t/ha ve elde edilebilir domates artığı ise hektar başına 70 t olarak kabul edilebilir. Son olarak, domates artığı: domates üretimi oranı 0,35 varsayılmıştır. Dahası, seralardaki üretim verimi tarladakinden yüksek kabul edilmiştir [2]. Tarladaki üretimden gelen artıkların, seradaki üretimden gelen artıklara

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

oranı 1/3 olarak hesaplanmıştır (70 ton/ha *1/3 = 23 ton/ha). Ulusoy et al. 2009'a göre [62], Bursa ilindeki domates üretim verimi 52,3 ton/ha*yıldır. Bu nedenle, domates artığı:tarladaki domates üretimi oranı 0,45 kabul edilmiştir.

Tablo 19: Domates artıklarının özellikleri.

	Ton TMDomates artığı/ ha *yıl	Ton TMDomates ür./ ha *yıl	hesaplanmışoran fondomates artığı/ ton domates *yıl	Kuru madde içeriği %	organikKuru madde içeriği %	m ³ CH ₄ /t _{DM}	m ³ CH ₄ /t _{DM} domates artığı	TJ/t TMDomates artığı *yıl
Domates artığı (sera)	70,0	200,0	0,35	35,0	80,0	200,0	56,0	0,00202
Domates artığı(tarla)	23,3	52,3	0,45	35,0	80,0	200,0	56,0	0,00202



(c) Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ) 2011

Şekil 30: Domates üretimi (ton/yıl) dağılımı. Kaynak: [35].

Hesaplamalar sonucunda,tarladan gelen domates artıklarının teorik biyogaz potansiyeli 9.041 TJ/ yıl ve seralardan gelen domates artıkları için ise bu değer 2.004 TJ/yıl olarak bulunmuştur. Tarlalar için teknik biyogaz potansiyelinin, teorik biyogaz potansiyelinin %25'ine eşit olduğu varsayılrken, seralar



İçin bu değer %90 olarak kabul edilmiştir. Toplamda domates artıklarının teknik biyogaz potansiyeli 4.064 TJ/yıl olarak hesaplanmıştır.

Şeker Pancarı Yaprakları

Şeker pancarı üretimi özellikle Konya'da yüksektir. Şekerpancarı artıkları, biyogaz üretimi için uygundur ve miktarı, toplamadan sorumlu teknik ekipmana bağlı olarak değişir. Eğer tüm bitki (yapraklar ve pancar) kullanılırsa, pozitif ekolojik etki oluşacaktır (tarlada sera gazı emisyonlarında düşüş, hektar başına yüksek biyokütle verimi).

TÜİK, 2010 verilerine göre, Türkiye'de 3.291.669 dekar alan şeker pancarı üretimine ayrılmıştır. Üretim miktarı ise 17.942.112 ton/yıldır. Şeker pancarının yaprağa oranı 0,7 olarak kabul edilirse, şekerpancarı yaprakları miktarı 12.559.478 ton/yıl olarak bulunur.

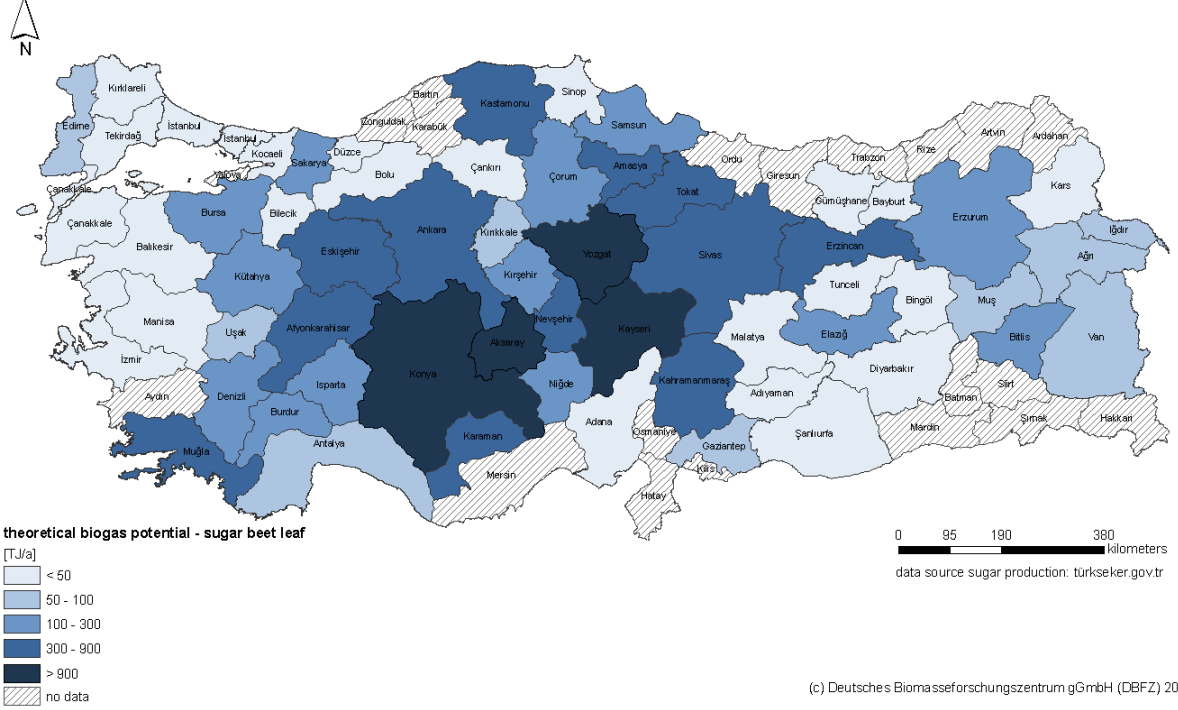
Tablo 20'de özetlenmiş varsayımlara dayanılarak, şeker pancarı yapraklarının biyogaz potansiyeli 17.517 TJ/yıl olarak bulunmuştur. Teknik potansiyelin, teorik potansiyelin %25'ine denk geldiği varsayılırsa, şekerpancarı yapraklarının teknik biyogaz potansiyeli 4.379 TJ/yıl bulunur.

Tablo 20: Şeker pancarı yapraklarının özellikleri. Kaynak: [51].

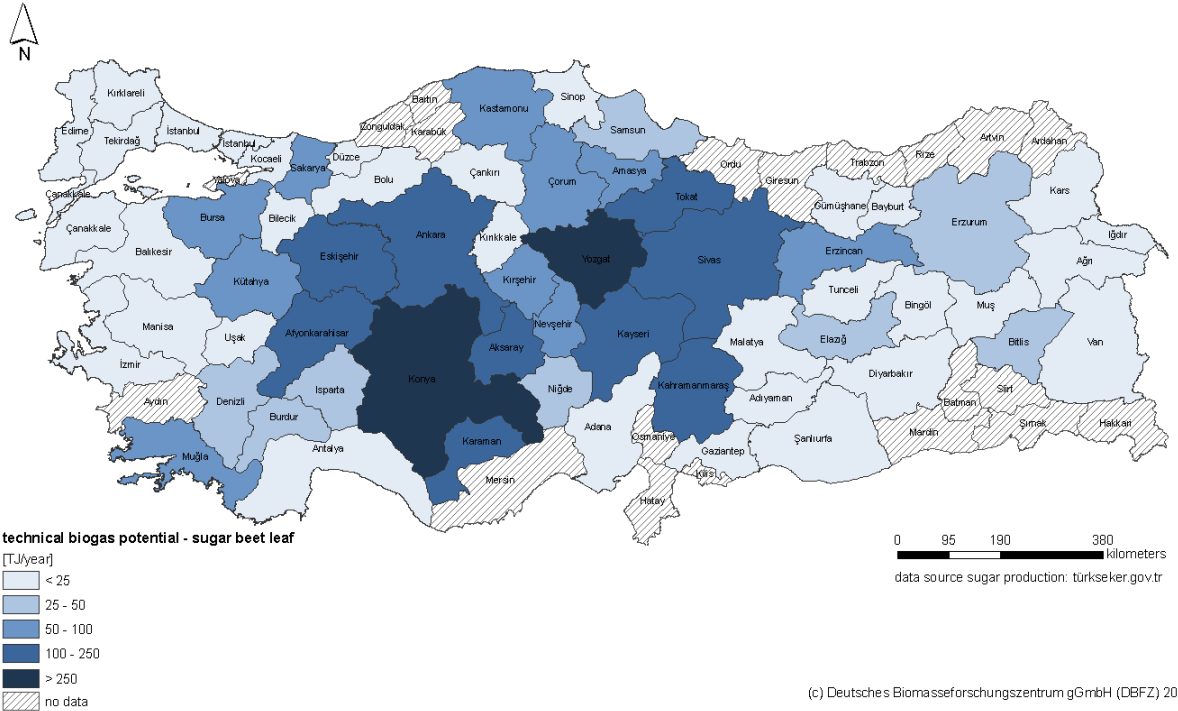
Substrat	pancar – yaprak oranı	KM %	oKM %	Metan içeriği %	metan verimi [m ³ / t oKM]
Şekerpancarı yaprağı	0,7	16	77,5	54,5	313

Konya, Aksaray, Yozgat, Kayseri illeri, yüksek şeker pancarı yaprağı biyogaz potansiyeline sahiptir (Şekil 31: teorikbiyogaz potansiyeli, Şekil 32: teknikbiyogaz potansiyeli).

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi



Şekil 31: Şeker pancarı yaprağı teorikbiyogaz potansiyeli dağılımı.

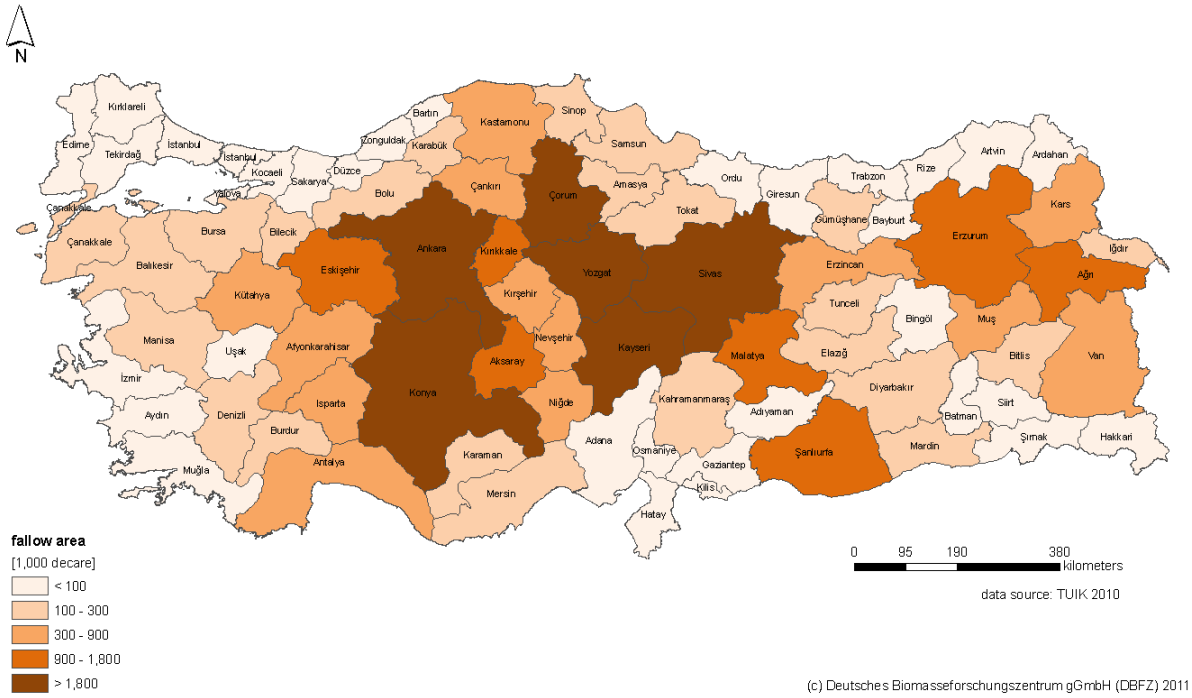


Şekil 32: Şeker pancarı yaprağı teknikbiyogaz potansiyeli dağılımı.



4.3.3. Nadas Arazilerindeki Enerji Bitkileri

Türkiye’de toplamda 4.249.025 ha [35] alan, sulama sorunları, ormanların yok edilmesinden kaynaklı erozyon, toprağın kalitesi (yüksek pH, düşük mineral oranı) ve veraset konularından kaynaklı küçük ölçekli tarım işletmeleri yüzünden, kullanımda değildir. En geniş nadas alanları Orta Anadolu Bölgesi’nde bulunmaktadır (Şekil 33).



Şekil 33: İl bazında Türkiye’deki nadas alanlarının dağılımı. Kaynak: [35].

Nadas alanları enerji bitkileri yetiştiriciliği için değerlendirilebilir, ancak, toprağın kalitesi, iklim koşulları, tohum fiyatları bu duruma engel oluşturmaktadır. Çimen, hemen her türlü toprak yapısında yetiştirilebilir ve toprağın korunmasına yardım eder. Ne yazık ki, çimenin biyogaz üretiminde kullanılmadan önce ön işleme tabi tutulması gerekir.

Nadas alanları üzerinde yetiştirilebilecek enerji bitkilerinin biyogaz potansiyel hesaplamalarına yönelik varsayımlar aşağıda listelenmiştir:

- Muhafazakar yaklaşım: nadas alanları üzerinde sadece çimen yetiştirme
- Çimen: 27,1 ton T_M /ha, 143 m³ biyogaz/ton T_M , %55 metan içeriği.

Varsayımlar sonucu, 4,25 milyon hektar nadas alanından elde edilebilecek biyogaz potansiyeli 325,1 PJ/yıl olarak bulunmuştur. Eğer toplam nadas alanlarının %25’i (1,06 milyon ha) enerji bitkileri yetiştiriciliğinde (çimen) kullanılırsa, teknik biyogaz potansiyeli 81,3 PJ/yıl olarak hesaplanabilir. Ancak, Türkiye’de yem piyasasının öneminden ötürü, yem bitkileri yetiştiriciliği, enerji bitkisi yetiştiriciliğinden daha büyük öneme sahiptir.

Dahası, Türkiye'de var olan ekilebilir alanların ne yazık ki çoğu kullanımda değildir ve bu alanlar da enerji bitkisi yetiştirme amaçlı değerlendirilebilir. Bazı çiftçilerin ürünleri satılmadan ellerinde kalmaktadır. Bu nedenle enerji bitkileri yetiştiriciliği pek çok bölgede alternatif çözüm olabilir.

4.3.4. Tarım-Sanayi Atıkları

Türk tarım-sanayi endüstrisi, başlıca zeytin, et, şeker pancarı ve süt sektörlerine dayanmaktadır. Toplam nüfusun, %35'ini kırsal kesimler oluşturmakla beraber, yine toplam nüfusun %66'sı tarım sektöründe çalışmaktadır. Tarım faaliyetlerinin yaklaşık 1/3'lük oranı hayvancılıkla alakalı aktiviteler olmakla beraber, 2.5 milyon kadar çiftlik ve işletme bulunmaktadır [9].

Eğer başa çıkılmazsa, tarım-sanayi atıkları ciddi çevre sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle tarım-sanayi atıkları, bertaraf edilmeden önce, en uygun ve ekonomik yolla arıtılmalıdır. Anaerobik arıtım, tarım sanayi atıklarının güvenli bir şekilde arıtılabilmeleri için iyi bir seçenektir. Çünkü, anaerobik arıtımın, düşük enerji ihtiyacı, arıtım sonucu düşük biyokütle oluşumu, ekonomik olarak değerli son ürün oluşumu (metan/biyogaz), sezonluk operasyonlara uygun oluşu, yüksek organik yüklemeleri kaldırabilmesi gibi pek çok avantajları vardır [55]. Tarım-sanayi atıklarının farklı biyogaz ve metan potansiyelleri vardır.

Tarım-sanayi atıklarının biyogaz potansiyeli hesaplamalarında, peynir altı atık suyu, mezbaha atıkları, şeker pancarı pres keki, molaz, zeytin yağı işletmeleri atıksuyu, meyve suyu atıkları ve biyoetanol üretiminden gelen draf (posa) ele alınmıştır.

Şeker Pancarı Fabrikalarından Gelen Atıklar

Türkiye'de 33'ü devlete bağlı, 9'u özel, toplam 42 şeker fabrikası bulunmaktadır [64]. Tüm fabrikalar, atıksularını, enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kullanmaktadır [2]. 25 devlete bağlı şeker fabrikası ele alındığında, kapasiteleri, molaz, küspe/pres kek miktarlarının, aşağıda listelendiği şekilde olması beklenir:

- Toplam şeker üretim kapasitesi: 106.657 ton/gün
- Toplam molaz miktarı: 394.250ton/yıl
- Toplam küspe/pres kek miktarı: 2.778.544 ton/yıl.

Tablo 21: Pancar pres keki ve molazın özellikleri: [51].

Substrat	KM	oKM	Biyogaz verimi	Biyogaz verimi	metan içeriği	metan verimi
	%	%	[m ³ / t TM]	[m ³ / t oKM]	%	[m ³ / t oKM]
molaz	85	87,5	316	425	72,5	308
Pancar pres keki	24	95	68.4	300	72,5	218

Tablo 21'de verilen bilgiler doğrultusunda, teorik biyogaz potansiyeli aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

- Molaz: 3.253 TJ/yıl = 3,25 PJ/yıl
- Şeker pancarı pres keki: 4.960 TJ/yıl = 4,96 PJ/yıl



Toplam (pres kek ve molaz) teorik biyogaz potansiyeli 8,21 PJ/yıl olarak bulunmuştur. Pres kek ve molazın büyük bir çoğunluğu yem olarak kullanılmaktadır.

Biyometanol Üretimi Atıkları

2'si işletmede, 1'i ise denemede olan toplam 3 biyometanol tesisi (Bursa, Konya, Adana) bulunmaktadır. Bu tesislerin toplam kapasitesi 150.000 m³/yıldır (Tablo 22). Biyometanol üretiminden gelen (draf) posa biyogaz üretiminde kullanılabilir.

Tablo 22: Türkiye'deki biyometanol tesisleri.

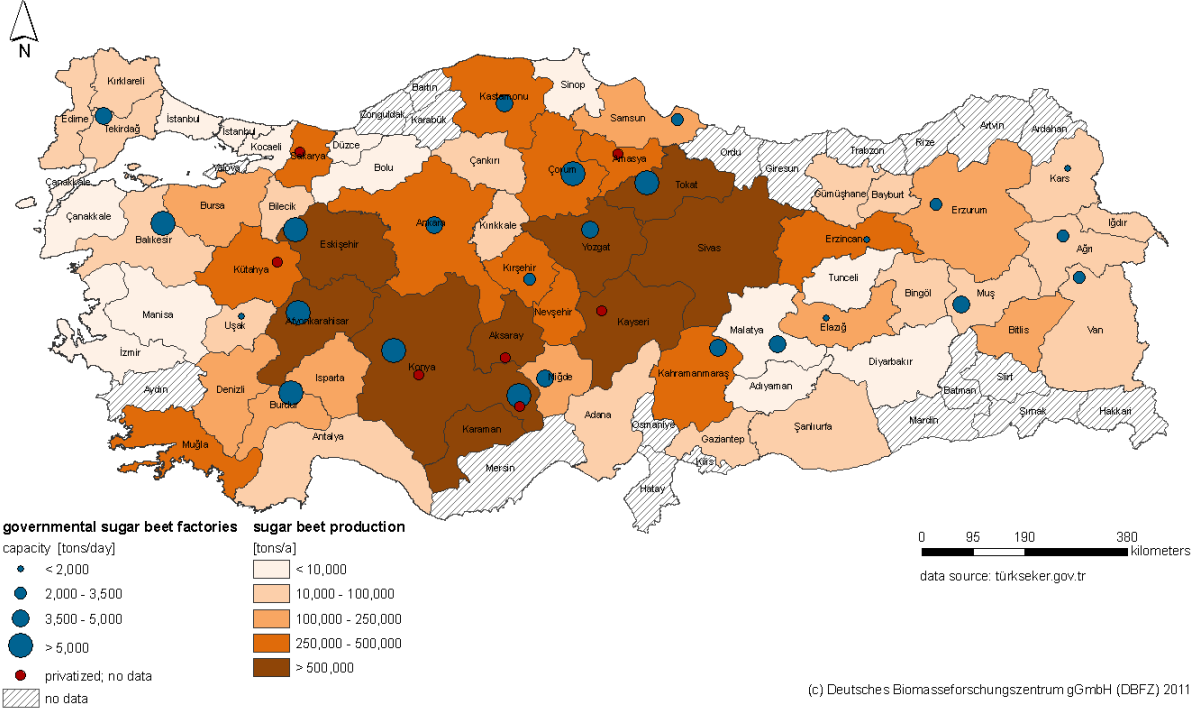
İl	İlçe	Tesis adı	Üretim kapasitesi m ³ /yıl	Hammadde	durum
Konya	Meram	KONYA ŞEKER	84.000	Şeker pancarı	işletmede
Bursa	Mustafakemalpaşa	TARKIM	40.000	Şeker pancarı	işletmede
Adana		TEZKİM	26.000	Şeker pancarı	denemede

Posa (draf):biyometanol oranı 9:1 kabul edilmiş olup [52], metan verimleri için FNR, 2010 (Leitfaden Biogas [68], patates posası)'da kabul edilen varsayımlar ele alınmıştır. Varsayımlar sonucu, toplam posa (draf) miktarı (Tablo 23) 1.350.000 t/yıl olarak bulunmuştur. Posanın (draf) teorik biyogaz potansiyeli ise 874,8 TJ/yıl = 0,87 PJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Tesislerin yıl boyu %90 oranında işletmede oldukları varsayılarak, teknik biyogaz potansiyeli 0,79 PJ/yıl olarak bulunmuştur.

Tablo 23: Biyometanol üretiminden gelen posanın (draf) özellikleri. Kaynak: [51].

Substrat	posa: biyometanol ür. oranı	KM %	oKM %	Biyogaz verimi [m ³ / t TM]	Metanverimi [m ³ / t TM]	metaniçeriği %
posa (biyometanol üretimi)	9:1	6	85	34	18	52,9

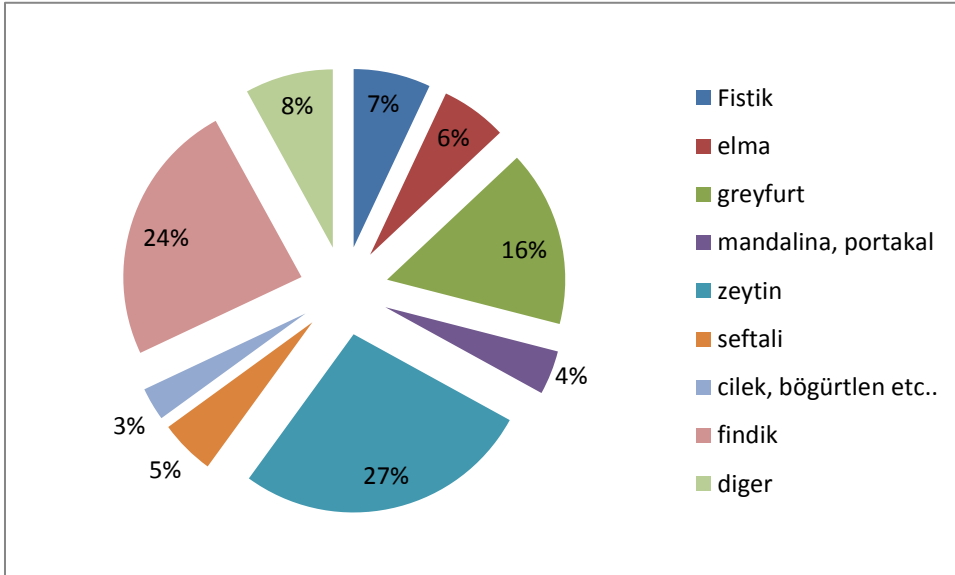
Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi



Şekil 34: Türkiye'deki şeker fabrikalarının dağılımı. Kaynak: [48].

Meyve Üretimi Atıkları

Şekil 35'te Türkiye'nin en çok üretilen meyveleri verilmiştir. Toplam üretilen meyvelerin, %27'sini zeytin, % 24'ünü ise fındık, fıstık oluşturur.



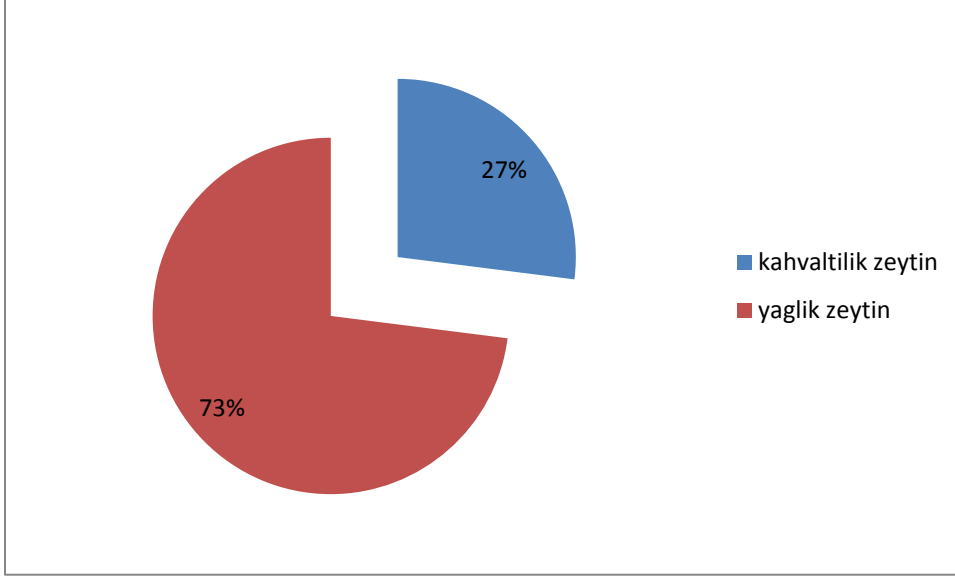
Şekil 35: Türkiye'nin en yaygın meyvelerinin üretim yüzdeleri dağılımı (ton/yıl). Kaynak: [35]

Zeytin yağı üretiminden gelen pres kek (prina), biyogaz üretimi için oldukça uygundur, fındık atıkları ise termo-kimyasal konversiyon için daha uygundur.



Zeytin Üretimi Atıkları

Türkiye, İspanya, İtalya ve Yunanistan'dan sonra en önemli zeytin ve zeytin yağı üreticisi ülkedir. Zeytinyağı üretim fabrikaları genelde, Akdeniz, Ege ve Marmara denizi kıyılarına konumlanmış ve %95 lik dünya zeytin yağı üretimini yapan küçük işletmelerdir. Zeytin üretiminin %70'den fazlası, yağ üretimi için kullanılır. Türkiye'de çoğu küçük ölçekli, yaklaşık 900 zeytinyağı fabrikası bulunmaktadır.



Şekil 36: Kullanım durumuna göre zeytin üretimi. Kaynak: [35].

TÜİK, 2010 verilerine göre, üretilen 1.040.000 ton/yıl zeytin, zeytinyağı fabrikalarında kullanılmaktadır. Fabrikalarda yağ üretimi için, süreksiz basınç (klasik proses) ya da katı/sıvı santrifüj (santrifüj proses) uygulanır. İki proses tipi de aynı iki farklı atık oluşturur ve bunlardan ilki solvent ekstraksiyonu yoluyla geri kazanılması gereken yağ içeren prina ve ikincisi kara su da denilen üretim atık suyudur. Zeytin yağı üretim atıkları, yüksek potansiyele sahiptir ve başa çıkılmazlarsa, çevre kirliliğine sebep olurlar. Zeytin pres kekinin belli bir miktarı, ısınma amaçlı kullanılırken, kalan kısmı boş arazilere yığılmaktadır. Sezonluk üretim periyotları yüzünden, karasu çevreye büyük tehdit oluşturur. Karasu arıtmaya çalışılmaktadır ve başka bir kullanım yolu yoktur [20]. Karasuyun arıtılmasının güçlükleri aşağıda listelendiği şekildedir;

- yüksek organik yüklenme;
- sezonluk işletme;
- araziye yayılım oranlarının yüksek olması;
- Biyolojik olarak bozunması zor, uzun zincirli yağ asitleri ve fenolik içeriğinin olması.

Zeytin yağı üretimi, klasik veya santrifüj proses metotlarından biri uygulanarak gerçekleştirilir [8] (Tablo 24).

- Süreksiz Proses (Basınç)
- Sürekli Proses (Santrifüj Prosesi) :

i) 2-fazlı (karasu üretimi yok)

ii) 3-fazlı (karasu üretilir)

Tablo 24: Zeytin yağı üretim proseslerinin karşılaştırılması. Kaynak: [8].

Üretim prosesi	Girdi	Girdi miktarı	çıkıtı	Çıktı miktarı
Geleneksel	zeytin	1.000 kg	yağ	c. 200 kg
Basınç Prosesi	Yıkama suyu	0.1-0.12 m ³	katı atık (c.	c. 400 kg
	Enerji	40-63 KWsaat	25 %su+ 6 %yağ)	
			atıksu (c.88 %su)	c. 600 kg
3 fazlı dekantör	zeytin	1.000 kg	yağ	c. 200 kg
	yıkama suyu	0,1-0,12 m ³	katı atık (c. 50 %su+	c. 500-600 kg
	Dekantör için su	0,5-1 m ³	4 %yağ)	
	Saf olmayan yağ için su	c. 10 kg	atıksu (c.94 %su	c. 1.000-1.200 kg
	Enerji	90-117 KWh	+1 %yağ)	
2 fazlı dekantör	zeytin	1.000 kg	yağ	200 kg
	Yıkama suyu	0,1-0,12 m ³	katı atık (c. 60 %su+	900-950 kg
	Enerji	<90-117 KWsaat	3 % yağ)	

Sanayi Bakanlığı'nın 2011 verilerine göre, 5 kg zeytinden, 1 kg yağ ve 2 kg zeytin pres keki elde edilir.

1 kg zeytinden, 0,4 kg pres kek elde edilebileceği varsayımından (Tablo 24) [8] yola çıkılarak; zeytin pres keki miktarı 416.000 ton/yıl olarak bulunmuştur.

Zeytin pres kekinin biyogaz verimi çok geniştir. Pres kekin yağ içeriği kullanılan teknolojiye bağlı olarak değişir. Pres kek (prina) ve karasu (OMWW) biyogaz üretim prosesini negatif yönde etkileyebilecek fenol (karbolik asit)içeriğine sahiptir.

Prinanın biyogaz verimi DBFZ-Laboratuar'ında yapılan testler vasıtası ile bulunmuştur (Tablo 25), burada Türkiye'den getirilen prina örnekleri (çekirdekli ve çekirdeksiz) incelenmiştir. Posa ve çekirdek içeren 1. Prina örneğinden en yüksek miktarda biyogaz verimi elde edilmiştir. Sadece çekirdeklerin incelendiği 3. örnek ise en az biyogaz verimi sağlamıştır.

Prinanın laboratuar testleri baz alınarak bulunmuş metan verimi 89 m³/t_{DM}'tir. Toplam metan miktarı ise 37.026.736 m³ bulunmuştur. Sonuç olarak, prinanın teorik biyogaz potansiyeli 1.333 TJ/yıl (= 1,33 PJ/yıl) olarak hesaplanmıştır. Eğer teknik biyogaz potansiyelinin, teorik biyogaz potansiyelinin %90'ına denk geldiği varsayılırsa, teknik biyogaz potansiyeli 1,2 PJ/yıl bulunur.



Tablo 25: DBFZ laboratuvarındaki zeytin örneklerinin özellikleri.

Örnek adı	Biyogazverimi [N/kg_{OTS}]	KM [%]	oKM [%]	Metan içeriği [%]	Metan verimi [$\text{m}^3/\text{t}_{\text{TM}}$]
1. Zeytin pres keki, prina	203	93,13	94,16	50	89,0
2. Zeytin pres keki (sadece posa)	104	87,47	86,88	50	39,5
3. Zeytin pres keki (sadece çekirdek)	49	89,89	97,43	50	21,5

Karasu, yüksek organik madde ve polifenol içeriğine sahiptir ve asidik bir yapısı vardır. Bu nedenle, çevresel problemlere yol açarlar. Karasuyun biyogaz prosesinde başka substratlarla beraber kullanımı, dikkat edildiği sürece iyi sonuçlar verebilir.

Karasu için varsayımlar (OMWW):

- Azbar, 2011'e göre, geleneksel presleme yöntemi kullanıldığında: 1 kg zeytin, 0,4 kg pres kek (%25 su), 0,2 kg yağ ve 0,6 kg atıksu (%88 su) oluşturur.
- Karasunun metan oranı 57,5L CH₄/L kabul edilmiştir [55].

Hesaplamalara göre karasu miktarı yıllık 624.000 tondur. Anaerobik çürütücüde kullanılması şartıyla karasuyun metan miktarı yıllık 35.880.000 m³'dir (karasuyun yoğunluğu: 1 kg/l). Karasuyun teorik biyogaz potansiyeli 1.292 TJ/yıl (= 1,29 PJ/yıl) olarak bulunmuştur. Teorik potansiyelin %90'ının kullanılabilmesi düşünülürse, teknik biyogaz potansiyeli 1,2 PJ/yıl bulunur.

Meyvesuyu Üretimi Atıkları

Meyve suyu üretiminden gelen meyve posaları, biyogaz tesislerinde kullanılabilir. Türkiye'de her yıl ortalama 771.100 ton (2008) meyve ve sebze, meyvesuyu üretimi amacıyla kullanılmaktadır [66] (Tablo 26).

Tablo 26: Meyve suyu üretim prosesine giden meyve miktarları, 2005 -2008 (1000 ton).Kaynak: [66].

Meyve türü	2005	2006	2007	2008
vişne	37,1	52,2	72,6	54,6
kayısı	30,8	36,1	38,2	74,9
şeftali	75,9	65,3	90,1	118,8
elma	409,2	282,9	356,8	333,8
portakal	33,1	37,8	53,3	63,9
nar	17,6	46,6	57,5	49,5
havuç			30,6	30,7
üzüm	10,9	8,4	18,3	16,9
çilek			4,1	7,7
greyfurt				5,5
ayva			7,5	4,5
domates	4,6	4,9	3,9	4,4
limon				2,7
diğerleri	10,2	47,9	4,3	3,2
TOPLAM	629,4	582,1	737,2	771,1

Ruiz Fuertes, 2009, [69] turunçgillerin yüksek karbonhidrat içeriği dolayısıyla, biyogaz tesislerinde kullanılabilir olduğunu söyler. Ancak, turunçgillerin esans yağ içeriği, biyogaz üretimini inhibe edici etkiye sahiptir. Özellikle limonun esans yağ içeriği (limonene) yüksektir. Bu nedenle turunçgillerin ön arıtımı özellikle atıklardaki limonene esans yağını azaltmak ya da elimine etmek ve biyogaz üretimini artırmak amacıyla şarttır (örn.penisilin ile biyolojik ön işlem, buhar distilasyonu ya da sıvı emme) [69]. Turunçgiller, 72.100 ton ile toplam meyve üretiminin %9'luk kısmını oluşturur.

Mustafa, 2009'a göre meyve posası miktarları hesaplanmıştır: 100 kg turunçgil kullanıldığında oluşan posa miktarı, % 62 - 65 arasında değer alır [66].

Hesaplamalarda, meyvesuyu üretimi için kullanılan meyvenin %65'inin posa olacağı varsayımı yapılmıştır. 2008 verilerine dayanılarak, posa miktarı 501.215 ton olarak bulunmuştur. FNR Leitfaden Biogas, 2010 [68] verilerinden yola çıkılarak, posasının özelliklerine bağlı posa miktarları hesaplanmıştır (Tablo 27).

Tablo 27: Meyve posasının özellikleri.Kaynak: [68]

substrat	meyve : posa oranı	KM %	oKM %	Biyogaz verimi [m ³ / t _{TM}]	Metan verimi [m ³ / t _{TM}]	Metan içeriği %
Meyve posası	0,65	35	88	148	100	68

Meyve ve sebze posalarının teorik biyogaz potansiyeli 1.80 PJ/yıl olarak bulunmuştur. Teknik biyogaz potansiyelinin, teorik biyogaz potansiyelinin %90'ına eşit olacağı varsayımı ile teknik biyogaz



potansiyeli 1.62 PJ/yıl bulunmuştur. Fakat, kesin bilgi için, turunçgil posalarının farklı ön işlemlerle biyogaz üretiminin gözlemlenebileceği, laboratuvar testleri gereklidir.

Et üretimi / Kesim

Hayvancılık, tarım sektörünün ve ekonominin hayati parçasını oluşturur. Özellikle, kırsal kesim ailelerinin geçiminde ve Türk ekonomisinde hayvancılığın önemi büyüktür. Özellikle doğuda, tarım alanlarının, yer şekilleri ve iklim koşulları nedeniyle sınırlandırıldığı bölgelerde, hayvancılık en önemli geçim kaynağıdır. Fakat, bu bölgelerde, kullanılan geleneksel yöntemler nedeniyle verimler diğer AB ülkelerine kıyasla oldukça düşüktür. Son yıllarda, teknolojideki gelişmeler ve teşviklerle beraber, ahır ve eşleştirme sistemlerinde büyük gelişme olmuş ve bu durum beyaz ve kırmızı et sanayinde uzun dönemli artışa sebep olmuştur [9].

Türkiye'deki çayır ve meralar düzenli değildir ve yem bitkisi yetiştiriciliği kısıtlıdır. Pek çok mera alanı oldukça kötü durumdadır ve gecekondular tarafından işgal edilmiştir. Hayvanlar genelde, tahıl saplarından ibaret dietle beslendiklerinden, bu durum özellikle yüksek genetik kombinasyona sahip hayvanların verimlerinin düşmesine neden olmaktadır. Hayvanlar genelde sağlıklı eski usul ahırlarda bakılmaktadır. Son yıllarda, batı bölgelerde ahır sistemlerinde iyileşme ve modernleşme gözlemlenmiştir. Sığır ırklarından özellikle Holstein ve Brown Swiss yüksek kalite et üretimi için uygun değillerdir. Küçük ölçekli işletme sahibi çiftçilerin, artan et ihtiyacına cevap verebilecek nitelikte üretimi artırmaya yönelik bilgileri yoktur. Holstein erkekleri genelde et üretimi için kullanılmaktadır [18].

Devlet, Doğu ve Güney Doğu Anadolu'yu hedef alan destek programlarını duyurdu. Bu program çerçevesinde, 50 baş ve üzeri hayvana sahip yeni işletmelerin 2010-2012 dönemleri arası, 20 milyon TL Doğu Anadolu ve 40 milyon TL'si Güney Doğu Anadolu bütçeli destekten yararlanmaları mümkün hale getirilmiştir [18].

Et tavuğu sayısında büyük düşüşe neden olan kuş gribi virüsünden sonra medyanın et sektörüne olan ilgisi artmıştır. 2005 yılından beri sığır, koyun, keçi sayılarında önemsenmeyecek miktarda artış olmuştur. Sığır popülasyonu artarken, manda popülasyonunda düşüş söz konusudur. Ancak son 60 yıldır, Türkiye'nin karşılaştığı en büyük problem artan nüfusa karşın, azalan sığır, koyun, keçi sayıları ile yeterli et üretimi sağlamaktır [18].

Türkiye'deki mezbahaların %40'ının kayıtlı olmadığı ya da kontrol edilmediği tespit edilmiştir. Kontrolsüz kesim yalnızca evlerde kullanım için yasak değildir. Her yıl düzenlenen Kurban Bayramı süresince 2-3 günlük süre zarfında yaklaşık 1.000.000 (toplam koyunların %40'ı) koyun kamu sağlığı yetkililerinin kontrolü olmaksızın kesilmektedir. Bu denli çok sayıda hayvanın ikame edebilmesi için var olan mezbahalar oldukça küçük ölçeklidir, bu nedenle büyük şehirlerde geçici kesimhaneler açılmaktadır ve çoğu insan arka bahçelerinde kesim yapabilmektedir. Kurban Bayramı haricinde özellikle kırsal kesimlerde yıl boyunca, herhangi bir kaydı bulunmayan pek çok mezbaha da bulunmaktadır. Bunun nedeni adak olarak anılan kurbanlarla alakalıdır, insanlar adaklarla dileklerinin gerçekleşeceğine inanmaktadır [21].

Tablo 28: Türkiye'deki kesimhane/et işletmeleri sayıları. Kaynak: [18].

	Sayı	Sığır kesim kapasitesi
Özel mezbahalar	210	
Kamu mezbahaları	445	
Toplam Et işletmesi	655	
Özel mezbaha Sınıf 1	191	86
Özel mezbaha Sınıf 2	19	18
Özel mezbaha Sınıf 3	0	0
Kamu mezbaha Sınıf 1	5	42
Kamu mezbaha Sınıf 2	0	0
Kamu mezbaha Sınıf 3	440	4

Kırmızı Et Sektörü (2006) Raporuna göre et işletmeleri 3 sınıfa ayrılır:

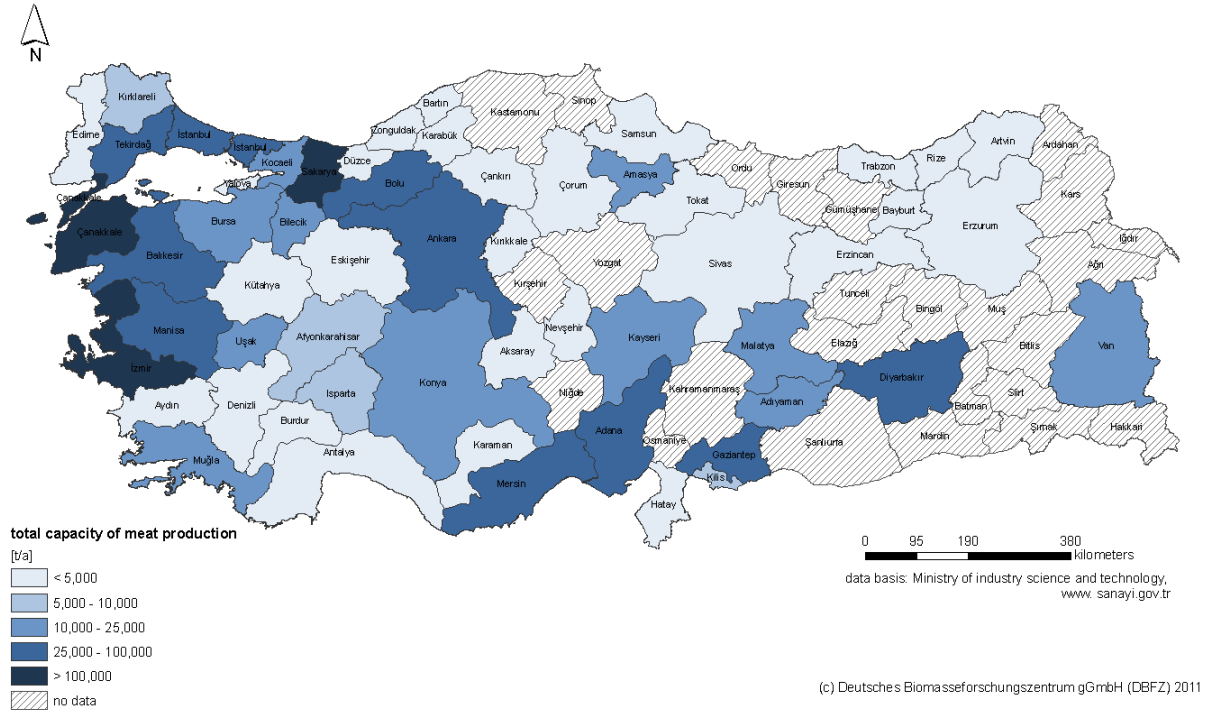
- Sınıf 1: >40 büyükbaş hayvan/gün ve soğuk depolama (toplamın %33'ü, çoğu özel)
- Sınıf 2: 21 - 40 büyükbaş hayvan/gün; (toplamın %4ü, çoğu kamuya bağlı)
- Sınıf 3: <20 büyükbaş hayvan/gün; (toplamın %63ü, çoğu kamuya bağlı).

Uygulamaya giren yeni yönetmeliğe göre her et sınıfının kesim limitleri değiştirilmiştir, buna göre:

- Sınıf 1: Minimum ya da maksimum kesim limiti yok, limit hijyen şartları, soğuk depolamanın kapasitesi, hayvanlar için bekleme odasının büyüklüğü ile belirlenir.
- Sınıf 2: Günlük en fazla 90 hayvan kesimi.
- Sınıf 3: Günlük en fazla 40 hayvan kesimi.

Kanatlı nüfusunun yoğun olduğu bölgelerde kayıtlı kesimhane sayısı fazladır. Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü verilerine göre, toplamda 383 kayıtlı kesimhane vardır [17].

Şekil 37, Sanayi Bakanlığı'nın 2011 verileri ışığında, Türkiye'nin et üretim kapasitesi dağılımını göstermektedir. En yüksek et üretim kapasitesi batı kesimlerde ve özellikle İzmir, Çanakkale ve Sakarya illerindedir.



Şekil 37: Toplam et üretim kapasitesi dağılımı. Kaynak: [50].

Tablo 29, 1995-2009 yılları arası kesilmiş, kanatlı hayvan sayılarını göstermektedir (ton/yıl). Tablo 30, 1999- 2009 yılları arası kesilmiş sığırları ve et üretimini göstermektedir.

Tablo 29: 1995-2009 yılları arası kesimi yapılmış, kanatlı hayvan sayıları. Kaynak: [36]

year	Broilers		Laying hens		Turkeys		Geese		Ducks	
	Number of slaughtered animals (number)	Meat (tons)	Number of slaughtered animals (number)	Meat (tons)	Number of slaughtered animals (number)	Meat (tons)	Number of slaughtered animals (number)	Meat (tons)	Number of slaughtered animals (number)	Meat (tons)
1995	208 034 736	270 445	7 245 706	11 593						
1996	250 034 440	406 698	8 830 930	13 910	226 960	1 027	142 400	464	108 960	266
1997	305 745 000	464 928	4 511 550	6 487	114 620	376	24 200	97	20 125	40
1998	301 549 100	476 719	6 878 250	9 990	100 550	702	27 700	106	10 600	24
1999	371 711 450	589 981	4 572 300	6 898	1 424 240	12 744	7 625	24	2 700	5
2000	411 200 300	639 342	2 762 200	4 114	2 292 350	19 274	4 370	13	2 200	4
2001	369 604 727	612 744	1 304 969	2 001	1 707 401	15 125	4 390	13	2 696	5
2002	414 707 710	694 060	1 294 580	2 127	2 412 401	30 401	3 550	13	2 900	6
2003	506 107 632	862 956	6 642 439	9 463	3 636 838	32 801	5 345	21	5 210	10
2004	505 412 926	866 862	6 825 627	9 912	4 181 881	37 623	12 955	51	5 040	10
2005	531 700 102	925 900	7 200 133	10 797	4 417 319	42 709	1 375	5	880	2
2006	490 394 162	910 226	5 172 191	7 432	1 746 569	17 062	2 490	9	1 515	3
2007	598 474 659	1 059 483	6 361 000	8 970	3 620 313	31 467	0	0	0	0
2008	604 322 129	1 069 696	13 663 482	17 985	3 453 789	35 451	0	0	0	0
2009	704 884 526	1 277 082	12 516 730	16 233	2 981 847	30 242	0	0	31 400	68

Tablo 30: Sığırdan et üretimi (1999-2009). Kaynak:[37].

YIL	SIĞIR		MANDA		TOPLAM	
	Kesilmiş hayvan (baş)	Et üretimi (ton)	Kesilmiş hayvan (baş)	Et üretimi (ton)	Kesilmiş hayvan (baş)	Et üretimi (ton)
1999	2.006.758	349.681	28.240	5.196	2.034.998	354.877
2000	2.101.583	354.636	23.518	4.047	2.125.101	358.684
2001	1.843.320	331.589	12.514	2.295	1.855.834	333.884
2002	1.774.107	327.629	10.110	1.630	1.784.217	329.259
2003	1.591.045	290.454	9.521	1.709	1.600.566	292.163
2004	1.856.549	365.000	9.858	1.950	1.866.407	366.950
2005	1.630.471	321.681	8.920	1.577	1.639.391	323.259
2006	1.750.997	340.705	9.658	1.774	1.760.655	342.479
2007	2.003.991	431.963	9.532	1.988	2.013.523	433.951
2008	1.736.107	370.619	7.251	1.334	1.743.358	371.953
2009	1.707.592	341.511	6.786	1.131	1.714.378	342.642

2010 yılı kırmızı et üretimine yönelik en güncel bilgi

Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31: 2010 yılı Türkiye kırmızı et üretim miktarları (ton). Kaynak: TÜİK 2011, [40].

Aylar	Siğir	Manda	Koyun	Keçi	Toplam
Ocak	41.607	187	7.912	1.001	50.708
Şubat	37.840	212	9.330	1.226	48.608
Mart	45.698	414	10.064	1.790	57.966
Nisan	49.000	616	9.149	743	59.508
Mayıs	50.112	322	7.126	1.471	59.031
Haziran	45.009	281	9.767	1.652	56.709
Temmuz	44.102	105	9.380	2.195	55.782
Ağustos	48.609	758	10.287	1.293	60.946
Eylül	46.273	95	9.273	1.473	57.114
Ekim	49.462	39	8.462	882	58.845
Kasım	116.054	41	37.679	7.881	161.655
Aralık	44.818	317	7.259	1.452	53.847
TOPLAM	618.584	3.387	135.687	23.060	780.718



2010 yılı toplam kırmızı et üretimi 780.718 tondur. Sadece sığır ve mandadan elde edilen 2010 yılı kırmızı et miktarı ise 621.971 tondur. Kanatlı et üretimine yönelik 2010 yılı verileri mevcut olmadığından 2009 yılı verileri kullanılmıştır.

Tablo 32: 2009 ve 2010 yılları arası et üretimi atıkları. Kaynak: [18], [36], [37].

Kanatlı	2009	2010
Kesilmiş kanatlı hayvan sayısı	720.414.503	
Et üretimi (ton)	1.323.625	
Et (ton)/kesilmiş kanatlı hayvan	0,0018	
Kanatlı kesim artıkları (ton)	362.522	
Büyükbaş	2009	2010
Kesilmiş büyükbaş hayvan sayısı	1.714.378	
Et üretimi (ton)	342.642	621.971
Et (ton)/kesilmiş büyükbaş hayvan	0,200	
Büyükbaş kesim artıkları (ton)	312.088	566.509

Et üretim atıklarını biyogaz tesislerinde kullanmak mümkündür. Mide, bağırsak, kan ve yağ (kategori 2 ve kategori 3), Almanya'da biyogaz tesislerinde kullanılması mümkün mezbaaha atıklarını oluşturur. Ancak, sığır kanı ve yağının, Alman biyogaz tesislerinde kullanımı yasaktır, yalnızca kanatlı kan ve yağı kullanılabilir. Türkiye'de kesimden sonra hemen her parça kullanılmaktadır. Kesimhane atıklarının türüne ve miktarlarına dair detaylı bilgi gereklidir.

Kesimhane atıklarının brüt biyogaz potansiyelinin hesaplanması için Almanya'dakilerle aynı tür atıkların olduğu varsayılmıştır.

Et üretim ve kesilmiş hayvan sayıları veri tabanına göre, ortalama sığır ve kanatlı karkas ağırlıkları hesaplanmıştır (

Tablo 32).

Ortalama karkas ağırlığı = et üretimi / kesilmiş hayvan sayısı

- Sığır karkas ağırlığı: 200 kg/hayvan
- Kanatlı karkas ağırlığı: 1,8 kg/hayvan

Alman oranları ve kesimhane atığı : karkas ağırlığı oranı kullanılarak kesimhane atık miktarları hesaplanmıştır.

Tablo 33 ve Tablo 34, büyükbaş ve kanatlı hayvan kesimlerinden gelen atıkların özellikleriyle ilgili bilgiler vermektedir. Tablo 35'de ise bu atıkların biyogaz potansiyelleri verilmiştir.

Tablo 33: Büyükbaş ve kanatlı hayvan kesimlerinden gelen atıkların özellikleri ile ilgili varsayımlar.

	Karkas ağırlığının canlı ağırlığa oranı %	Kesimhane artıklarının canlı ağırlığa oranı %	Kesimhane artıkları/ karkas ağırlığı oranı
Sığır	52	48	0,91
Kanatlı	79	21	0,27

Tablo 34: Büyükbaş ve kanatlı hayvan vücut parçalarının özellikleri.

Parametreleri	Substrat	Büyükbaş	Kanatlı
KM (%)	Mide/ Bağırsak (K3)	20	
	Mide/ Bağırsak içeriği (K2)	15	15
	Kan (kanatlı) (K3)		18
oKM (%)	Mide/ Bağırsak (K3)	90	
	Mide/ Bağırsak içeriği(K2)	84	85
	Kan (kanatlı) (K3)		96
Biyogazverimi (m ³ /t oKM)	Mide/ Bağırsak (K3)	400	
	Mide/ Bağırsak içeriği(K2)	485	350
	Kan (kanatlı) (K3)		343
Metan içeriği (%)	Mide/ Bağırsak (K3)	60	
	Mide/ Bağırsak içeriği(K2)	60	60
	Kan (kanatlı) (K3)		70

*Almanya'da büyükbaşlardan gelen kan veyağın biyogaz tesislerinde kullanılması yasaktır.



Tablo 35: Büyükbaş ve kanatlı kesim artıklarının özellikleri.

Parametreler		2009	2010	2009
			Büyükbaş	Kanatlı
Kesimhane artıkları (ton/yıl)		312.088	566.509	362.522
Kesimhane artıklarına oranı %	Mide/ Bağırsak (K3)		12	
	Mide/ Bağırsak içeriği (K2)		20	21
	Kan (poultry) (K3)			10
Artıkların miktarı (tons/year)	Mide/ Bağırsak (K3)	36.639	66.508	0
	Mide/ Bağırsak içeriği (K2)	63.853	115.908	77.036
	Kan (kanatlı) (K3)	0	0	37.485
Teorik biyogaz potansiyeli (PJ/yıl)	Mide/ Bağırsak (K3)	0,057	0,103	
	Mide/ Bağırsak içeriği (K2)	0,084	0,153	0,074
	Kan (kanatlı) (K3)			0,056
Teorik Biyogaz Potansiyeli (PJ/yıl)		0,141	0,256	0,130
Teknik Biyogaz Potansiyeli (PJ/yıl) %50		0,071	0,128	0,065

*Almanya'da büyükbaşlardan gelen kan veyağın biyogaz tesislerinde kullanılması yasaktır.

Büyükbaş ve kanatlı kesim atıklarının (Mide/Bağırsak. Mide/kanatlı kanı) teorik biyogaz potansiyeli aşağıda özetlenmiştir:

- Büyükbaş (veri tabanı 2009): 2009 yılı için 141 TJ/yıl ve 2010 yılı için 256 TJ/yıl (veri tabanı 2011)
- Kanatlı (veri tabanı 2009): 2009 yılı için 130 TJ/yıl.

Eğer atıkların %50'sinin biyogaz tesislerinde kullanılabileceği varsayılırsa, kanatlılardan gelen teknik biyogaz potansiyeli 71 TJ/yıl ve büyükbaş (sığır + manda) teknik biyogaz potansiyeli ise 128 TJ/yıl olarak bulunur.

Süt Üretimi

Türkiye, yıllık 10 milyar litre süt üretimi ile dünyanın en çok süt üreten ilk 15 ülkesi arasındadır [17]. Türkiye'nin %90'lık süt üretimi ineklerden karşılanırken kalan kısmı koyun ve keçilerden elde edilir. 2008 yılı ile başlayan kriz, düşük süt fiyatları ve yüksek yem fiyatları, süt sığırlarının kesilmesine, 2009 yılı ortası itibari ile de bugün bile etkileri süren yüksek kırmızı et fiyatlarına neden olmuştur. 2008 yılına kıyasla 2009 yılında koyun eti fiyatları %50 oranında artmıştır.

Türk Süt İşleme Sanayi ikili bir yapıya sahiptir. 1.320'sinin kapasitesi 1.000 MT/yıl'dan yüksek olmak üzere toplam 3.300 mandıra vardır. 50'den fazla sığıra sahip 1.000 civarında çiftlik olmakla beraber, 100 baştan fazla sığır bulduran modern tesislerle ilgili pek çok yeni yatırım yapılmıştır. Modern çiftliklerde ortalama süt verimleri günlük 27 kg ve laktasyon 8.000 kg'dır [17].

İşlenen süt oranlarını artırmak, kayıtsız sokak satışlarını engellemek için devlet 1987 senesinde teşvik uygulamaları yapmıştır. Bu teşvikler, belirlenen süt işleme tesisine getirilen kg ham süt başına ödenmiştir [17].

Başlıca süt üreten iller, Balıkesir, Konya ve İzmir'dir. Bu bölgelerde, modern büyük ölçekli tesisler bulunmakla beraber soğuk tedarik zincir sistemi kurulmuştur.

Tablo 36: Orta ve büyük ölçekli işletme konumları (>50 000 L/gün). Kaynak: [54].

Bölgeler	Birimler	Yıllık üretim ('000 litre)	Yüzdeler
Akdeniz	4	255.600	7,0
Marmara	22	2.134.800	58,1
Orta Anadolu	16	541.800	14,7
Karadeniz	4	118.800	3,2
Ege	8	622.800	17,0
TOPLAM	54	3.673.800	100.0

Resmi olarak toplam süt üretim değeri 2009 yılı için 11.717.080 MT'dur. Tarım Bakanlığı, süt üretiminin 12,3 MMT'a ulaştığını belirtse de, tüccarlar 10 MMT (2009) değerine düştüğünü hesaplamışlardır. Süt üretim gelişimi Ek 15'te verilmiştir.

Peynir Altı Atık Suyu

Peyniraltı suyu, protein ve laktoz açısından zengin, peynir endüstrisi yan ürünüdür. Yüksek organik madde içeriği (70 gKOİ/L civarında) ve düşük alkalinite oranı (50 meq/L) ile biyolojik olarak hızlı bozunabilir bir üründür. Yüksek organik madde içeriği, aerobik bozunma prosesleri sırasında fazla oksijen ihtiyacını doğurmakta ve bu durum sistemin pahalılaşmasına sebep olmaktadır. Anaerobik arıtım ise oksijen gerektirmez ve metan formunda önemli miktarda enerji oluşmasını sağlar. Ancak, Malaspina et al. (1996) düşük alkaliniteve yüksek KOİ değeri nedeniyle peyniraltı suyunun anaerobik arıtımda asiditeye sebep olma meyilli olduğunu ve bu durumun peyniraltı suyunu zor bir substrat yaptığını belirtmiştir [17].

2010 yılı peynir üretim miktarı 473.057 ton/yıldır (Şekil 41) [39].



Tablo 37: Aylara göre 2010 yılı süt ve süt ürünleri üretimi. Kaynak: [35].

Aylar	Toplanmış inek sütü	İçme sütü	peynir	Yoğurt	Ayran
Ocak	494.351	104.323	33.314	64.395	23.591
Şubat	492.360	95.451	33.727	63.873	25.247
Mart	594.800	104.528	40.164	74.452	31.559
Nisan	610.599	99.539	43.992	74.572	33.489
Mayıs	654.696	93.957	45.539	81.797	36.454
Haziran	622.359	70.046	46.207	77.745	37.516
Temmuz	610.645	70.285	43.635	85.155	39.591
Ağustos	560.309	74.165	40.538	90.121	31.514
Eylül	526.132	88.076	36.790	75.795	36.521
Ekim	531.445	100.254	36.506	74.855	35.611
Kasım	503.311	91.863	34.686	70.072	33.861
Aralık	544.004	98.118	37.958	75.437	32.982
Toplam miktar (ton)	6.745.011	1.090.605	473 .057	908 .269	397 .935

Eski adı ile Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre, peynir üretimi yapılırken kullanılan 100 kg süt, 90 kg peyniraltı atık suyu oluşturur. Hesaplamalarda, süt-peynir oranı 7.5 olarak kabul edilmiştir. Son olarak, peynir üretiminde kullanılan süt miktarı 3.547.926 ton/yıl olarak bulunmuştur. Peynir altı atıksu miktarı ise 3.193.133 ton/yıl olarak bulunmuştur.

Peynir altı suyunun metan verimi 23,4 L CH₄/L atık su kabul edilmiştir [55]. Peyniraltı atık suyunun hesaplanmış teorik ve teknik biyogaz potansiyel değerleri Tablo 38'de verilmiştir. Teknik biyogaz potansiyelinin, teorik biyogaz potansiyelinin %90'ına eşit olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 38: Peynir altı atık suyuna ait teknik ve teorik biyogaz potansiyel değerleri.

Parametreler	Miktar
Peynir üretimi için süt miktarı	3.547.926 ton/yıl
Atıksu miktarı	3.193.133 ton/yıl
Metan miktarı	74.719.311 m ³ /yıl
Teorik biyogaz potansiyeli	2,7 PJ/yıl
Teknik biyogaz potansiyeli	2,4 PJ/yıl

4.3.5. Belediye Atıkları

Türkiye'de, artan yaşam standartları ve sanayileşme atık madde miktarlarının artmasına sebep olmuş ve sonucunda bertaraf problemleri başlamıştır. Türkiye'de geleneksel katı atık bertaraf yöntemi, miktarı 2.000'den fazla olan açık sahalara yığmak ya da denize boşaltmak şeklindedir. Katı atık idaresi ile ilgili sorun, Ümraniye-Hekimbaşı açık çöp sahasında 28 Nisan 1993 yılında meydana gelen kaza ile başlamıştır. Gaz sıkışmasından kaynaklı bu kazada, 39 kişi hayatını kaybetmiştir [44].

Bugün, atıkların bertarafı için kullanılan en yaygın metot, kontrollü depo sahaları ile belediyelerin katı atık depolama sahalarıdır. Atıkların miktarlarına ve belediye sayılarına göre değişen bertaraf yöntemleri Tablo 39'da gösterilmiştir.

Tablo 39: Belediye katı atıklarının durumu, 2008. Kaynak: [37].

Bertaraf yöntemleri	Belediye sayıları	Atık miktarı (ton/yıl)
Büyük şehirlere ait atık depo sahaları	59	2.276.540
Belediye atık depo sahaları	2271	10.520.659
Diğer belediyelerin atık depo sahaları	195	347.943
Kontrollü düzenli depo sahaları	423	10.947.437
Yakma tesisleri	-	-
Gömme	45	100.486
Açık sahada yakma	126	239.291
Deniz, göl ve nehlere boşaltma	59	47.685
Türkiye	3.129	24.360.863

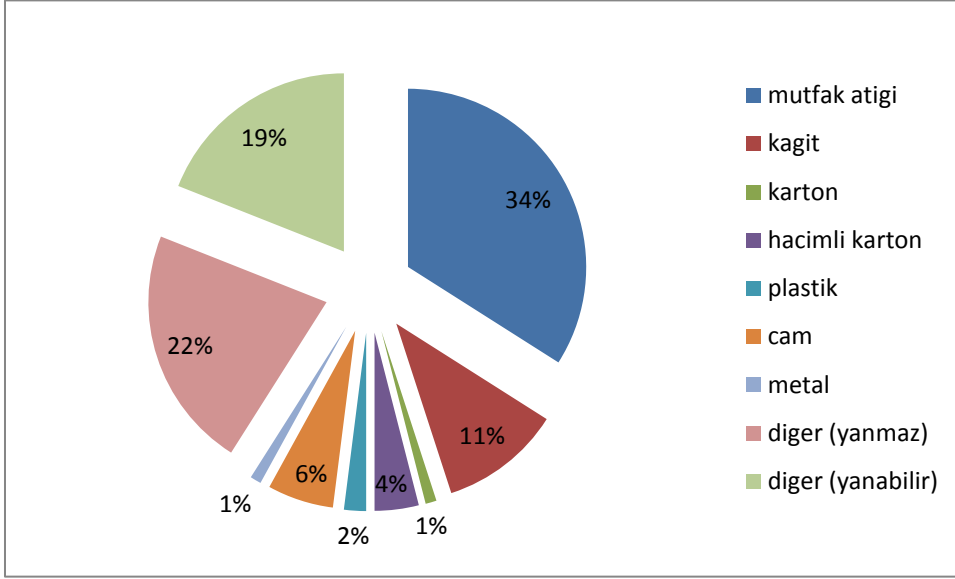
TÜİK, 2008 verilerine göre, belediye atıklarının toplam miktarı 24.360.863 ton/yıldır. Atık miktarı mevsim ve bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Belediye atıklarının kompozisyonu Şekil 38'de verilmiştir.

Mutfak atıkları, biyogaz üretimi için kullanılabilir. Ates, 2011'e göre mutfak atıkları (biyoatık) toplam belediye atıklarının %34'üne eşittir (Şekil 38). Bu nedenle, mutfak atıkları miktarı 8.282.693 ton/yıldır.

Hesaplamalar için KTBL Faustzahlen 2007'deki biyoatıkla ilgili varsayımlar kullanılmıştır [65]:

- 40 %KM, 50 % oKM
- Biyogaz verimi: 615 m³/t_{oKM}, 60 % metan içeriği

Her ton mutfak atığı/ biyoatık başına düşen metan değeri 74 m³/t_{biyoatık}, 25 m³/t_{MSW}'dir. Bu değerlerden yola çıkılarak, belediye atıklarından gelecek toplam metan 6,11 *10⁸ m³/yıl olarak hesaplanır. Belediye atıkları içerisindeki, mutfak atıklarının (biyoatık) biyogaz potansiyeli ise 22 PJ/yıl civarındadır.



Şekil 38: Belediye atığı içeriği. Kaynak: [31].

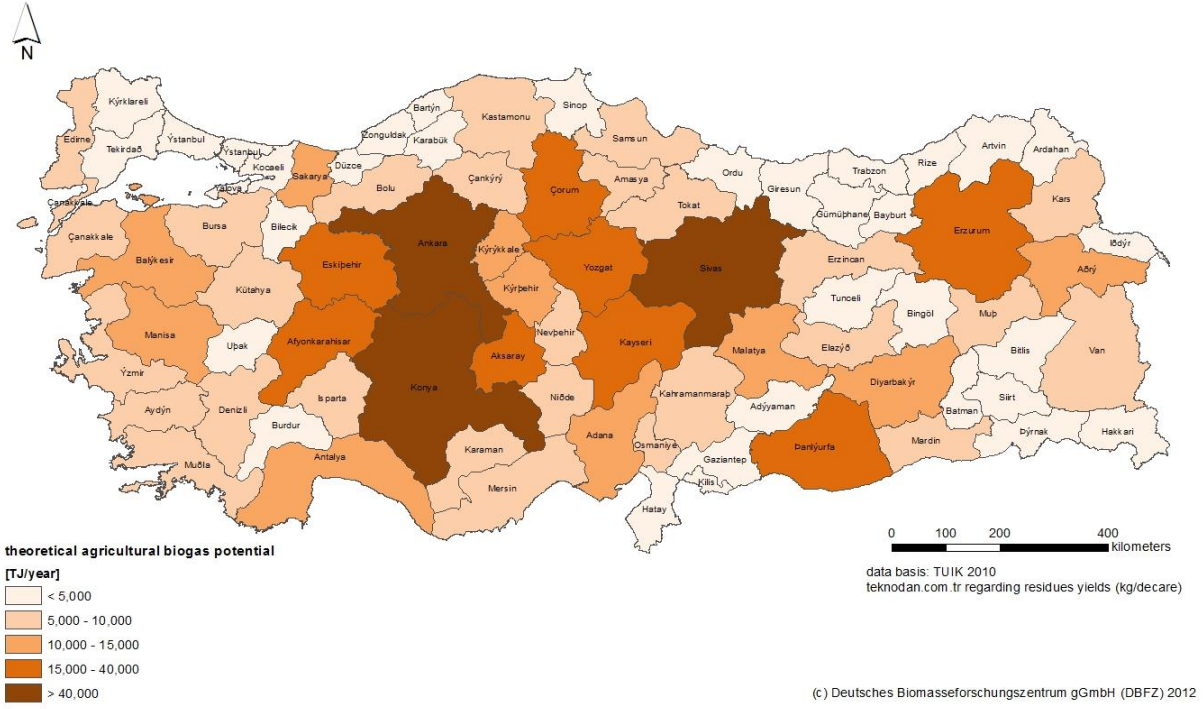
4.4. Biyogaz Potansiyel Analizi Özeti

İl bazındaki verilere dayanılarak, tarımsal substratlar (gübre, tahıl sapları, nadas alanlarındaki enerji bitkileri, domates artıkları, şeker pancarı yaprakları) açısından yüksek biyogaz potansiyeline sahip şehirler belirlendi.

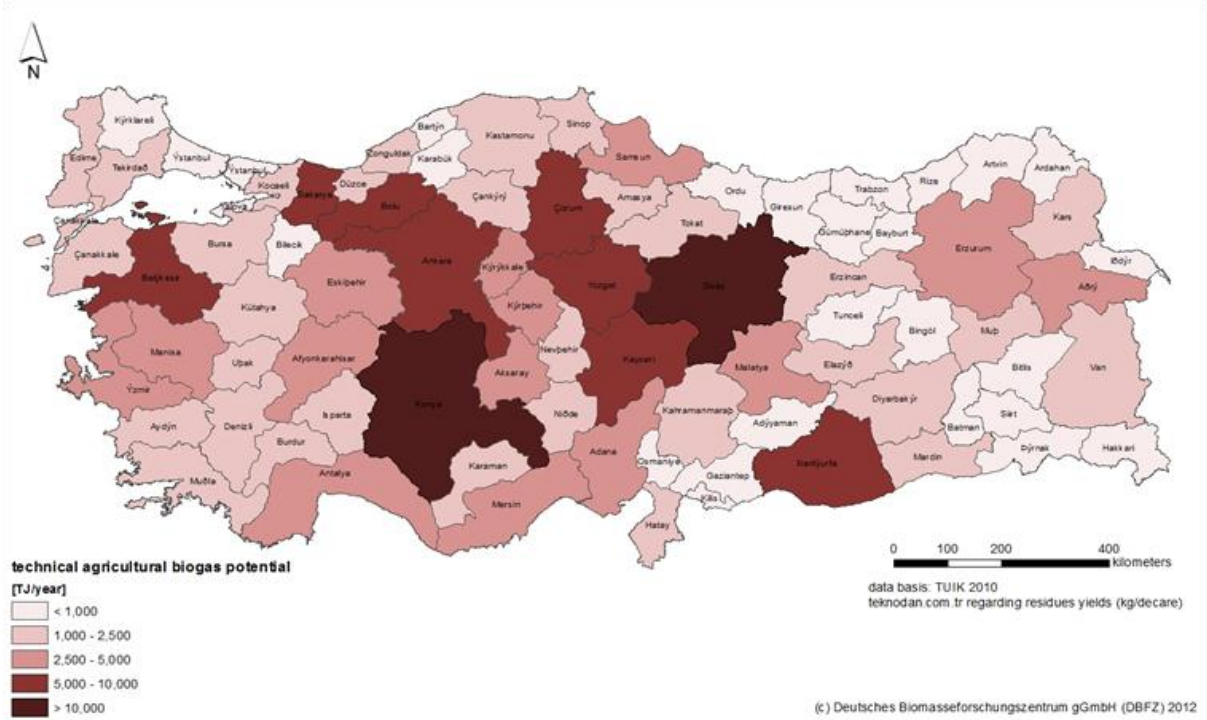
Tarımsal artıklardan gelen teorik biyogaz potansiyeli en yüksek iller: Konya, Sivas, Ankara, Şanlıurfa, Yozgat, Kayseri, Çorum, Eskisehir, Erzurum (Şekil 39) olarak bulundu. Teknik biyogaz potansiyeli yüksek iller ise: Konya, Sivas, Ankara, Yozgat, Balıkesir, Bolu, Kayseri, Çorum, Sakarya ve Şanlıurfa (Şekil 40) olarak belirlendi. Şekil 42, sektörler göre en yüksek teknik biyogaz potansiyeline sahip illeri göstermektedir (TJ/yıl).

Hayvan atıklarından gelen en yüksek teknik biyogaz potansiyeline sahip iller, Bolu, Balıkesir, Sakarya, İzmir, Manisa, Konya ve Afyon olarak belirlendi. En yüksek tahıl sapı biyogaz potansiyeline sahip iller Konya, Şanlıurfa, Ankara ve Adana olarak bulundu. Konya, en yüksek şekerpancarı yaprağı (%27,5) ve nadas alanlarındaki enerji bitkisi (%19) biyogaz potansiyeline sahip il olarak belirlendi. En yüksek domates artığı (%43,3) biyogaz potansiyeli ise Antalya'da bulunmaktadır.

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi



Şekil 39: Tarım artıklarının teorik biyogaz potansiyeli dağılımları.



Şekil 40: Tarım artıklarının teknik biyogaz potansiyeli dağılımları.



Tablo 40: Türkiye'de tarım sektörü teknik biyogaz potansiyellerine (hayvan gübresi, tarımsal yan, enerji bitkileri) göre iller sıralaması.

Kanatlı+ sığır dışkısı				Tahıl sapları		
No	İl adı	Teknik biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)	Toplam biyogaz potansiyeli içindeki oranı (%)	İl adı	Teknik biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)	Toplam biyogaz potansiyeli içindeki oranı (%)
1	Bolu	5.899	7,5	Konya	2.101	7,6
2	Balıkesir	5.674	7,2	Şanlıurfa	1.842	6,7
3	Sakarya	5.373	6,9	Ankara	1.423	5,1
4	İzmir	4.171	5,3	Adana	1.100	4,0
5	Manisa	4.034	5,1	Diyarbakır	922	3,3
6	Konya	3.228	4,1	Yozgat	788	2,8
7	Afyon	2.387	3,0	Kayseri	689	2,5
8	Adana	2.119	2,7	Mardin	674	2,4
9	Ankara	2.110	2,7	Sivas	666	2,4
10	Aydın	1.792	2,3	Çorum	660	2,4
Şekerpancarı yaprakları				Nadas arazilerindeki enerji bitkileri		
No	İl adı	Teknik biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)	Toplam biyogaz potansiyeli içindeki oranı (%)	İl adı	Teknik biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)	Toplam biyogaz potansiyeli içindeki oranı (%)
1	Konya	1.205	27,5	Konya	15.424	19,0
2	Yozgat	399	9,1	Sivas	9.185	11,3
3	Aksaray	237	5,4	Ankara	6.018	7,4
4	Kayseri	227	5,2	Yozgat	4.585	5,6
5	Eskişehir	204	4,7	Çorum	3.835	4,7
6	Tokat	178	4,1	Kayseri	3.715	4,6
7	Afyon	165	3,8	Şanlıurfa	2.723	3,4
8	Karaman	141	3,2	Aksaray	2.673	3,3
9	Sivas	140	3,2	Erzurum	2.140	2,6
10	Ankara	120	2,7	Eskişehir	2.092	2,6
Domates atıkları (tarla+sera)				Toplam tarımsal teknik biyogaz potansiyeli		
No	İl adı	Teknik biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)	Toplam biyogaz potansiyeli içindeki oranı (%)	İl adı	Teknik biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)	Toplam biyogaz potansiyeli içindeki oranı (%)
1	Antalya	1.758	43,3	Konya	21.985	11,2
2	Muğla	364	9,0	Sivas	11.706	6,0
3	Mersin	312	7,7	Ankara	9.706	5,0
4	İzmir	201	4,9	Yozgat	6.941	3,5
5	Bursa	180	4,4	Balıkesir	6.437	3,3
6	Manisa	173	4,2	Bolu	6.355	3,2
7	Çanakkale	111	2,7	Kayseri	6.134	3,1
8	Tokat	105	2,6	Çorum	5.906	3,0
9	Samsun	89	2,2	Sakarya	5.814	3,0
10	Şanlıurfa	84	2,1	Şanlıurfa	5.010	2,6

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Tablo 41'de hesaplama sonuçlarına dayanılarak hazırlanmış, sektörlere göre biyogaz potansiyelleri verilmiştir, genel bilgi ise Tablo 42'de listelenmiştir.

Tablo 41: Sektörlere göre hesaplanmış biyogaz potansiyelleri.

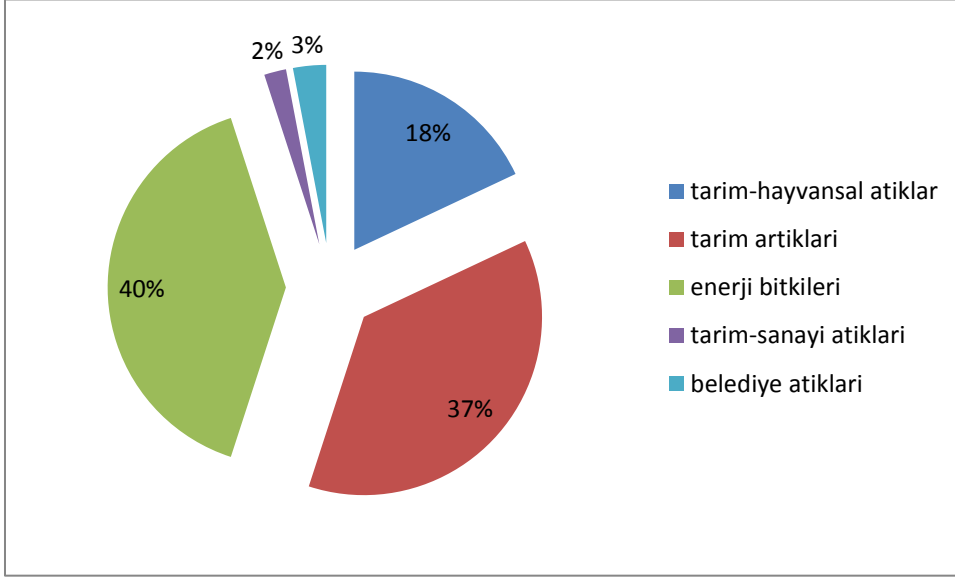
Sektör	Substrat	Teorik BiyogazPotansiyeli [PJ/yıl]	Teknik Biyogaz Potansiyeli [PJ/yıl]
Tarım - hayvancılık	Sığır dışkısı	107,8	42,1
	Kanatlı dışkısı	36,6	36,2
Tarımsal artıklar	Tahıl sapları	276,7	27,7
	Şeker pancarı yaprakları	17,5	4,4
	Domates atığı	11,1	4,1
Enerji Bitkileri	Nadas alanlarındaki enerji bitkileri	325,1	81,3
Tarım-sanayi artıklar	Et üretimi artıkları	0,5	0,2
	Peynir-Atık su	2,7	2,4
	Şeker pancarı pres keki	5,0	4,5
	Molaz (şeker üretimi)	3,3	2,9
	Zeytin pres keki (prina)	1,3	1,2
	Kara su	1,3	1,2
	Meyve suyu artıkları (Posa)	1,8	1,6
	Draf (Biyometanol üretiminden gelen posa)	0,9	0,8
Belediye atığı	Belediye atığı	22,0	11,0
Toplam (enerji bitkileri ile)		813,4	221,5
Toplam (enerji bitkileri olmadan)		488,3	140,3
Toplam (enerji bitkileri ve sap olmadan)		211,6	112,6

Tablo 42: Sektörlere biyogaz potansiyelleri karşılaştırması.

Sektör	Teorik Biyogaz Potansiyeli [PJ/yıl]	Teknik Biyogaz Potansiyeli [PJ/yıl]
Tarım- Hayvancılık	144,4	78,4
Tarımsal artıklar	305,3	36,1
Enerji Bitkileri	325,1	81,3
Tarım-Sanayi Artıkları	16,6	14,8
Belediye Atıkları	22,0	11,0
Toplam (enerji bitkileri ile)	813,4	221,5
Toplam (enerji bitkileri olmadan)	488,3	140,3
Toplam (enerji bitkileri ve sap olmadan)	211,6	112,6

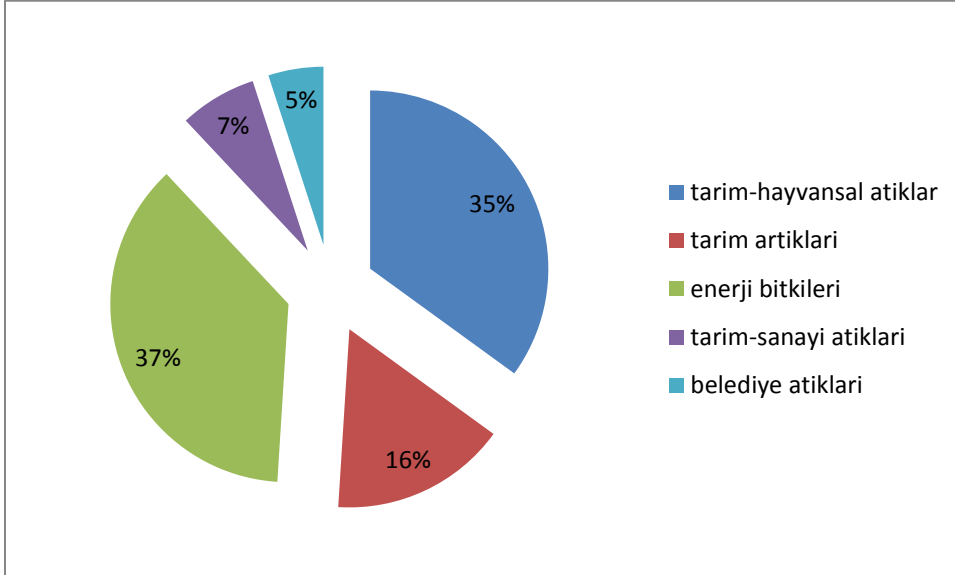


En yüksek teorik biyogaz potansiyeli, tarım sektöründen ve enerji bitkilerinden elde edilebilir (Şekil 41). Brüt hesaplamalarda, enerji bitkileri için varsayımlar yapılırken çim silajı verileri kullanılmıştır.



Şekil 41: Sektörlere göre Türkiye'deki teorikbiyogaz potansiyel dağılımları (PJ/yıl).

En yüksek teknik biyogaz potansiyeli, sığır dışısından elde edilebilir (Şekil 42). Fakat nadas alanları ya da kullanımda olmayan ekilebilir alanlar enerji bitkisi üretimi için kullanılabilirse, yüksek biyogaz potansiyeli sağlarlar. Fakat, enerji bitkileri ile alakalı daha detaylı analiz yapılması gereklidir.



Şekil 42: Sektörlere göre Türkiye'deki teknik biyogaz potansiyel dağılımları (PJ/yıl).

Sonuç olarak, organik atıkların (tarımsal atıklar, belediye atığı, tarım-sanayi atıkları) teknik biyogaz potansiyeli, enerji bitkileri ve tahıl saplarının dahil edilip edilmemesine bağlı olarak 112,6 – 221,5 PJ/yıl (31,3 – 61,5 TWh/yıl) olarak değişmektedir. Bu da yıllık 3,13 – 6,15 milyar m³ metan demektir.

Tablo 43, elde edilen bu enerji ile Türkiye'nin enerji ihtiyacının nasıl karşılanabileceğini göstermektedir. Enerji ile ilgili verilerin karşılaştırılmasında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verileri baz alınmıştır (2010) [41].

Elde edilmesi mümkün teknik biyogaz potansiyeli ile Türkiye'nin birincil enerji ihtiyacının % 2,5 – 4,8'lik kısmını karşılamak mümkündür, bu da toplam enerji % 3,2 – 6,3 arasında değişen oranına denk gelmektedir. Türkiye'nin biyogaz potansiyeli, toplam yenilenebilir enerji potansiyelinin % 35,9 – 70,6 kısmını oluşturmaktadır. Biyogaz üretimi ile, doğal gaz tüketiminin % 19,2 – 37 oranında azaltılması mümkündür.

Biyogaz tesisleri için elektrik verimi %40 kabul edildiğinde, Türkiye'nin %6 ile %12'lik elektrik enerjisi biyogazdan sağlanabilir, bu da elektrik enerji üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji payının %22 – 44 değerine yükselmesi demektir.

Tablo 43: Teknik biyogaz potansiyel enerjisi kullanımı ile örtülebilecek enerji yüzdeleri. Kaynak: [41].

	minimum (enerji bitkileri ve tahıl sapları dahil edilmeden)	maksimum (enerji bitkileri ve tahıl sapları dahil)
Birincil enerji ihtiyacı	2,5	4,8
Toplam enerji tüketimi	3,2	6,3
Enerji tüketimindeki YEK payı	35,9	70,6
Enerji tüketimi için yer değiştirilebilecek doğalgaz oranı	19,2	37,7
Toplamelektrik üretimi*	5,9	11,6
Elektrik üretimi içindeki YEK payı*	22,4	44,1

* Biyogaz kullanım tesislerindeki enerji verimi %40 kabul edilmiştir.



4.5. Diğer Biyogaz Çalışmaları

4.5.1. Sonuçların Karşılaştırılması

Şu ana kadar yapılmış tüm biyogaz çalışmaları farklı kriterlere dayanmaktadır. Yapılan çalışmalarla alakalı genel bilgiler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Tarımsal artıkların biyogaz potansiyelleri yüksektir,
- Hayvancılık atıklarının batıdaki ve kuzey bölgelerdeki potansiyelleri yüksektir,
- Türkiye'nin kuzeyi özellikle Karadeniz Bölgesi yüksek meyve atığı potansiyeline sahiptir,
- Fındık artıklarının Karadeniz Bölgesinde oranı yüksektir,
- Marmara ve Ege bölgelerinin zeytin atığı potansiyeli yüksektir.



Şekil 43: Türkiye'nin biyokütle potansiyeli. Kaynak: [3].

Farklı biyogaz çalışmalarına ait varsayımlar ve sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Ekinci, 2011 [4]: Türkiye'nin hayvan atıklarından kaynaklı metan potansiyeli: $\sim 3,1 \cdot 10^9$ m³metan /yıldır.
- TEKNODAN çalışması [23]:
Biyoeenerji potansiyelleri: tahıl sapları, 140,1 TWsaat/yıl, hayvan atıkları, 11,9 TWsaat/yıl, orman ve meralardan gelen atıkların potansiyeli, 16,1 TWsaat/yıldır.
- "Exploitation of Agricultural Residues in Turkey" (AGRO-WASTE) EU Life Projects, Project No:LIFE03 TCY / TR / 000061 (2004-2005):

Türkiye'nin bölgesel tarım atıkları potansiyeli aşağıdaki şekilde bulunmuştur:

- Yıllık tarla ekinleri ve artıkları : 227 PJ (%33,4 mısır, %27,6 buğday ve %18,1 pamuk)
- Yıllık meyve üretimi ve artıkları: 75 PJ (%55,8 fındık ve %25,9 zeytin)

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

- Türkiye'de kullanımda olmayan 2 milyon hektar tarım arazisi mevcuttur, eğer bu arazilerin sulama sorunu hallolursa:
2.000.000 ha x 40.000 kWsa/ha=80 TWh elektrik üretilebilir.
- Balat, 2005: Tahıl tozları, fındık kabukları, buğday sapları, Türkiye'deki kullanılabilir biyokütle enerjisini oluşturur. Yıllık biyokütle potansiyeli yaklaşık 32 Mtoe'dur. Toplam kazanılabilir biyoenerji ise 17.2 Mtoe'dur.
- Schmack Çalışması (Suat Karakuz), 2010:
 - Türkiye'de toplamda 10 milyon büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Tek hayvandan elde edilebilecek dışkı miktarı 50 kg/gün ve bu dışkıların toplamda %70'i toplanıp biyogaz üretiminde kullanılabilir. Bu da 86,4 PJ enerjiye denk gelir.
 - Türkiye'nin toplam ekilebilir alanı 30.000.000 hektardır ve bu alanların yarısı kullanılmamaktadır. Eğer ekilebilir alanların %20lik kısmının enerji bitkisi (hayvan pancarı, mısır, çim silajı, tritikale) üretimi için kullanılabilseydi varsayılırsa 1.380 PJ enerji elde edilebilir (varsayım: hektar başına 50 ton mısır, 1 ton mısır silajı başına 210 m³ biyogaz).

Hayvan atıkları üzerine yapılan çoğu biyogaz çalışmasının sonucunda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Enerji bitkileri ile alakalı hesaplamalarda ise her çalışmanın kendine has varsayımları bulunmaktadır. Pek çok çalışmada enerji bitkilerinin biyogaz potansiyelinden bahsedilmektedir. Bu nedenle Türkiye'de hangi koşullarda, hangi enerji bitkilerinin üretilebileceği ile ilgili detaylı araştırma gereklidir. DBFZ'in enerji bitkileri üzerine yapmış olduğu hesaplamalar sadece, Türkiye'de ekilebilir ya da nadas alanlarının enerji bitkileri üretmek için alternatif olarak kullanılabilseydi göstermektedir.

4.5.2. Biyogaz Potansiyel Çalışmaları

Farklı içeriğe sahip pek çok biyokütle çalışması yapılmıştır ve bunlar:

- Toplam biyokütle potansiyeli araştırması,
- Sadece tek bir sektör için potansiyel araştırması,
- Farklı bölgeler için potansiyel araştırmaları şeklindedir.

Türkiye'de biyokütle araştırmaları 2000'li yıllardan sonra önemli hale gelmeye başlamıştır. Üniversiteler konu ile alakalı makaleler yayınlamaya 2000'lerin başında yoğun olarak başlamıştır. 2010 yılına doğru özel sektör, mühendislik şirketleri de işin içine dahil olmuştur. YEK'e yönelik yasal çerçevedeki değişimlerle beraber, biyokütle çalışmalarının içeriğinin genişlemesi ve sayılarında artış olması beklenmektedir.

Biyogaz potansiyelleri hakkında yapılmış çalışmalara dair genel bakış, yıllar, yazarların adları, konular Ek 9'da verilmiştir.

Ulusal ve uluslararası alanda da bir takım araştırma çalışmaları mevcuttur. Yürütülmekte olan ulusal biyogaz projesi ile 350kW elektrik üretim kapasiteli biyogaz tesisi kurulmasını hedeflenmektedir. Ege Üniversitesinin, İzmir ili sınırları içerisinde 60 adet biyogaz tesisi kurma projesi bulunmaktadır (IEA Bioenergy Task 37, 2011).



5. Aktör Analizi

Biyogaz yatırımlarında, bakanlıklardan işletme sahiplerine kadar pek çok aktör yer alır. Bakanlıklarla ilgili aktörler, kanun yapma ve kanunların uygulanmasından sorumludurlar. Toplumsal hareketlerden ise dernekler, birlikler ve sivil toplum örgütleri sorumludur ve bu örgütler halkın biyogaz konusundaki ilgi ve duyarlılığını artırabilirler, ayrıca biyogaz yatırımları için üyeleri arasından uygun yatırımcılar bulabilir ve biyokütle potansiyeli belirlenmesi için en güncel bilgiyi sağlayabilirler. Araştırma merkezleri ve üniversiteler biyogaz konusundaki araştırma ve bilgi açığını kapatabilirler (Ek 5 ve Tablo 44).

Biyogaz yatırımlarına istinaden, Türkiye’de 5’i kamuya bağlı 45 banka bulunur ve bu bankaların Türkiye çapında 9.441, yurtdışında ise 63 şubesi vardır [56].

Tablo 44: Biyogaz aktörlerine genel bakış.

Politik paydaşlar	
Kamu paydaşları	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
	Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
	Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
	Orman ve Su İşleri Bakanlığı
	Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu
	Enerji Piyasaları Düzenleme Kurulu (EPDK)
	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
	Türkiye Kalkınma Bankası
	Türkiye Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı (ISPAT)
	Çevre Koruma Bürosu
	Kalkınma ve Reform Komisyonu
	Orman Genel Müdürlüğü
	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
Tarımsal Araştırma ve Politikalar Genel Müdürlüğü	
Dernek ve birlikler	
Dernekler	Alman-Türk Ticaret ve Sanayi Odası
	Biyogaz Araştırmaları Derneği
	İstanbul Sanayi Odası
	Bursa Sanayi ve Ticaret Odası
	Mersin Sanayi ve Ticaret Odası
	Eskişehir Sanayi Odası
	Antalya Sanayi ve Ticaret Odası
	İstanbul Ticaret Odası
	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme Derneği

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Birlikler	Kırmızı Et Üreticileri Birliği
	Yumurta Üreticileri Birliği
	Afyon Güçbirliği Tavukçuluk
	Sığır Yetiştiricileri Birliği
	Et Üreticileri Birliği
	Beyaz Et Sanayicileri ve Üreticileri Birliği
	Türkiye Süt Et Gıda Sanayicileri ve Üreticileri Birliği
	Et Toptancıları ve Perakendecileri Birliği
	(ALBIYOBİR) Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği
	(YETA) Yerli Enerji ve Teknoloji Araştırma Birliği
	Biyodizel Sanayicileri ve İşadamları Derneği
Araştırma Merkezleri ve Üniversiteler	
Araştırma Merkezleri	TÜBİTAK
	Ulusal Üretim Merkezi
	Izmir Kalkınma Ajansı
Üniversiteler	Yıldız Teknik Üniversitesi
	Uludağ Üniversitesi
	Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
	Hacettepe Üniversitesi
	Cumhuriyet Üniversitesi
	Ege Üniversitesi
	Dokuz Eylül Üniversitesi
	Karabük Üniversitesi
	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
	Istanbul Teknik Üniversitesi
	Akdeniz Üniversitesi
	Çukurova Üniversitesi
Finans	
Bankalar	KfW (Alman İmar Bankası)
	DEG (Alman Kalkınma Ajansı)
	EIB (Avrupa Yatırım Bankası)
	EBRD (İmar ve Kalkınma Bankası)
	IFAD (Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu)
	KOSGEB (KOBİ gelişimi için Türk sivil toplum kuruluşu)

Hayvancılık işletmeleri, kendi biyogaz tesislerini kurmaları açısından muhtemel yatırımcılardır ya da var olan hayvan atıklarını biyogaz tesislerine satabilirler. Biyogaz yatırımı yapacak olan şirketler, gelişmiş teknolojinin ithalinden de sorumludurlar. Bu şirketler diğer şirketler arasında biyogaz teknolojileri açısından yol gösterici konuma gelebilirler. Biyogaz tesis dizaynı yapan mühendislik



şirketleri, Türk piyasalarına biyogaz teknolojisi satarlar. Şebeke besleme şirketleri, ısı müşterileri, organik gübre şirketleri ve organik gübre tüketicileri, biyogaz tesislerinin işletilmesi üzerinde direkt etkiye sahiptirler (Tablo 45).

Tablo 45: Biyogaz tesislerinin kurulumu ve işletilmesinde direkt etkiye sahip paydaşların biyogaz projeleri içerisindeki muhtemel ilgi ve pozisyonları.

Paydaşlar	Projeye katkılar	Fırsatlar
Hayvancılık işletmeleri	<ul style="list-style-type: none"> Dışkıyı uygun fiyatla biyogaz tesislerine satmak yerel yönetimden kaynaklı çevreyi korumaya yönelik baskının azaltılması 	<ul style="list-style-type: none"> Kendi biyogaz tesislerini işletmek için devletten para desteği alabilirler
Biyogaz Tesisi Yatırım Şirketi	<ul style="list-style-type: none"> Ekonomik açıdan uygun projeyi yaratmak Gelişmiş Alman teknolojisini ithal etmek Diğer şirketler arasında öncülük yapmak 	<ul style="list-style-type: none"> Gübre toplama işletmeleri ile yerel yönetim arasında bağ oluşturabilirler. Gelecekteki sıvı gübre fiyatları üzerinde etkili olabilirler Biyogaz tesisleri üzerine olan politikalarda rol alabilirler Teknoloji transferi için karşılıklı çıkar yolları bulabilirler
Biyogaz tesisi dizayn ve mühendislik şirketleri	<ul style="list-style-type: none"> Teknolojinin Türk pazarına sunulması Yatırımcı şirketle beraber teknoloji lisans yardımlaşma modeli geliştirme 	<ul style="list-style-type: none"> Fikri mülkiyet koruması
Şebeke besleme işletmeleri	<ul style="list-style-type: none"> Biyogaz tesislerinde üretilmiş elektriğin belirlenen fiyatlandırma ile kabulü 	
Isı müşterileri	<ul style="list-style-type: none"> Biyogaz tesisinden üretilen ısının alımı ve çevre konutlara, okullara satışı 	
Organik gübre şirketi	<ul style="list-style-type: none"> Biyogaz tesislerinden gelen son ürün digestatın alımı 	
Organik gübre müşterileri	<ul style="list-style-type: none"> Sıvı gübrenin kullanımı ve ulaşım masraflarının örtülmesi 	

Biyogaz üzerine üniversitelerin yapmış olduğu çalışmalar eklerde verilmiştir. Paydaşlara yönelik daha detaylı bilgi ise Ek 5'te bulunmaktadır.

6. GAP Analizi

Yenilenebilir enerji sektörüne yönelik en büyük problemi mevcut bürokrasi sistemi oluşturur. Türkiye'nin biyokütle çalışmalarını engelleyen bariyerler 2 gruba ayrılabilir: (1) kurumsal, idari ve yasal çerçevedeki bariyerler, (2) Biyokütle enerjisinin teşviki ile ilgili gerçek, algılanan ve doğal risklerden kaynaklı bariyerler [26].

Enerji tüketimi içindeki yenilenebilir enerji payı oldukça düşüktür ve yasal çerçeveye bakıldığında yönetmelik ve kanunlarda biyokütleyle yönelik ölçülebilir hedefler bulunmamaktadır ya da var olan hedeflerin hemen hepsi rüzgar enerjisine yöneliktir. Yapılan çalışmalara göre, Türkiye enerji ihtiyacının neredeyse tamamını kendisi karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Ne yazık ki bu gerçeğe rağmen, konulan hedefler, yenilenebilir enerji kaynakları ile değil, doğalgaz ve petrol ithali ile alakalıdır. Çevre Kanunu oldukça yetersiz ve çevreye karşı yapılan ihlalleri önlemeye yönelik yaptırım gücü ise zayıftır. Bu nedenle, biyogaz gibi çevresel teknolojiler yatırımcılar için pahalı görünmektedir. Dahası, çiftçiler, sanayiciler ve politikacılar ile kapasite geliştirme çalışmaları yapılmalı, halkın duyarlılığı artırılmalıdır.

Genelde Türkiye'de biyogaz konusunda fikir birliği oluşmamış olmasına rağmen, tüm aktörler düşük şebekeye besleme tariflendirmeleri, yetersiz teşvikler ve tek bir biyogaz derneğinin yeterli olmaması ve 2015 yılına kadar olan alım garantisinin yatırımcılara güven vermediği konularında hem fikirdirler.

Türkiye'deki biyogaz uygulamaları konularında var olan problem ve bariyerlere yönelik, bilir kişilerle görüşmeler yapılmış ve konu hakkındaki fikirleri alınmıştır:

Görüşülen temsilcilerden çevre mühendisi olan kişi, konu hakkında yapılması gerekenleri şu şekilde listelemiştir:

- Türk yönetmelikleri, Alman yönetmelikleri ile kıyaslanıp, Türkiye'nin yasal çerçevesinde bulunan eksikler detaylıca belirlenmeli ve gereken düzenlemeler yapılmalıdır.
- Enerji politikaları yeniden düzenlenmeli, atık yönetimi kanunu oluşturulmalı ve sıvı gübre kullanımı konusunda çiftçiler bilgilendirilmelidir.
- Yatırımcıları motive edecek yeni teşvikler oluşturulmalıdır.

Biyogaz Derneği'nde bir temsilci ise;

- Bakanlıkların yaptırım gücü yeterli değil, paydaşlar arasındaki yardımlaşma yok denecek kadar az,
- Atık yönetimi yönetmeliği, sıvı gübre kullanımına dair bilgi ve organik gübre işletmeleri eksik,
- Biyogaz projelerinin planlaması yetersiz,
- Alman teknolojisi çok pahalı, teknolojinin adaptasyonu gereklidir. Alman teknolojisinin ithali yerine, Türk teknolojisi kullanılmalıdır.
- Mısır tohumu fiyatları yüksek, demiştir.

Alman Biyogaz Şirketi'nde çalışan bir Türk uzmana göre ise durum şu şekildedir:

- Türk Biyogaz Derneği'nin kapsamı yeterli değildir.
- Eğitim yetersizliğinden, birlikler ve yatırımcılar çevreye değer vermemektedir. Bu durum onları sadece biyogaz projelerinin geri ödeme sürelerine odaklanmalarına neden olmaktadır.



- Türkiye’de biyogaza yönelik teknoloji bulunmamaktadır ve Almanya ile kıyaslandığında pek çok ekipman Türkiye’de daha pahalıdır.
- Alman Yönetmelikleri, Türkiye’ye uyarlanmalıdır. Sadece atık yönetimi oluşturmak yeterli değildir, ulusal hedefler konulmalıdır.
- YEK herkes tarafından anlaşılır hale gelmelidir, kaynak yönetimi üzerine çalışmalar düzenlenmelidir.
- Çevresel etki değerlendirme çalışmaları uygun şekilde yürütülmemektedir.
- Kanun yapımı çok fazla zaman almaktadır ve pek çok revizyon yapılmasını önleme amaçlı, yayınlanacak kanunlar iyi bir şekilde düşünülüp, planlanıp hazırlanmalıdır.
- Türkiye’de enerji bitkilerinden elde edilebilecek biyogaz potansiyeli oldukça yüksektir. Bu nedenle enerji bitkisi çiftçisi anlayışı oluşturulmalıdır.

Türk biyogaz tesisi işleticilerinden bir temsilciye göre ise:

- Türkiye’de biyogaz yatırımcıları teşvik edilmelidir.
- Yatırımcılar, yatırımlarının geri dönüşünü görmek için sabırsızlardır.
- Biyogaz tesisi ile ilgilenen insanlara örnek olması açısından pilot proje oluşturulmalı ve ilgililere yol gösterilmelidir.
- Proje teklifleri oldukça pahalıdır.

Aynı temsilci, yetersiz gaz üretimini ve katı atık miktar ayarlamasının kendi tesislerinde karşılaştıkları en büyük sorun olduğunu belirtmiştir.

Biyogaz yatırımlarının finansmanına yönelik bankacılık sektöründen kaynaklı sorunlar ise şöyle özetlenebilir:

- Konu hakkında bilgi ve deneyim eksikliği,
- Değerlendirme ve hesaplama için herhangi yöntem olmaması,
- Müşteri teminat eksikliği,
- Müşterinin eksik ya da geç evrak teslimi.

Banka müşterilerinden kaynaklı problemler ise aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

- Banka ve kredilere yönelik şüpheli yaklaşım,
- Program ve ürüne yönelik bilgi eksikliği,
- Müşterilerin, ekonomik durumlarına yönelik bankaya yeterli evrak bildirmemeleri
- Girişimci bilgisi eksikliği [56].

Biyogaz tesisinin kurulumundan önce, arzu edilen teknoloji gelişimi ve ekonomik güvenceyi sağlayan proaktif politikalar oluşturulmalıdır. Enerji planlaması yapılmalı, hedefler konulmalı ve yenilenebilir enerji eylem planı oluşturulmalıdır (Lund et al., 1999). Yeni teknolojiye şans vermek ve tesisleri ekonomik açıdan mümkün kılabilmek için, Türk Enerji Ajansı, uygun şebeke besleme tarifelendirmesi ve yatırımlara yönelik teşvikler oluşturmalıdır. Devlet destekli biyokütle enerji araştırma anketleri düzenlenmelidir. Yerli biyogaz tesisi sahipleri desteklenmeli ve yeni projeler için yer seçimi çok dikkatli bir şekilde yapılmalıdır [34].

Öncelikle, araştırmalar teknolojinin gelişmesine izin verecek şekilde, farklı ekinlere ve sektörlerle dayanılarak yapılmalıdır. Yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve sunumu, teknolojinin bağlı olduğu özel pazar yapısı ile birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır [42].

Araştırmalar için uzun dönemli devlet destekleri sağlanmalıdır. Diğer türlü, biyogaz tesislerine yönelik iyimser isteklerin karşılanması, deneyim eksikliği nedeniyle başa çıkılamayan, reaktörde kum oluşması, kontrolü mümkün olmayan fermentasyon prosesi ve sanayiden gelen aşırı atık miktarı gibi tesise zarar verebilecek tahmin edilemeyen olaylar nedeniyle, mümkün değildir. Biyogaz tesislerinin ulusal tezi ve sertifikalandırılmaları yapılmalıdır [34].

Biyogaz tesisi kurulduktan sonra yeni stratejilerin geliştirilmesi için, biyogaz gelişiminin durumu değerlendirilmelidir. İstihdam, finans, geri ödeme dengesi, sera gazlarından sorumlu Türk Parlamentosu tarafından belirlenen amaçlar doğrultusunda, biyogaz tesislerinin sosyo-ekonomik uygunluğu ele alınmalıdır. Petrol ve doğalgaz ithalatındaki düşüşler, tesis kurulumuna, işletilmesine ve bakımına bağlı olarak artan iş olanakları, artan gelirler ve vergiler, devlet finansmanı ele alınmalıdır. Teşviklere istinaden artan devlet gelirleri, yeni biyogaz tesislerinin kurulumu için motive edici olmalıdır[42].

Çalışma çerçevesinde geliştirilebilecek veri tabanı bilgileri şu şekildedir:

- Bakanlığa ait TURKVET veri tabanı en güncel veri tabanı olup, çalışmalarda kullanılmalıdır. Ne yazık ki bu veri tabanına ulaşım pek çok yasal izni gerekli kılmaktadır ve aşırı zaman alıcıdır.
- Atıkların kullanımına dair kesin veri yoktur. Enerji bitkilerinin gerçekçi biyogaz potansiyel çalışmaları için, toprak kalitesi, iklim koşulları, sulama durumu ile ilgili detaylı bilgi gereklidir.
- TÜİK veri tabanının gerçekçiliği, özellikle doğu bölgelerinde hayvan sayıları, hayvan başına yapılan destek ödemeleri nedeniyle, kesilen hayvanları sisteme bildirmeyen çiftçiler nedeniyle gerçeğin çok üstünde yansıtıldığından, şüphelidir. Birliklerden alınan bilgiler daha gerçekçi ve günceldir.
- Gıda sanayi atıklarını belirlemek için düzenlenmiş anket çalışması devam ettirilmelidir.

Türkiye'deki biyogaz uygulamalarıyla alakalı eksik olduğu düşünülen çalışmalar şu şekildedir:

- Biyogaz eylem planı/ biyogaz yol haritası: Türkiye'nin biyogaz stratejisi nasıl olmalıdır?
- Türkiye'deki tipik biyogaz tesislerinin özellikleri nasıl olmalıdır? (Biyogaz tesislerinin teknik değerlendirmesi)
- Türkiye'deki biyogaz tesislerinin ekonomik değerlendirilmesi.
- Biyogaz uygulamalarından kaynaklanabilecek ekolojik etkiler (örnsıra gazı emisyonlarında azalma, toprak ve sudaki çevresel değişiklikler, modern İstikrarlı sistemler).

7. Sonuçlar

Genel olarak, biyokütle potansiyeli; nüfus artış hızı, kişi başına düşen tüketim, ekin verimlerindeki gelişme, yem ve biyokütle üretimi ile iklim değişikliğine bağlı parametrelere göre değişen, gelecek gıda ve hammadde ihtiyacına bağlıdır.



Girdi veri sorunu: belirsiz siyasi gelişmeler ve yetersiz veri kullanılabilirliği (gelişmekte olan ülkeler), spesifik biyokütle fraksiyonları ile alakalı tanımlamaların eksikliği, bozulmuş araziler.

Mevcut belirsizliklerle başa çıkabilmek için senaryo yaklaşımı en uygun çözüm olabilir.

Gelecek biyokütle potansiyelinin sürdürülebilirliği; gıda güvenliği ve sürdürülebilirliğine yönelik küresel siyasal anlaşmalar ile gelişmiş ülkelerdeki tüketim alışkanlıklarına bağlıdır.

Türkiye'nin biyogaz potansiyeli aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Varolan biyokütlenin enerji üretimi için kullanımı, özellikle tarımdan, tarım-sanayiden ve belediye sektöründen kaynaklı atıkların biyogaz potansiyeli ile kıyaslandığında oldukça düşük seviyelerdedir.
- Tarımsal sektörün (büyükbaş ve kanatlı dışkıları) biyogaz potansiyeli oldukça yüksektir, ne yazık ki, bu potansiyel şu anda kullanımda değildir. Tarımsal sektöre yönelik en yüksek biyogaz potansiyeli, sığır gübresinden elde edilebilir. Hayvancılık atıkları, özellikle Türkiye'nin kuzey ve batı bölgelerinde yüksek potansiyele sahiptir.
- Hayvan atıklarının ve tarım-sanayi atıklarının kullanımı, çevresel sorunların çözümüne katkıda bulunabilir (örn. seragazi emisyonlarının azaltılması, yeraltı suyu güvenliği, nehir kirliliği).
- Özellikle arpa ve buğday saplarından kaynaklı yüksek biyogaz potansiyeli bulunmaktadır, ancak, saplar genellikle hayvan üretiminde yem olarak kullanılmaktadır. Sapların yakılması da diğer bir genel uygulamadır.
- Biyogaz prosesi sonucu oluşan son ürün tarımda gübre olarak kullanıldığında nitrat zincirinin tamamlanmasına yardımcı olur.
- Enerji bitkilerinin üretimi ile ilgili bilgiler kesin değildir ve toprağın kalitesi, iklim şartları ile alakalı detaylı araştırmanın yapılması, enerji bitkileri yetiştirilmesi için ne kadar ve hangi çeşit arazi gerektiği, ne tür verimin sağlanabileceği ve hangi varsayımların yapılmasının doğru olduğunun bilinmesi açısından gereklidir. DBFZ'in enerji bitkileri ile alakalı bulmuş olduğu potansiyel, korumacı yaklaşım ile hesaplanmıştır ve bu potansiyel, Türkiye'de enerji bitkilerinin nadas arazileri üzerinde ekiminin, enerji üretimi açısından alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceğinin kanıtıdır.
- Türkiye'de peynir altı atıksuyu, zeytin karasuyu ve hayvan atıklarının bertarafı sorun teşkil etmektedir. Küçük işletmelerde üretilen bu atıklar, geniş bir coğrafyaya yayılmaktadır. Çoğu işletmenin, çevre dostu bertaraf yöntemlerine dair yatırım yapması mümkün olmamaktadır. Bu atıkların biyogaz sistemlerinde diğer substratlarla beraber çürütülmesi, ekonomik açıdan kabul edilebilir bertaraf yöntemi sağlamakla kalmayıp, ekolojik olarak bertaraf sorununa da çözüm olmaktadır [8].
- Organik atıkların hesaplanmış teknik biyogaz potansiyelleri 112,6 – 221,5 PJ/yıl (enerji bitkileri ve saplar dahil değil/dahil) değerleri arasında değişmektedir. Bu biyogaz potansiyeli, Türkiye'nin birincil enerji ihtiyacının % 2,5 – 4,8'ini, toplam enerji tüketiminin ise % 3,2 – 6,3 arasında değişen kısmına denk gelir. Bu potansiyelin kullanımı ile enerji tüketimi içindeki yenilenebilir enerji yüzdesinin % 35,9 – 70,6 değerlerine ulaşması mümkündür. Dahası, bu potansiyel ile Türkiye'deki doğalgaz tüketimini %19,2 – 37,7 oranında azaltmak mümkündür. Biyogaz kullanım tesisleri için elektrik verimi %40

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

kabul edildiğinde, hesaplanmış biyogaz potansiyeli ile Türkiye'nin toplam elektrik üretiminin % 6 – 12'si karşılanabilir ve bu da elektrik üretimi içindeki yenilenebilir enerjilerin kullanım payının % 22 – 44 değerlerine tekabül etmesi demektir.

- Hesaplamalar sonucu, Konya en yüksek biyogaz potansiyeline sahip il olarak bulunmuştur.

Biyogaz uygulamalarına dair Türkiye'deki başlıca sorunlar:

- Yasal düzenlemelerin olmaması (örn. Hayvan atıklarının yönetimi eksik: Hayvan atıkları ile ne yapılmalı? Nasıl depolanmalı?),
- Şebekeye besleme tarifelendirmelerinin düşük olması,
- Biyogaz alanındaki bilgi ve deneyim eksikliği,
- Biyogaz derneğinin kapsamının kısıtlı olması ve aktörler arası iletişimin zayıflığı olarak tespit edilmiştir.

Yapılması gerekenler:

- Biyogaz tesislerinden gelen sıvı ve katı son ürünün kullanımının nitrat çevriminin kapanması için desteklenmesi; çiftçilerin, bu son ürünün kullanımına ve depolanması ile ilgili eğitimi,
- Yasal çerçevenin genel hatlarıyla geliştirilmesi ve gerçekçi hedeflerle, yeni yönetmeliklerin oluşturulması ve hedeflerin zamana bağlı kontrolü (şebekeye besleme tarifelendirmesi, çevre yönetmeliklerinin uygulanması için gerekli),
- Yol haritası ya da uzun dönemli ulusal stratejiyi destekleme amaçlı biyogaz eylem planı hazırlanması,
- Biyogaz ve biyogaz teknolojilerinin işletilmesine dair bilgilerin geliştirilmesi, araştırmaların artırılması,
- Biyogaz tesislerinin planlanması destek ihtiyacı (fizibilite raporları),
- Pozitif etkileri gösterme amaçlı pilot biyogaz tesisi kurulumu,
- Biyogazın gelişimi ile alakalı çalışan dernek ve enstitülerin güçlendirilmesi olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, Türkiye'de henüz kullanımda olmayan, yüksek bir biyogaz potansiyeli ve ilgili piyasa bulunmaktadır. Biyogazın kullanımının, çevre, tarım, sanayi ve özellikle enerji sektörü açısından pek çok avantajları vardır. En önemli yararlar aşağıda özetlenmiştir:

Çevre:

- Sera gazı emisyonlarında azalma ve iklim değişikliği ile mücadele,
- Su kalitesi ve toprağın iyileştirilmesi,
- Tarım ve hayvancılık atıklarından kaynaklı kirliliğin azaltılması.

Tarım:

- Tarımda modernleşme: sürdürülebilir ve çevresel yöntemlerle daha çok üretim,
- Modern hayvan atığı yönetmeliği: Nitrat döngüsünün promosyonu (dışkı depolama ve lojistik),
- 2010-2014 Strateji Planı: Kırsal gelişme, sürdürülebilir ve rekabetçi tarım.



Enerji:

- Strateji Planı 2010-2014: 2023 yılı yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının %30'a ulaşması hedefine katkı,
- Enerji güvenliği.

Sanayi ve ekonomik gelişme:

- Strateji Planı 2010-2014: Çevrenin güçlendirilmesi, Çevre ve Sanayi ticari ilişkileri,
- Biyogaz, Türkiye'nin gelecek teknolojisi,
- Yerli sanayi üretimi,
- Çevre ile alakalı (yeşil iş) işler ve Türkiye'de büyüme.



Kaynaklar

1. Kulcu R., 2007. Determination of optimum environmental conditions for composting some agricultural waste. Master of Science Thesis, Department of Agricultural Machinery, Akdeniz University, Turkey.
2. Yaldiz, 2011, personnel information from Prof. Yaldiz, 1st Biogas Workshop Izmir 19.-20.10.2011
3. Çağlar M., 2006 in dena Exporthandbuch Türkei 2010/2011
4. Ekinci, 2011: Regional Distribution of Animal Manure and Biogas Potential in Turkey. Presentation 1st Biogas Workshop Izmir 19.-20.10.2011
5. Dena: Exporthandbuch Erneuerbare Energien Türkei 2010/2011
6. Yaldiz et al., 2011: Methane production from tomatoes waste via co-fermentation. Presentation of 1st Biogas Workshop Izmir 19.-20.10.2011
7. Kaya D., 2011: The importance of biogas for Turkey in view of agricultural, energy and environment prospects and progress. Presentation of 1st Biogas Workshop Izmir 19.-20.10.2011
8. Azbar 2011:Biogas Potential Of Municipal Solid Waste And Some Agrowaste, Ege University, Bioengineering Department. Presentation of 1st Biogas Workshop Izmir 19.-20.10.2011
9. Ministry of Food, Agriculture and Livestock. (2011). ABGiriş Süreci Çerçevesinde Türkiye'de Süt Ve Süt Ürünleri Sektörüne Genel Bakış. Available online at:www.tarim.gov.tr/Files/Files/e./Sut_sektoru_raporu_TR.doc, [Accessed on 15 November 2011].
10. Ministry of Food, Agriculture and Livestock. (2011). Preparation Of Sector Analysis Reports For Certain Agricultural Products (Fruit & Vegetables, Meat). Available online at: www.tarim.gov.tr/Files/Files/e./4FruitVegetablesFinalReport_Eng.doc [Accessed on 15th of November 2011].
11. Izotar. (2011). Türkiye Topraklarının Değerlendirilmesi. Available online at: www.izotar.com/en_bilgibankasi.aspx?id=24 [Accessed on 24th of November 2011].
12. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi • Enerji Raporu 2010, ANKARA.
13. Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi-Enerji Ve Doğal Kaynaklar Paneli Raporu 2003, ANKARA.
14. Ekinci et al., 2010. The prospective of potential biogas plants that can utilize animal manure in Turkey. Energy exploration& exploitation Volume 28 Number 3 pp. 187-206.

15. Helen Chapin Metz, ed. Turkey: A Country Study. Washington: GPO for the Library of Congress, 1995. Available online at:<http://countrystudies.us/turkey/>, [Accessed on 15th of November 2011].
16. Prof.Dr.Tahsin Yeşildere, 2009. Gıda Güvenliği Açısından Türkiye'deki Mezbahaların Mevcut Durumu. Presentation of Mezbahalarda Gıda Güvenliği" Conference.
17. Preparation of Sector Analysis Reports for Certain Agricultural Products (Fruit & Vegetables, Meat). Poultry Meat Sector Report – DECEMBER 2006.
18. Preparation of Sector Analysis Reports for Certain Agricultural Products (Fruit & Vegetables, Meat). Red Meat Sector Report – december 2006.
19. Birleşmiş Milletler Gıda Ve Tarım Örgütü, Roma, 2007. Ab Giriş Süreci Çerçevesinde Türkiye'de Süt Ve Süt Ürünleri Sektörüne Genel Bakış.
20. South Aegean Development Agency, Ayşe Esin Başkan (GEKA), 2010. Zeytinyağı İşletmelerinin Atıkları ve Değerlendirilme Yolları.
21. Turkey Livestock Products Report, 2010. USDA Foreign Agricultural Service, Global Agricultural Information Network.
22. Deloitte Enerji ve Doğal Kaynaklar Sektörü, 2010. Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası 2010 – 2011 Beklentiler ve gelişmeler.
23. Teknodan, 2009. Biogas Potential Study by TEKNODAN company
24. Agripolicy Enlargement Network For Agripolicy Analysis, 2009. Analysis Of Renewable Energy And Its Impact On Rural Development In Turkey.
25. H. Huseyin Ozturk, Ali Bascetincelik, 2006. Energy Exploitation of Agricultural Biomass Potential in Turkey. Energy Engineering, Energy Economics, Energy Policy and Oil & Gas Exploration Volume 24, Number 1 – 2.
26. Kacira, M., Bascetincelik, A., Ozturk, H.H., Kaya, D., Ekinci, K. and, Karaca, C. (2006). Renewable energy potential and sustainable use in GAP region. Proceeding of the international Conference on Sustainable and New Technologies for Agricultural Production in GAP Region, May 29-31, Sanliurfa, Turkey, pages 78-93. (Invited Presentation)
27. Guner Law Office, (2008). Renewable Energy Market Opportunities and Legislation in Turkey.
28. Energy Market Regulatory Authority (EMRA). 2008
29. IEA (International Energy Agency), 2001. Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2001 Review. Paris, France: Int Energy Agency.
30. Tunc, M., Camdali, U., Parmaksizoglu, C., 2006. Comparison of Turkey's electrical energy consumption and production with some European countries and optimization of future electrical power supply investments in Turkey. Energy Policy 34, 50–59.



31. Ates E. Et al., 2011. Atıktan Enerji Üretiminin Belediye Atıkları Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi. Presentation of ICCI 2011-Uluslar Arası Enerji Ve Çevre Fuarı Ve Konferansı
32. Necdet Pamir, 2010. Türkiye'nin 2023 Enerji Hedefleri ve Strateji Belgesi'nin Değerlendirilmesi. Presentation of ICCI 2010-Uluslar Arası Enerji Ve Çevre Fuarı Ve Konferansı.
33. ENVER Enerji Verimliliği Derneği, Iconomy Vezir Consultancy - Haziran 2010. Türkiye Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmaları Raporu.
34. Meyer N., 2004. Renewable energy policy in Denmark. Energy for sustainable development, volume VIII No:1.
35. TÜİK (Turkey Statistics Office), Crop Production Statistics. 2010.
36. TÜİK (Turkey Statistics Office), agricultural Business. 2009.
37. TÜİK (Turkey Statistics Office), Livestock Statistics. 2010.
38. TÜİK (Turkey Statistics Office), Municipal Waste. 2008.
39. TÜİK (Turkey Statistics Office), Energy Production. 2010.
40. TÜİK (Turkey Statistics Office), Agroindustrial production. 2011
41. The ministry of energy and natural resources, 2010. Energy balance Database.
42. H. Mæng, H. Lund, F. Hvelplund, 1999. Biogas plants in Denmark: technological and economic developments. Applied Energy 64, 195-206.
43. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008.
44. N. Gamze Turan , Semra Çoruh , Andaç Akdemir , Osman Nuri Ergun. 2009. Municipal solid waste management strategies in Turkey. Waste Management 29, 465–469.
45. Basak K. Taseli. 2007. The impact of the European Landfill Directive on waste management strategy and current legislation in Turkey's Specially Protected Areas. Resources, Conservation and Recycling 52, 119–135.
46. DSI, Directorate General of State Hydraulic Works. 2007. Water Resources Management, Problems And Solutions For Turkey. Congress 2007.
47. Ayhan Demirbas. 2008. Importance Of Biomass Energy Sources For Turkey. Energy Policy 36, 834–842
48. Ministry of Food, Agriculture and Livestock. (2011).
49. Türkiye Seker Fabrikalari A.S. 2011. Istatistikler.
50. The ministry of Industry. 2011.

51. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung. 2010. Available online at: http://www.big-east.eu/downloads/FNR_HR_Biogas.pdf [Accessed on 14th of December 2011].
52. Schmitz, Norbert. 2005. Innovationen bei der Bioethanolerzeugung und ihre Auswirkungen auf Energie- und Treibhausgasbilanzen. Neue Verfahren, Optimierungspotenziale, internationale Erfahrungen und Marktentwicklungen. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 26. Landwirtschaftsverlag, Münster.
53. Kaltschmitt, M., Hartmann, H., Hofbauer, H. 2009. Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. 2. Auflage.
54. FAO Regional Office For Europe And Central Asia Policy Assistance Branch. 2007. Overview of The Turkish Dairy Sector Within The Framework Of Eu-Accession. Food And Agriculture Organisation Of The United Nations Rome.
55. Göksel N. Demirel, Metin Duran, Tuba H. Ergüder, Engin Güven, Örgen Ugurlu & Ulas Tezel. 2000. Anaerobic treatability and biogas production potential studies of different agro-industrial wastewaters in Turkey. Biodegradation 11: 401–405.
56. Ariane Riemann. 2011. GIZ Planning Expert.
57. Dilek Bostan Budak. 2009. Analysis Of Renewable Energy And Its Impact On Rural Development In Turkey. AgriPolicy Enlargement Network for Agripolicy Analysis.
58. Toklu, E., Güney, M.S., Isik, M., Comakli, O., Kaygusuz, K. 2010: Energy production, consumption, policies and recent developments in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14, 1172 – 1186.
59. Yüksel, I. 2010. Energy production and sustainable energy policies in Turkey. Renewable Energy 35, 1469 - 1476.
60. Demirbas, A. 2001. Energy balance, energy sources, energy policy, future developments and energy investments in Turkey. Energy Conversion and Management 42, 1239 – 1258.
61. IEA Bioenergy Task 37. 2011. Anaerobic Digestion Report Turkey's Situation in Biogas. Available online at: http://www.ieabiogas.net/download/publications/countryreports/april2011/Turkey_Country_Report.pdf
62. Ulusoy et al. 2009: Analysis of biogas production in Turkey utilising three different materials and two scenarios. African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (10), pp.996-1003, October 2009. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJAR>.
63. Statistisches Bundesamt: Umrechnungsschlüssel für Vieheinheiten (VE), Großvieheinheiten (GV). http://www.tll.de/ainfo/archiv/ve_schl.pdf
64. Türkiye seker fabrikalari A.S. 2010. Seker Fabrikalari. <http://www.turkseker.gov.tr/> [Accessed on 20th of November 2011]



65. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). 2007. Faustzahlen Biogas.
66. MEYED (Turkey Fruit Juice Industry Association). 2008., Türkiye Meyve Suyu Endüstrisi – İstatistiki Değerlendirme 2000-2008. Available online at: <http://www.meyed.org.tr/content/files/istatistikler/2008.pdf>. [Accessed on 15th of November 2011].
67. Gıda bilimi. 2009. Meyve Suyu Üretimi. Available online at: <http://www.gidabilimi.com/makaleler/34-makaleler/2756-meyve-suyu-uretimi>. [Accessed on 15th of November 2011].
68. FNR e.V.: Leitfaden Biogas – Von der Gewinnung zur Nutzung. Gülzow. 2010. Available online at: http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/pdf_208-leitfaden_biogas_2010.pdf[Accessed on 20th of December 2011]
69. Ruiz Fuertes, M. B., Rivera Patiño, J.D. and Pascual A. 2009. Effects of limonene on anaerobic co-digestion of citrus waste. Vidal Ainia Centro Tecnológico, Benjamin Franklin 5-11, 46980 Paterna (Valencia), Spain.

Şekiller

Şekil 1: Sektörlere göre biyogaz tesislerinin sayılarının ve kapasitelerinin dağılımı.	4
Şekil 2: Türkiye'deki biyogaz tesislerinin dağılımı (işletmedeki tesislerin sayıları).	4
Şekil 3: Türkiye'deki biyogaz tesis sayıları (durum: işletmede ve planlamada).	5
Şekil 4: 2000-2009 yılları arası Türkiye toplam enerji tüketimi. Kaynak: [22].	7
Şekil 5: Kaynaklara göre Türkiye'nin elektrik üretimi. Kaynak: [41].	9
Şekil 6: Türkiye'nin il bazında elektrik tüketimi (KWsaat). Kaynak: [33].	9
Şekil 7: Türkiye'nin farklı sektörler bazında elektrik tüketim dağılımı. Kaynak: [41, 38].	10
Şekil 8: Biyokütle potansiyel türleri.	22
Şekil 9: Sığır ve Kanatlı Sayılarının 2005-2010 Yılları Arası Gelişimi). Kaynak:[36].	27
Şekil 10: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış sığır potansiyeli dağılımı. Kaynak: [35].	28
Şekil 11: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış kanatlı (et ve yumurta tavuğu) potansiyeli dağılımı. Kaynak: [36].	29
Şekil 12: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış et tavuğu potansiyeli dağılımı. Kaynak: [36].	29
Şekil 13: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış yumurta tavuğu potansiyeli dağılımı. Kaynak: [36].	30
Şekil 14: İlçe bazında et tavuğu teknik biyogaz potansiyeli. Kaynak; [36]	33
Şekil 15: İlçe bazında yumurta tavuğu teknik biyogaz potansiyeli. Kaynak; [36]	33
Şekil 16: İlçe bazında sığır ve tavuktan elde edilebilecek toplam teorik biyogaz potansiyeli. Kaynak; [36].	34
Şekil 17: İlçe bazında sığır ve tavuktan elde edilebilecek toplam teorik biyogaz potansiyeli. Kaynak; [36].	34
Şekil 18: Hayvan türlerine göre teorik biyogaz potansiyel yüzde dağılımı.	35
Şekil 19: Hayvan türlerine göre teknik biyogaz potansiyel yüzde dağılımı.	35
Şekil 20: Tarım arazilerinin kullanım yüzdesi dağılımı. Kaynak: [35].	36
Şekil 21: Türkiye'deki tarım arazilerinin dağılımı. Kaynak: [35].	37
Şekil 22: İşletme başına düşen parsel sayılarının dağılımı. Kaynak: [35].	38
Şekil 23: İşletme başına düşen ortalama alan dağılımı. Kaynak: [35].	38
Şekil 24: Türkiye'deki il bazında tahıl, meyve ve sebze üretim dağılımı. Kaynak: [35].	39
Şekil 25: Tahıl hasat arazilerinin dağılımı. Kaynak: [35].	40
Şekil 26: Tahıl arazilerinin tahıl çeşitlerine göre kullanım dağılımı. Kaynak: [35].	41
Şekil 27: Tahıl saplarının teorik biyogaz potansiyeli. Kaynak: [35].	42
Şekil 28: Türkiye'deki en yaygın olarak üretilen sebzelerin yüzde dağılımları. Kaynak: [35].	43
Şekil 29: Sera ve tarladaki domates üretim dağılımı. Kaynak: [35].	43
Şekil 30: Domates üretimi (ton/yıl) dağılımı. Kaynak: [35].	44



Şekil 31: Şeker pancarı yaprağı teorik biyogaz potansiyeli dağılımı.	46
Şekil 32: Şeker pancarı yaprağı teknik biyogaz potansiyeli dağılımı.	46
Şekil 33: İl bazında Türkiye'deki nadas alanlarının dağılımı. Kaynak: [35].	47
Şekil 34: Türkiye'deki şeker fabrikalarının dağılımı. Kaynak: [48].	50
Şekil 35: Türkiye'nin en yaygın meyvelerinin üretim yüzdeleri dağılımı (ton/yıl). Kaynak: [35].	50
Şekil 36: Kullanım durumuna göre zeytin üretimi. Kaynak: [35].	51
Şekil 37: Toplam et üretim kapasitesi dağılımı. Kaynak: [50].	57
Şekil 38: Belediye atığı içeriği. Kaynak: [31].	65
Şekil 39: Tarım artıklarının teorik biyogaz potansiyeli dağılımları.	66
Şekil 40: Tarım artıklarının teknik biyogaz potansiyeli dağılımları.	66
Şekil 41: Sektörlere göre Türkiye'deki teorik biyogaz potansiyel dağılımları (PJ/yıl).	69
Şekil 42: Sektörlere göre Türkiye'deki teknik biyogaz potansiyel dağılımları (PJ/yıl).	69
Şekil 43: Türkiye'nin biyokütle potansiyeli. Kaynak: [3].	71

Tablolar

Tablo 1: Sektörlere göre biyogaz tesislerinin dağılımı, durumları ve toplam kurulum kapasiteleri.	3
Tablo 2: Türk enerji politikalarından sorumlu ana devlet. Kaynak: [57].	6
Tablo 3: Enerji politikalarından çeşitli açılardan sorumlu devlete bağlı olmayan kuruluşlar. Kaynak: [57].	6
Tablo 4: Türkiye'nin birincil enerji ihtiyacı ve toplam enerji tüketimi. Kaynak: [41].	8
Tablo 5: Türkiye'nin yakın gelecek enerji üretim/tüketim senaryoları. Kaynak: [43].	10
Tablo 6: Ulusal yenilenebilir enerji politikalarında izlenen temel prensipler. Kaynak: [57].	11
Tablo 7: Biyogazla alakalı olarak var olan yasal yönetmelik ve kanunlar.	13
Tablo 8: İşletmelere göre Türkiye'de yenilenebilir enerji kanununa göre belirlenmiş dolar sent şebekeyi besleme tarifelendirmeleri.	14
Tablo 9: Türkiye'de üretilmiş mekanik veya elektromekanik ekipmanlar için teşvikler (kWsaat başına US dolar sent).	14
Tablo 10: Büyük yapılı hayvan türlerinin sayılarına göre dağılımı. Kaynak: [36].	26
Tablo 11: 2005- 2010 yılları arası hayvan sayılarının değişimi. Kaynak: [36].	26
Tablo 12: Hayvan türlerine ve yaşlarına bağlı olarak kullanılan 'hayvan birimi' değerleri. Kaynak: [63]27	
Tablo 13: Türkiye'nin batı bölgeleri. Kaynak: [14].	30
Tablo 14: Türkiye'nin doğu bölgeleri. Kaynak: [14].	31
Tablo 15: Hayvan türüne göre toplanabilir dışkı oranları. Kaynak: [1, 4].	31
Tablo 16: Yetişkin veya yavru olmasına bağlı olarak büyükbaş hayvan dışkı özellikleri.	32
Tablo 17: Et ve yumurta tavuğu dışkı özellikleri.	32
Tablo 18: Farklı tahıl türlerinden elde edilmesi mümkün artık miktarları. Kaynak: [23].	41
Tablo 19: Domates artıklarının özellikleri.	44
Tablo 20: Şeker pancarı yapraklarının özellikleri. Kaynak: [51].	45
Tablo 21: Pancar pres keki ve molazın özellikleri: [51].	48
Tablo 22: Türkiye'deki biyoetanol tesisleri.	49
Tablo 23: Biyoetanol üretiminden gelen posanın (draf) özellikleri. Kaynak: [51].	49
Tablo 24: Zeytin yağı üretim proseslerinin karşılaştırılması. Kaynak: [8].	52
Tablo 25: DBFZ laboratuvarındaki zeytin örneklerinin özellikleri.	53
Tablo 26: Meyve suyu üretim prosesine giden meyve miktarları, 2005 -2008 (1000 ton). Kaynak: [66].	54
Tablo 27: Meyve posasının özellikleri. Kaynak: [68]	54
Tablo 28: Türkiye'deki kesimhane/et işletmeleri sayıları. Kaynak: [18].	56
Tablo 29: 1995-2009 yılları arası kesimi yapılmış, kanatlı hayvan sayıları. Kaynak: [36].	57
Tablo 30: Sığırdan et üretimi (1999-2009). Kaynak: [37].	58
Tablo 31: 2010 yılı Türkiye kırmızı et üretim miktarları (ton). Kaynak: TÜİK 2011, [40].	58



Tablo 32: 2009 ve 2010 yılları arası et üretimi atıkları. Kaynak: [18], [36], [37].	59
Tablo 33: Büyükbaş ve kanatlı hayvan kesimlerinden gelen atıkların özellikleri ile ilgili varsayımlar. ..	60
Tablo 34: Büyükbaş ve kanatlı hayvan vücut parçalarının özellikleri.	60
Tablo 35: Büyükbaş ve kanatlı kesim artıklarının özellikleri.	61
Tablo 36: Orta ve büyük ölçekli işletme konumları (>50 000 L/gün). Kaynak: [54].	62
Tablo 37: Aylara göre 2010 yılı süt ve süt ürünleri üretimi. Kaynak: [35].	63
Tablo 38: Peynir altı atık suyuna ait teknik ve teorik biyogaz potansiyel değerleri.	63
Tablo 39: Belediye katı atıklarının durumu, 2008. Kaynak: [37].	64
Tablo40: Türkiye'de tarım sektörü teknik biyogaz potansiyellerine (hayvan gübresi, tarımsal yan, enerji bitkileri) göre iller sıralaması.	67
Tablo 41: Sektörlere göre hesaplanmış biyogaz potansiyelleri.	68
Tablo 42: Sektörlere biyogaz potansiyelleri karşılaştırması.	68
Tablo 43: Teknik biyogaz potansiyel enerjisi kullanımı ile örtülebilecek enerji yüzdeleri. Kaynak: [41].	70
Tablo 44: Biyogaz aktörlerine genel bakış.	73
Tablo 45: Biyogaz tesislerinin kurulumu ve işletilmesinde direkt etkiye sahip paydaşların biyogaz projeleri içerisindeki muhtemel ilgi ve pozisyonları.	75

Ekler

Ek 1: Türkiye'deki biyogaz tesislerine genel bakış.....	92
Ek 2: Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelikte Belirlenen Parametre Sınırları.....	100
Ek 3:Substrat türlerine göre muhtemel biyogaz oranları (TÜBİTAK).....	101
Ek 4:Üniversiteler ve biyogaz teknolojileri alanında çalışmaları.....	102
Ek 5: Türkiye'de biyogaz ile ilgili farklı enstitülerin iletişim bilgileri.....	104
Ek 6: İllere göre büyükbaş ve kanatlı kesim işletmeleri sayıları. Kaynak: [18].....	114
Ek 7: Türkiye'de tavuk kesim işletmelerinin dağılımı. Kaynak: [48].....	116
Ek 8: Meybahaların dağılımı. Kaynak: [16].....	117
Ek 9: Yıllara göre Türkiye'de biyogaz çalışmaları.....	118
Ek 10: Biyogaz çalışmaları.....	122
Ek 11: Tarımsal substratların il bazında teorik biyogaz potansiyeli.....	125
Ek 12: Tarımsal substratların il bazında teknik biyogaz potansiyeli.....	128
Ek 13: Kanatlı dışkılarının il bazında teknik ve teorik biyogaz potansiyeli.....	131
Ek 14: Biyogaz üretimi için tahıl sapsarı öyellikleri. Kaynak: [51].....	134
Ek 15: Sığırdan süt üretimi (1999-2009). Kaynak: [17].....	135
Ek 16: İşletmelere, üretime ve kurulu kapasiteye bağlı süt ürünleri çeşitleri. Kaynak: [48].....	136
Ek 17: Hayvancılık Sektörü Anketi (İngilizce).....	137
Ek 18: Hayvancılık Sektörü Anketi (Türkçe).....	138
Ek 19: Gıda Sanayi Sektörü Anketi (İngilizce).....	139
Ek 20: Gıda Sanayi Sektörü Anketi (Türkçe).....	141



Ek 1:Türkiye'deki biyogaz tesislerine genel bakış.

İşletme	İlçe	Adres	İşletmenin tipi	Kurulu Kapasite [MWe]	Projenin Durumu	Bilginin Kaynağı	Açıklama
Adana							
ITC Adana Çöplüğü	Yüreğir	Sofulu Katı Atık Alanı Mevkii / ITC Adana Enerji Üretim Tesisi	Belediye (atık depolama)	11,328	işletmede	EPDK List + Jenbacher List	
Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.			Tanımlanmamış	0,800	lisanslı	EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211	
Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.			Tanımlanmamış	0,800	lisanslı	EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211	
Batı Adana Atıksu Arıtma			Tanımlanmamış (wastewater)	0,803		Jenbacher List	
Doğu Adana Atıksu Arıtma			Tanımlanmamış (wastewater)	0,803		Jenbacher List	
Afyon							
afyon güc birliği /afyonkarahisar biyogaz enerji santrali			Tarım(tavuk gübresi)	4,200		http://afyonbiyogaz.com/	
Amasya							
Sigma Mühendislik Ve Pazarlama Limited Şirketi	Suluova	Besi Organize Sanayi Bölgesi mevkii/Sigma Suluova Biyogaz Tesisi	Tanımlanmamış	2,000	lisanslı	EPDK Biyogaz İncelemedeki Lisanslar v0 090211	
Ankara							
ITC-KA Enerji Üretim San. ve Tic. A.Ş.	Sincan		Belediye (atık depolama)	5,660	lisanslı	EPDK List	
ITC-KA Enerji Üretim San. ve Tic. A.Ş.	Mamak	Mamak Biyogaz Santrali	Belediye (atık depolama)	36,000	lisanslı	EPDK List + Jenbacher List	Jenbacher: 25,488 MW
Bel-Ka Ankara Katı Atıkları Ayıklama Değerlendirme, Bilgisayar, İnşaat San. ve Tic. A.Ş.	Sincan	Tatlar Köyü	Belediye (atık depolama)	3,200	işletmede	EPDK List + Jenbacher List	Jenbacher: 5,66

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Ankara Büyükşehir Belediyesi			Belediye (atıksu)	2,000	işletmede	Selman Cagman Mail + http://www.aski.gov.tr/	
Antalya							
İnfaz ve Akdeniz Üniversitesi	Kumluca		Tanımlanmamış			http://www.ajansbir.com/modulles/print_haber.php?par1=14694	
Aydin							
tt group			Tarım (mısır silajı ve gübre)	1,063	işletmede	http://ttgroupenergy.com/yatirimlar/biyogaz-enerji-yatirimlari/aydin-biyogaz-enerji-santrali/	
Balikesir							
Edincik Belediyesi	Edincik		Tarım (tavuk gübresi)	2,000		http://www.haberx.com/balikesir_edincikte_biyogaz_tesisi_kurulmasi_icin_calisma%2817,n,10656575,741%29.aspx	
Mauri Maya	Bandırma	Kavakpınar Mevkii Aksakal PK 101 10200	sanayi (atıksu)	1,200	işletmede	Selman Cagman Plant List	0,65 mio m ³ / a
TekSut	Gönen		sanayi(atıksu)		işletmede	Selman Cagman Plant List	0,2 mio m ³ / a
Kepsut Enerji Elektrik Üretim Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Kepsut	Hotaşlar Köyü Beşiktepe Altı mevkii/ Kepsut Enerji	Belediye (atık depolama)	13,300		EPDK Biyogaz İncelemedeki Lisanslar v0 090211	
Banvit Enerji ve Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Bandırma	Ömerköy Kavşağı / Bandırma Biyogaz Santrali	Tanımlanmamış	3,066	lisanslı	EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211	
Bolu							
Bolpat Potates Üretim			sanayi (atıksu)		işletmede	Selman Cagman Plant	1,2 mio m ³ /



CEV Marmara Enerji Üretim Sanayi Ve Ticaret Ltd. Şti.	Centre	Yukarı Soku Mevkii	Belediye (atık depolama)	1,131	lisanslı	List Jenbacher List + EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211	a
Burdur							
Burdur Pars Enerji Grubu			Sanayi (şeker pancarı)		planlamada	http://www.haberler.com/burdur-a-2-5-milyon-euroluk-biyogaz-yatirimi-2557853-haber/	
Burdur Şeker Fabrikası	Burdur		sanayi (atıksu)		in operation	Selman Cagman Plant List	1,3 mio m ³ / a
Bursa							
Cargill Tarım ve Gıda Sanayi Ticaret A.Ş.	Orhangazi		Sanayi (atıksu, organikatik)	0,120	işletmede	Selman Cagman List + EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211	0,7 mio m ³ / a
Sütas Milk Production	Karacabey		Sanayi (atıksu, organikatik)		işletmede	Selman Cagman Plant List	3 mio m ³ / a
ITC Bursa Çöplüğü			Belediye (atık depolama)	8,478		Jenbacher List	
Denizli							
Bereket Enerji Üretim A.Ş.	Denizli	Kumkısıık Mevkii / Kumkısıık LFG Santrali	Belediye (atık depolama)	0,635	lisanslı	EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211	
Elazig							
municipality			Tarım (tavuk gübresi)			http://www.emo.org.tr/ekler/0d936dc2a4718f8_ek.pdf	
Erzincan							
Cadirtepe Landfill	Üzümlü	Cadirtepe	Belediye (atık depolama)		işletmede	Selman Cagman Plant List	33,6 Gwhel; 14 mio m ³ / a
Eskisehir							
Eskisehir Şeker Fabrikası	Eskisehir		sanayi (atıksu) sanayi (atıksu)	1,200	işletmede işletmede	Selman Cagman Mail Selman Cagman Plant List	1,3 mio m ³ / a
ESES Eskişehir Enerji Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Odon pazarı	Alpu Yolu 3 Km.	Tanımlanmamış	2,042	lisanslı	EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211	

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Gaziantep							
solea energy		kilavuz hayvancilik tesisi	Tarım (hayvan gübresi)			http://www.soleaenerji.com.tr/Teknolojik_Biyogaz-tesisi.asp	
Gaziantep Belediyesi			Çöp gazı		işletmede	Prof. Dr. Durmus Kaya	3 mio m ³ / a
Gaziantep Belediyesi			Tarım (ot)			http://www.floraburada.com/NewsShow.aspx?id=653	
Cev Enerji Üretim San. ve Tic. Ltd. Şti.	Şahinbey	Gaziantep Bağlarbaşı mevkii	sanayi (atıksu) Belediye (atık depolama)	2,000 5,655	işletmede işletmede	Selman Cagman Mail Jenbacher List + Selman Cagman Plant List + EPDK Biyogaz Verilmis Lisanslar v0 090211	Jenbacher: 5,664 MW Selman Cagman: 6,786 MW
GASKİ Enerji Yatırım Hizmetleri İnşaat San. ve Tic.A.Ş.			Tanımlanmamış	1,660	lisanslı	EPDK Biyogaz Verilmis Lisanslar v0 090211	
Isparta							
municipality /Isparta Belediyesi			Belediye (atık depolama)			http://www.emo.org.tr/ekler/0d936dc2a4718f8_ek.pdf	
Istanbul							
Efes Biracılık			sanayi (atıksu)		işletmede	Selman Cagman Plant List	0,8 mio m ³ / a
Ortadoğu Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş.	Şile		Belediye (atık depolama)	7,560	lisanslı	EPDK List	
İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme San. ve Tic. A.Ş.			Belediye (atık depolama)	4,020		EPDK List	
Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Eyüp	Hasdal-Kemerburgaz	Belediye (atık depolama)	4,020	işletmede	EPDK List + Selman Cagman Plant List + Jenbacher List	Jenbacher: 0,588 MW Selman: 1 MW



							2,2 mio m ³ / a
Kemberburgaz Çöp Sahası-Odayeri	Eyüp	Kemberburgaz / Odayeri Çöplüğü	Belediye (atık depolama)	16,980	işletmede	Selman Cagman Plant List	51,6 mio m ³ / a GE Press: ~ 35 MW (Odayeri + Komurcuoda)
Kemberburgaz Çöp Sahası-Komurcuoda	Eyüp	Kemberburgaz / Komurcuoda Çöplüğü	Belediye (atık depolama)	7,075	işletmede	Selman Cagman Plant List + Jenbacher List	Jenbacher: 4,024 MW 35 mio m ³ / a
Izmir							
keskinoglu			Tarım(tavuk gübresi)			http://www.kobiden.com/keskinoglu-biyogazdan-elektrik-uretecek_10353_haber.html	20 GWh
tt group	Cigli		sanayi (atıksu)	3,880	işletmede	http://ttgroupenergy.com/yatirimlar/biyogaz-enerji-yatirimlari/cigli-biyogaz-enerji-santrali/	
tt group	Harmandali		Belediye (atık depolama)	4,250	işletmede	http://ttgroupenergy.com/yatirimlar/biyogaz-enerji-yatirimlari/harmandali-biyogaz-enerji-santrali/	
Kastamonu							
Kastamonu Inebolu(çiftçi)	Inebolu		Tarım (sığır gübresi)			http://www.kastamonusefasi.com/showthread.php?t=68392	
Kayseri							
Her Enerji Ve Çevre Teknolojileri Sanayi Ticaret Anonim Şirketi	Koca Sinan	Molu mevkii / Her Enerji Kayseri Katı Atık Deponi Sahası Biyogaz Santrali	Belediye (atık depolama)	1,560	işletmede	EPDK List + Selman Cagman Mail + http://www.emo.org.tr/ekler/0d936dc2a4718f8_ek.pdf	Selman: 1,35 MW

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

solea enerji			Tanımlanmamış			http://www.emo.org.tr/ekler/0d936dc2a4718f8_ek.pdf
Kirsehir						
Kirsehir Şeker Fabrikası			sanayi (atıksu)		işletmede	Selman Cagman Plant List 1,4 mio m ³ / a
İlci Tarım			Tanımlanmamış	0,249		Jenbacher List
Kocaeli						
TÜBİTAK	Izmit		Tarım (6000t ot, 2000t meyve/sebze atığı, 450t mezbaha atığı, 2000t tavuk gübresi, 350t sığır gübresi)	0,330	işletmede	Jenbacher List
Pakmaya Maya			sanayi (atıksu)		işletmede	Selman Cagman Plant List 1,1 mio m ³ / a
Fritolay Suadiye / Arbiogaz	Izmit	Suadiye	sanayi (atıksu, organik atık)	0,400	işletmede	Arbiogaz Homepage + Jenbacher List + Selman Cagman Plant List 0,635 MW 1,7 mio m ³ / a
Izaydaş İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketi	Izmit	Solaklar Köyü mevkii/ İzaydaş Biyogaz Enerji Üretim Santrali	Belediye (atık depolama)	0,750		EPDK Biyogaz İncelemedeki Lisanslar v0 090211
Körfez Enerji Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Izmit	Solaklar mevkii / Kocaeli Çöp Biyogaz Tesisi Projesi	Tanımlanmamış	2,400		EPDK Biyogaz İncelemedeki Lisanslar v0 090211
Konya						
Seydibey Patates Entegre Üretim Tesisleri	Seydibey		Sanayi (patatesatığı)	6,000	işletmede	http://www.pankobirlik.com.tr/Haber.aspx?ID=79



Konbeltaş Konya İnşaat Taşımacılık Hizmet Danışmanlık Ve Park İşletmeciliği Ticaret Anonim Şirketi	Karatay	Tatlıcak mevki /Konya Atıksu Arıtma Tesisi Elektrik Santrali	sanayi (atıksu)	2,436	işletmede	EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211 + DBFZ List + Jenbacher List	DBFZ: 1,87 MW Jenbacher: 2,505 MW
ITC-KA Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi	Karatay	Aslım Katı Atık Alanı mevki/ITC-KA Aslım Enerji Üretim Tesisi	Belediye (atık depolama)	5,804	lisanslı	EPDK Biyogaz İncelemedeki Lisanslar v0 090211 + Jenbacher List	Jenbacher: 5,652 MW
Mersin							
Fritolay Tarsus / Arbiogaz	Tarsus		sanayi (atıksu, organik atık)	0,660		Jenbacher List	
Mersin Büyükşehir İmar İnşaat Ve Ticaret A.Ş.	Akdeniz	Karaduvar Mevkii	Tanımlanmamış	1,900	lisanslı	EPDK List	
Muğla							
Muğla Atıksu Arıtma / Arbiogaz			Tanımlanmamış (atıksu)	0,249		Jenbacher List	
Sakarya							
Sakarya (çiftçiler)	Kaynarca		Tarım(hayvan gübresi)	0,330	işletmede	http://www.ciftciplat.com/print.php?type=N&item_id=72	
			Tarım(hayvan gübresi)		planlamada	http://www.istanbulburda.com/Kaynarca %27da-ilk-ev-tipi-biyogaz-tesisinde-gaz-uretimine-baslandi-SAKARYA-66990	
Altra Enerji Üretim San. Ve Tic. A.Ş.	Söğütü	Soğucak Köyü	Tanımlanmamış	6,220		EPDK Biyogaz İncelemedeki Lisanslar v0 090211	
Pamukova Yenilenebilir Enerji ve Elektrik Üretim A.Ş. / Ak Gıda / Arbiogaz	Pamukova	Adapazari / Paşa Deresi Mevkii / Pamukova Biyogaz Santrali	Tanımlanmamış	1,400	lisanslı	EPDK Biyogaz İncelemedeki Lisanslar v0 090211 + Jenbacher List	Jenbacher: 1,487 MW
Samsun							
	Vezirköprü		Tarım (90 ton/gün sığır gübresi)	0,500		http://www.netkulis.com/haber-13207-Vezirkoprue_Biogaz_Tesisi_kurulacak	

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Samsun Avdan Enerji Üretim ve Ticaret A.Ş.	İlkadim	Avdan mevki / Samsun Avdan Biyogaz Tesisi	Belediye (atık depolama)	2,472	işletmede	Selman Cagman Mail + EPDK Biyogaz İncelemedeki Lisanslar v0 090211	
Sanliurfa							
ŞANLIURFA ŞUTSO			Tarım(sığırgübresi)		planlamada	http://www.basinbatman.com/haber/ekonomi/12476/sanliurfa-biyogaz-uretimi-icin-kollari-sivadi.html	
Tekirdag							
Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Çorlu	Karatepe mevki	Tanımlanmamış	0,800	lisanslı	EPDK Biyogaz Verilmiş Lisanslar v0 090211	
Tokat							
Tokat Atıksu Arıtma Tesisi			Tanımlanmamış (atıksu)	0,330		Jenbacher List	
Yozgat							
Yozgat Şeker Fabrikası			Sanayi (atıksu)		işletmede	Selman Cagman Plant List	1,4 mio m ³ / a
Zonguldak							
Eregli Şeker Fabrikası	Eregli		Sanayi (atıksu)		işletmede	Selman Cagman Plant List	1 mio m ³ / a



Ek 2: Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelikte Belirlenen Parametre Sınırları.

Parametreler	Maksimum değer
Toplam Bacteri (Anaerobik, microaerofili)	1.0 x 10 ³ kob/g ya da kob/ml
Enterobactericea	<3 cfu/ml
Escherichia coli	yok
Clostridium spp.	:<2 kob/g ya da kob/ml
Salmonella spp.	yok (25 g ya da ml)
Mycobacterium spp.	yok (25 g ya da ml)
Staphylococcus surcus	yok (25 g ya da ml)
Bacillus anthracis	yok (25 g ya da ml)
Bacillus cereus	yok (25 g ya da ml)
Toplam fungi ve maya	<3 kob/g ya da kob/ml
Fecal Coliform	< 1.0x10 ³ kob/g ya da kob/ml
Total Coliform	<1.0x10 ³ kob/g ya da kob/ml
Salmonella spp.	<3 MPN/4 g ya da ml
H5N1 (yalnızaca kanatlı gübresi için)	yok
Iyssa virus analizi (yarasa gübresi için)	yok
Kadmiyum	3 ppm
Bakır	450 ppm
Nikel	120 ppm
Kurşun	150 ppm
Çinko	1100 ppm
Merkür	5 ppm
Krom	350 ppm
Kalay	10 ppm

Ek 3:Substrat türlerine göre muhtemel biyogaz oranları (TÜBİTAK).

Artıklar	Miktar (kg)	Toplam biyogaz (m3)	Toplam metan (m3)	biyogazverimi (m3/ton)	metanverimi (m3/ton)	(%) metan oranı
hayvan pancarı	100	11.89	6.54	118.9	65.4	55
patates	100	10.05	5.53	100.5	55.3	55
mısır	100	45.62	25.09	456.2	250.9	55
buğday	100	53.67	29.52	536.7	295.2	55
rape	100	50.59	27.83	505.9	278.3	55
çimen	100	10.08	5.54	100.8	55.4	55
yonca	100	10.18	5.6	101.8	56	55
kabak	100	8.53	4.69	85.3	46.9	55
şekerpancarı	100	5.02	2.76	50.2	27.6	55
Çavdar	100	49.75	27.36	497.5	273.6	55
arpa	100	63.98	35.19	639.8	351.9	55
napier otu	100	7.49	4.12	74.9	41.2	55
Şeker pancarı başı	100	43.95	24.17	439.5	241.7	55
hardal	100	13.91	7.65	139.1	76.5	55
Buğday sapı	100	34.8	19.14	348	191.4	55
Pirinç sapı	100	47.36	26.05	473.6	260.5	55
Şeker kamışı yaprakları	100	9.66	5.31	96.6	53.1	55
bakla	100	13.91	7.65	139.1	76.5	55
Bira üretimi atıkları	100	61.57	33.86	615.7	338.6	55
Çim silajı	100	30.55	16.8	305.5	168	55
Sebze atıkları	100	7	3.85	70	38.5	55
tahıl	100	52.82	29.05	528.2	290.5	55
saman	100	41.42	22.78	414.2	227.8	55
Yemek atıkları	100	6.17	3.39	61.7	33.9	55
Mezbaha atıksuyu	100	13.25	7.29	132.5	72.9	55
yapraklar	100	12.75	7.01	127.5	70.1	55
dal	100	10.29	5.66	102.9	56.6	55
Çim, yaprak ve dal karışımı	100	10.05	5.53	100.5	55.3	55



Ek 4:Üniversiteler ve biyogaz teknolojileri alanında çalışmaları.

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- Incecik S, Atımtay A., and Choi H., Preface. Int. J. Environment and Pollution, Vol. 39, Nos. 3/4, 2009
- Isci A. and Demirer G. N., 2007. "Biogas production potential from cotton waste", Renewable Energy, Vol. 32, No: 5, 750-757.
- Demirer G.N. and Chen S., 2004. "Effect of retention time and organic loading rate on anaerobic acidification and biogasification of dairy manure", Journal of Chemical Technology & Biotechnology, Vol. 79, No:12, 1381-1387.
- Erguder T.H., Tezel U., Guven E., and Demirer G.N., 2001. "Anaerobic biotransformation and methane generation potential of cheese whey in batch and UASB reactors", Waste Management, Vol. 21, No:7, 643-650.
- Demirer G.N., Duran M., Erguder T.H., Guven E., Ugurlu O. and Tezel U., 2000. " Anaerobic treatability and biogas production, potential studies of different agro-industrial wastewaters in Turkey, Biodegradation, Vol. 11, No: 6, 401-405.
- Gungor G. and Demirer G.N., 2003. "Biogas production potential from broiler and cattle manure", 2. Renewable Energy Symposium, Chamber of Electrical Engineers, 15-18 October 2003, İzmir, Turkey, 355-362. (in Turkish)
- Demirer G.N., Duran M., Guven E., Ugurlu O., Erguder T.H., Tezel U., Sen S., Korkusuz E.A., and Varolan N., 2001. "Biogas production from organic waste by anaerobic methods: applicability in Turkey", Renewable Energy Symposium, Chamber of Electrical Engineers, 18-20 January 2001, Izmir, Turkey, 99-105. (in Turkish)
- Demirer G.N., Duran M., Guven E., Ugurlu O., Erguder T.H., Tezel U., Sen S., Korkusuz E.A., Varolan N., Demirci G., Capar G., Acuner E., and Sahinkaya E., 2000. "An example for biomass energy: Biogas production from organic waste by anaerobic methods", Third National Clean Energy Symposium, Istanbul Technical University and Clean Energy Foundation, 15-17 November 2000, Istanbul, Turkey, 467-474. (in Turkish)
- Demirer G.N., Duran M., Erguder T.H., Guven E., Ugurlu O. and Tezel U., 1999. "Anaerobic treatment and biogas generation potential of organic waste: Potential and technological applicability in Turkey", Environmental Pollution Priorities of Turkey III, Gebze Yuksek Teknoloji Enstitusu, 18-19 November 1999, Gebze-Kocaeli, Turkey. (in Turkish)
- Erguder T.H. and Demirer G.N., 1999. "Anaerobic treatment and biogas generation potential of olive mill waste" First Ecological Agriculture Symposium, Ekolojik Tarim Organizasyonu Dernegi-Ege Universitesi, 21-23 Haziran 1999, Izmir, Turkey.(in Turkish)

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ, BURSA

- Ulusoy Y., Ulukardesler A.H., Unal H., Alibas K., 2009. "Analysis of biogas production in Turkey utilizing three different materials and two scenarios", African Journal of Agricultural Research, 4, 10, 996-1003.
- Ulusoy Y., Unal H., Alibas K., 2009. Bursa İli Karacabey İlcesinde Örnek bir Biyogaz Tesisinin Kurulabilirliği için Tarımsal ve Gıda Artıklarının Enerji Potansiyeli", 25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 1-3 Ekim 2009, Isparta.

SULEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ

- "Climatization of Renewable Energy Sourced heat - Use Potentials in the Cooling Processes " (TUBITAK)

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

- "Use of Electricity generated during biological treatment and Enhancing The potential using ways", Master Thesis, Zehra Esralhan, Associate Advisor. Dr. Selim Sanin.
- "Long-Term Energy Demand of Turkey and the estimated emission of CO₂", Master Thesis, David Kocabas Tuncar, Dr. Advisor. Koksal AYDINALP.

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

- Murat TOPAL, E. Thermal Arslan, 2008. 'Biomass Energy and Turkey. VII. National Clean Energy Symposium, UTES2008, ITU, Istanbul, 17-21 December 2008, 241-248.
- Heat E. Arslan, Sibel LION, Murat TOPAL, 2007. 'Evaluation of Biomass Waste'. The National Environment Symposium, University of Mersin. Department of Environmental Engineering, Çiftlikköy Campus, Mersin, 18-21 May 2007, 1-7.
- Heat E. Arslan, Sibel LION, Murat TOPAL, Ubaidal PEK, 2007. 'Biomass Farming'. I. Climate Change Congress of Turkey, Istanbul Technical University, Maslak KSB Hall, Istanbul, Turkey, April 11-13, 2007, 479-484.
- Heat E. Arslan, Sibel LION, Murat TOPAL, 2007. 'Biomass energy conversion.' I. Climate Change Congress of Turkey, Istanbul Technical University, Maslak KSB Hall, Istanbul, Turkey, April 11-13, 2007, 485-492.
- Sibel LION, Murat TOPAL, E. Thermal Arslan, 2006. 'Solution for Depleted Energy Resources: Biomass Energy'. VI. National Clean Energy Symposium, UTES, Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey, 25-27 May 2006, 788-795.
- Murat TOPAL, E. Thermal Arslan, Ferhat Kilinc, 2009. 'The World and the Biomass Energy', 17 National Thermal Science and Technology Congress, Sivas, 24-27 June 2009.



Ek 5: Türkiye'de biyogaz ile ilgili farklı enstitülerin iletişim bilgileri.

Ad	Adres	Telefon	E-poste	Websites,	Açıklamalar
Birlikler					
Türkiye Kırmızı Et Üreticileri Merkez Birliği	Mustafa Kemal Mahallesi 2140. Sokak Demirler Plaza 18/3 Çankaya/ANKARA	0090 312 219 51 84	tuketbir@ketbir.org.tr	http://ketbir.org.tr	Türkiye'nin kırmızı et potansiyeline yönelik bilgi sağlayabilirler
Yumurta Üreticileri Merkez Birliği	Mustafa Kemal Mahallesi 2140. Sokak Demirler Plaza 18/3 Çankaya/ANKARA	0090 312 473 20 00	bilgi@yum-bir.org	www.yum-bir.org/	Türkiye'nin kanatlı potansiyeline yönelik bilgi sağlayabilirler
Afyon Güçbirliği Tavukçuluk	Derviş Paşa Mah. Bilgi Cad. Dörtler Apt. No:25/A Afyonkarahisar Merkez, Afyonkarahisar	0090 272 214 73 00			Türkiye'nin kanatlı potansiyeline yönelik bilgi sağlayabilirler
Türkiye Damızlık Siğir Yetiştiricileri Merkez Birliği	Eskişehir Yolu üzeri, Mustafa Kemal Mh.2120 Cadde, No: 5Gözüm İş Merkezi Daire: 1- 206520 Çankaya - ANKARA	0090 3 12 219 45 64 (Pbx)	dsymb@dsymb.org.tr	www.dsymb.org.tr	Türkiye'nin büyükbaş potansiyeline yönelik bilgi sağlayabilirler
ETBİR Et Üreticileri Birliği	Atlantis İş Merkezi C Blok No: 14 Osmanlı Bulvarı Kurtköy İstanbul	0090 216. 478 62 79	etbir@etbir.org	www.etbir.org	Türkiye'nin et endüstrisipotansiyeline yönelik bilgi sağlayabilirler

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Beyaz Et Sanayicileri Ve Damızlıkçılar Birliği	Çetin Emeç Bulvarı 8. Cad 86.Sokak 5/AÖveçler ANKARA	0090 312 472 77 88	besd-bir@besd-bir.org	www.besd-bir.org	Türkiye'nin beyaz et potansiyeline yönelik bilgi sağlayabilirler
Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği (ALBIYOBİR)	8. Cadde 81. Sokak 12/A Daire: 1 TR- A.Öveçler Çankaya/ Ankara	0090 312 472 13 65 0090 312 472 13 66	bilgi@albiyobir.org.tr	www.albiyobir.org.tr	Yenilenebilir enerji ile ilgilenen işletmeler hakkında bilgi sağlayabilirler
SETBİR Türkiye Süt Et Gıda Sanayicileri ve Üreticileri Birliği	Şehit Ersan Caddesi Çoban Yıldızı Sokak 100. Yıl Apt. No: 1/14 06680 Çankaya - Ankara	0090 312 428 47 74- 75	setbir@setbir.org.tr	http://www.setbir.org.tr	Türkiye'nin süt,et ve gıda potansiyeline yönelik bilgi sağlayabilirler
BEYAZ DER Beyaz Et Toptancıları ve Perakendicileri Derneği	MERKEZ-Yeni Mahalle Hekimsuyu Cad. No:35 Küçükköy / G.O.Paşa- İST.	0090 212 609 33 33	info@beyazder.com	www.beyazder.com/	Türkiye'nin kanatlı dışkı potansiyeline yönelik bilgi sağlayabilirler
Yerli Enerji Teknolojileri Araştırma Derneği (YETA)	Mithatpaşa Mah. Adnan Menderes Cad. No:142 TR-54000 Adapazarı/ Sakarya	0090 264 291 44 70	bilgi@yeta.org.tr	www.yeta.org.tr	Yerli enerji teknolojileri hakkında bilgi sağlayabilirler



Özel					
Biovizyon Energy Ltd. (BIOVIZYON)	Kutay Han No: 103/14 TR- 34752 İçerenköy, Ataşehir/ İstanbul	0090 216 574 9443	info@biovizyon.com	www.biovizyon.com	Yenilenebilir enerji projeleri yürütürler
Recydia Atık Yönetimi A.Ş.	Kemalpaşa Caddesi No:19 Kat:2 Işıklı Bornova - İzmir	0090 232 472 10 50	info@recydia.com	http://www.recydia.com	Sürdürülebilir atık yönetimi çalışmaları yapmaktadırlar
MTB Enerji Mühendislik Danışmanlık	Nasuh Akar Mahallesi 1402. Sokak No: 11/1 Balgat - ANKARA / TÜRKİYE	0090 312 2847125 (Pbx)	info@mtbenerji.com.tr	www.mtbenerji.com.tr	Enerji, mühendislik ve danışmanlık çalışmaları
TTGroup Energy	Veko Giz Plaza, Meydan Sk. No.3, Kat.21 D.75, 34396, Maslak İstanbul, Türkiye – TR	0090 212 290 2780 (pbx)		http://ttgroupenergy.com	Biyogaz çalışmaları ve biyogaz işletmelerinin kurulumu
ProWind Alternatif Enerji	Kayseri K. Maras Yolu Üzeri 6. km. TR-46000 K. Maras	0090 344 234 21 10	info@alternatifenerji.de	www.alternatifenerji.de	Yenilenebilir enerji danışmanlık şirketi
TEKNODAN	Ahmet Rasim Sk. Yuvam Apt. No: 44/7 Yukarı Ayrancı /ANKARA	0090 312 440 16 11	info@teknodan.com.tr @teknodan.com.tromer.kuzu @teknodan.com.tr	http://www.teknodan.com.tr	Danışmanlık firması ve Türkiye'nin potansiyel yenilenebilir enerji haritaları
Prokom Madencilik	Erzincan Organize Sanayi Bölgesi 3.Cadde No:17 Erzincan Türkiye	0090 3123545437	info@prokomelektronik.com.tr	www.prokomelektronik.com.tr	Biyogaz teknolojileri

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Abalaco Enerji, Biyogaz ve Geri Dönüşüm A.Ş. (ABALACO) Abalaco Energy, Biogas and Recycling Co.	Tonguç Caddesi 17/2 TR-07000 Antalya	0090 532 265 7922	gokcenalatas@hotmail.com	www.abalaco.com	Biyogaz projeleri
ITC-KA Enerji Üretim San. ve Tic. A.Ş.	Nato Yolu Ege Mah. Mamak Katı Atık Alanı Ankara	0090 312 390 87 01	info@itcturkiye.com	www.itcturkiye.com	Atıktan enerji üretmeye yönelik çalışmalar
Ege Biyoteknoloji A.Ş. EGE BIYOTEKNOLOJİ Inc.	Şehit Nevres Bulvarı, Kızılay İş Merkezi No:3/5 TR-5210 Alsancak/ İzmir	0090 232 464 57 67 - 0090 232 464 57 68	info@egebiyoteknoloji.com	www.egebiyoteknoloji.com	Enerji workshopları
Paksoy Ticaret Ve Sanayi A.Ş.	Paksoy Ticaret Ve Sanayi A.Ş. Karataş Cad. No:184 TR-01280 Yüreğir/ Adana	0090 322 311 4830	paksoy@paksoy.com.tr	www.paksoy.com.tr	Biyodizel çalışmaları
En-Cev	Mahatma Gandi Cad. No : 92/ 2-3-4-6-7 06680 G.O.P. ANKARA	0090 312 447 26 22	encev@encev.com.tr	www.encev.com.tr	Çevresel etki araştırmaları ve laboratuvar testleri
ANDRITZ HYDRO	Hollanda caddesi, 695 Yıldız - Cankaya 06550 Ankara Türkiye	0090 3124088000	contact-hydro.tr@andritz.com	http://www.andritz.com	Yenilenebilir enerji teknolojileri



Asmaz Enerji	ASMAZ Plaza Fatih Caddesi 35 77200 Yalova Türkiye	0090 226 813 67 07	info@asmaz.com.tr	http://www.asmaz.com.tr	İnşaat şirketi
arimsal Kimya Teknolojileri A.S. (TARKIM) Agricultural Chemical Technologies Inc.	Valikonagi Caddesi, No: 173, K:4, D:3 TR-34365, Nisantasi/ Istanbul	0090 212 219 2893	info@tarimsalkimya.com.tr	www.tarkim.com.tr	Biyogaz üretimi
Entec Biogas GmbH	Schilfweg 1 A-6972 Fussach	0043 5578 7946	office@entec-biogas.at	www.entec-biogas.com	Biyogaz projeleri
EKOLOJİK ENERJİ A.Ş	Hasdal Yolu 6.km Kemerburgaz-Eyüp İstanbul Türkiye	00902123602981	caglar.alsu@ekolojikenerji.co m.tr	http://www.ekolojikenerji.com.tr	Katı atıktan enerji
GMK - Gesellschaft für Motoren und Kraftanlagen mbH	Reuterstraße 5 18211 Bargeshagen Germany	0049 3 82 03 - 77 58-0	info@gmk.info	www.gmk.info	Biyogaz firması
Solea Enerji	Gazcılar Cd. / Ata Sk. / PETEK BOZKAYA İŞHANI / Blok: D / No: 5/104 Bursa Türkiye	0090 224 253 30 22	info@soleaenerji.com	http://www.soleaenerji.com	Yenilenebilir enerji yatırımları
RWE			muratzekeriya.aydin@rwe.co m	www.rwe.com	Enerji firması
Anksan Meat Co. Inc.			sayans@anksanet.com		Tarım işletmesi, muhtemel yatırımcı
Aydoğanlar Tarım Hayvancılık A.S.		+90 358 486 81 97			İnşaat firması

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

2G Energietechnik GmbH	+49 2568 9347 1865	c.yayla@2-g.de		Enerji firması
Godd Energy	+49 30 859 759 41	dursun.yigit@goddenergy.com	www.goddenergy.com	Enerji firması
Bilgin Energy		bkilic@bilgin.com.tr		Enerji firması
Biogas Weser-Ems GmbH & Co. KG	+49 44 91 93 800 165	michael.schlie@biogas-weser- ems.de		Enerji firması
BIOLAK Group - BINOBA	+90 312 475 41 03	s.basol@binoba.com.tr		
Biyogaz Teknolojileri Danışmanlık ve Projelendirme		altan@elitpazarlama.com.tr		Enerji danışmanlık
BM Holding	+90 312 286 53 53	sibel.hacioglu@bmmuh.com.tr		Enerji firması
Borusan		gerdogan@borusan.com		Enerji firması
Burdan Yumurta	+90 224 676 32 07	ibrahim.coskan@matli.com.tr	www.burdanyumurta.com	Tarım işletmesi, muhtemel yatırımcı
CRES Energy	+90 332 261 01 54	gablay@cres-consulting.com	www.cres-consulting.com	Enerji danışmanlık
E.ON International Energy	+90 212 371 46 79	buelent.mutlu@eon.com	www.eon.com	Enerji firması
EDSM Enerji	+90 212 275 5234	akunar@edsmenerji.com.tr	www.edsmenerji.com.tr	Enerji danışmanlık
EnBW		f.schuetz@enbw.com		Enerji firması
Ençev Enerji		pelin@encev.com.tr		Enerji firması
Hun Biyogaz	+90 216 325 84 89	altan.denizsel@hunbiyogaz.com		Enerji firması
Keskinoglu	+90 236 427 25 72	a.pestemalcioglu@keskinoglu. com.tr	www.keskinoglu.com.tr	muhtemel yatırımcı



Kozlu			mahmut@kozlu.com.tr	www.kozlu.com.tr	muhtemel yatırımcı
Opal Enerji ve Gübre Üretim Tic. ve San. A. S.			tugrul.durakbasa@opalenerji.com.tr	www.opalenerji.com.tr	Enerji ve gübre şirketi
Pinar		90 232 877 09 20	zeki.ilgaz@pinaret.com.tr	www.pinaret.com.tr	Tarım işletmesi, muhtemel yatırımcı
Schmack Biogas GmbH		+49 9431 751 235	suat.karakuz@schmack-biogas.com		Enerji firması
WIP - Renewable Energies		+49 89 720 12 739	dominik.rutz@wip-munich.de	www.wip-munich.de	Enerji firması
Bakanlıklar					
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	İnönü Bulvarı No: 27 TR-06100 Bahçelievler / Ankara	0090 312 212 64 20	bilgi@enerji.gov.tr	www.enerji.gov.tr	Kanun yapma, veri tabalarına ulaşım ve proje yatırımı
Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	Eskişehir Yolu 9 km. Lodumlu / ANKARA	0090 312 287 33 60 (10 hat)	bilgi@tarim.gov.tr	www.tarim.gov.tr	Kanun yapma, veri tabalarına ulaşım ve proje yatırımı
Türkiye Orman ve Su İşleri Bakanlığı	Söğütözü Cad. No14/E Beştepe 06560 Yenimahalle - ANKARA	0090 312 207 50 00		www.ormansu.gov.tr	Kanun yapma, veri tabalarına ulaşım ve proje yatırımı
Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Vekaletler Cad. No:1 Bakanlıklar Ankara	0090 312 410 10 00		www.cevresehicilik.gov.tr	Kanun yapma, veri tabalarına ulaşım ve proje yatırımı
Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	Mustafa Kemal Mahallesi Dumlupınar Bulvarı Eskişehir Yolu 2151.Cadde No154 06510	0090 312 201 50 00	webmaster@sanayi.gov.tr		Kanun yapma, veri tabalarına ulaşım ve proje yatırımı

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Çankaya /ANKARA					
Odalar					
Alman-Türk Ticaret ve Sanayi Odası	Yeniköy Cad. No. 88 TR-34457 Tarabya/ İstanbul	0090 212 363 05 00	info(at)dti-ihk.de	www.dtr-ihk.de	Türk- Alman yatırımcılar arasında köprü, araştırma ve proje yatırımı
Biyogaz Yatırımları Geliştirme Derneği	Uzun Çayır Caddesi Yapı İş Merkezi B2 Blok Kat: 1 D:32 TR-34722Hasanpaşa / Kadıköy – İstanbul	0090 216 325 84 89	info@biyogazder.org	www.biyogazder.org	Biyogaz için yatırımcı bulma
Biyodizel Sanayicileri ve Isadamları Derneği (BİYOSIAD)	TR-5210Sehit Nevres Bulvari 3/5, Alsancak/ İzmir	0090 232 464 42 53	info@biyosiad.org	www.biyosiad.org	Biyodizel işletmelerine yönelik bilgi
Orman Genel Müdürlüğü	Gazi Tesisleri TR-06560 Gazi/ Ankara	0090 312 296 4000	gdf@ogm.gov.tr	www.ogm.gov.tr	veri tabalarına ulaşım ve proje yatırımı
Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü	Eskisehir yolu 7. Km No:166 06520 Cankaya-Ankara	0090 312 295 50 00	elektriketut@eie.gov.tr	www.eie.gov.tr/	Elektrik işlerinden sorumlu
TAGEM	Tarım Kampüsü İstanbul Yolu Üzeri, No :38, P.K.51 06171	0090 312 315 76 22- 26	bilgi@tagem.gov.tr	www.tagem.gov.tr	Tarımsal araştırma ve projelerden sorumlu



	Yenimahalle Ankara				
Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı (TYDTA)	Akay Caddesi no:5 TR-06640 Çankaya/Ankara	0090 312 413 89 00	info@invest.gov.tr	www.invest.gov.tr	Muhtemel projeler için yatırımcı bulma
TÜBİTAKMarmara Araştırma Merkezi	TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi Marmara Araştırma Merkezi Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. No:1 P.K. 21 41470 Gebze Kocaeli	0090 262 677 20 00	bilgi@mam.gov.tr	www.mam.gov.tr	Bilimsel ve teknik araştırma
Izmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma Ve Değerlendirme (Izaydaş) A.Ş.	Solaklar Köyü Mevkii PK 66 TR-41000 İzmit/ Kocaeli	0090 262 319 44 44	him@izaydas.com.tr	www.izaydas.com	Biyogaz projeleri
Üniversiteler					
Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Prof.Dr. Ayse Filibeli	Dokuz Eylül Üniversitesi,Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar Kampüsü, 35160,Buca-İzmir	0090 232453 10 08/1117	ayse.filibeli@deu.edu.tr	www.deu.edu.tr	Araştırma, bilgi, laboratuar testleri, seminerler
Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Prof. Dr. Durmuş KAYA	Balıklarkayası Mevkii 78050 KARABÜK	0090 370 4332021	dkaya@karabuk.edu.tr	http://muh.karabuk.edu.tr	Araştırma, bilgi, laboratuar testleri, seminerler
Middle East Technical University, Environmental Engineering Department, Prof. Dr. Göksel N. Demirer	İnönü Bulvarı 06531 Ankara - Türkiye	0090 312-210-5867	goksel@metu.edu.tr	www.metu.edu.tr	Araştırma, bilgi, laboratuar testleri, seminerler
Istanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat	Maslak, 34469, İstanbul	0090 212 2853790	ozturkiz@itu.edu.tr	http://www.cevre.itu.edu.tr	Araştırma, bilgi,

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Fakültesi, Çevre Mühendisliği						laboratuar testleri, seminerler
Bölümü, Prof.Dr. İzzet Öztürk						
Akdeniz Üniversitesi, Ziraat	Akdeniz Üniversitesi, Ziraat	0090 242 310 24 36	yaldiz@akdeniz.edu.tr	http://makina.ziraat.akdeniz.edu.tr		Araştırma, bilgi, laboratuar testleri, seminerler
Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü,	Fakültesi, Tarım Makinaları					
Prof.Dr.Osman YALDIZ	Bölümü					
	07070 ANTALYA					
Cukurova Üniversitesi, Ziraat	Çukurova Üniversitesi Ziraat	0090 322 338 64 08	hhozturk@cu.edu.tr	http://tarimmakinalari.cu.edu.tr		Araştırma, bilgi, laboratuar testleri, seminerler
Fakültesi,	Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü					
Doç. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK	01330 Balcalı/ ADANA					
Süleyman Demirel University,	Süleyman Demirel University,	0090 246 2113864	kekinci@ziraat.sdu.edu.tr	www.sdu.edu.tr		Araştırma, bilgi, laboratuar testleri, seminerler
Faculty of Agriculture	Faculty of Agriculture					
Department of Agricultural	Department of Agricultural					
Machinery, Kamil Ekinci	Machinery, Isparta 32260/ TURKEY					
Ege Üniversitesi, Mühendislik	Ege Üniversitesi bilim teknoloji	0090 232-3880378	nuri.azbar@ege.edu.tr	http://biyomuhendislik.ege.edu.tr		Araştırma, bilgi, laboratuar testleri, seminerler
Fakültesi, Boyomühendislik Bölümü,	uygulama ve arastirma merkezi	(138)				
Prof. Dr. Nuri Azbar	binasi 3. Kat 35100 bornova izmir					
Yıldız Teknik Üniversitesi, Insaat	Davutpaşa KampüsüZ-036	0090 212 383-53-76	yetilmez @yildiz.edu.tr	www.cem.yildiz.edu.tr		Araştırma, bilgi, laboratuar testleri, seminerler
Fakültesi Çevre Mühendisligi	34220 Esenler - İstanbul /					
Bölümü	TÜRKİYE					
Ass. Prof. Dr. Kaan Yetilmezsoy						



Ek 6: İllere göre büyükbaş ve kanatlı kesim işletmeleri sayıları. Kaynak: [18].

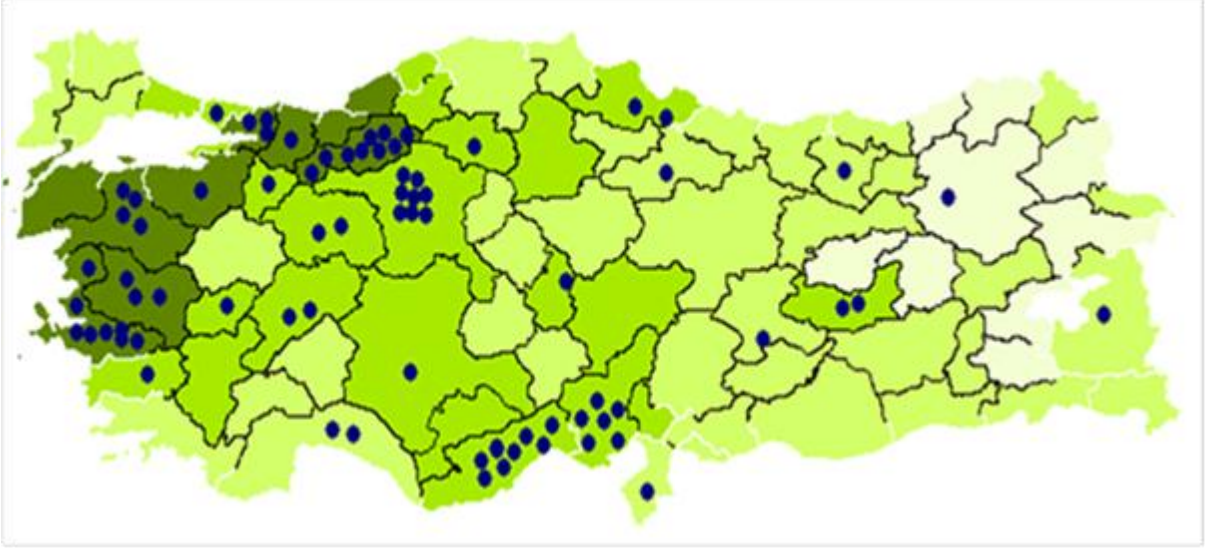
İl	Mezbaha sayıları (Broiler chicken)	Entegre İşletme sayıları (et tavuğu)	Mezbaha sayıları (sığır)
Adana	4	4	
Afyon	1	1	
Ankara	1	5	
Antalya	1	1	
Aydin	1		
Balikesir		4	
Bilecik		1	
Bolu	1	8	
Bursa	1		
Çankiri		1	
Elazığ		2	
Erzincan		1	
Erzurum		1	
Eskişehir		2	
Hatay		1	
İstanbul		1	
İzmir	1	7	
Kayseri		1	
Kocaeli		3	5
Konya		1	16
Malatya		2	6
Manisa	1	2	13
Mersin	3	2	6
Sakarya	1		7
Samsun		2	16
Tokat	1		7
Uşak		1	5
Van		1	2
Kirklareli			13
Kirsehir			6
Kutahya			6
Mardin			1
Muğla			13
Muş			1

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Nevsehir			3
Nigde			2
Ordu			13
Osmaniye			1
Rize			1
Sanliurfa			1
Siirt			1
Sinop			2
Sirnak			1
Sivas			7
Tekirdag			10
Trabzon			1
Tunceli			1
Yozgat			6
Zonguldak			5
Toplam	17	55	178

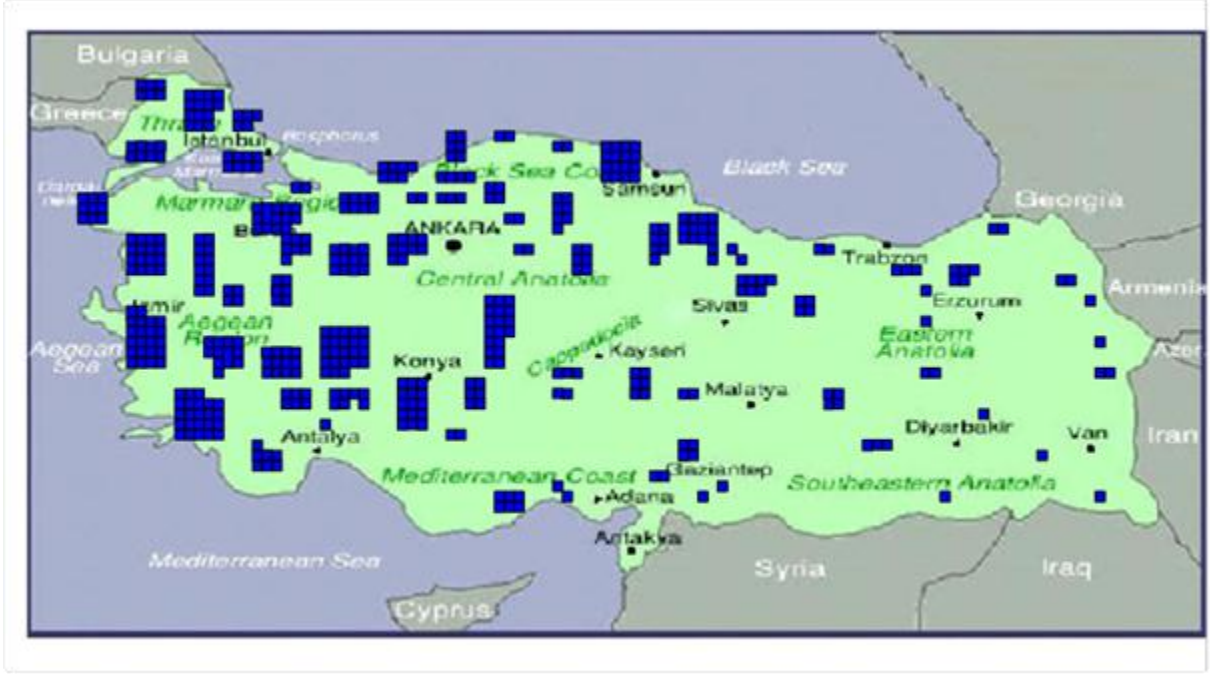


Ek 7: Türkiye'de tavuk kesim işletmelerinin dağılımı. Kaynak: [48].



Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Ek 8: Meybahaların dağılımı. Kaynak: [16].





Ek 9: Yıllara göre Türkiye'de biyogaz çalışmaları.

Yıl	Yazar	Çalışmanın Adı	Ana tema
2011	I. Kocaman, F. Konukcu, G. Ozturk	Measures To Protect Environmental Problems Caused By Animal Waste In Rural Areas: A Case Study From Western Turkey	Türkiye'nin batı bölgelerindeki hayvan atıklarının biyogaz potansiyeli
2011	Halil Baki Unal, Halil Ibrahim Yılmaz, Bulent Miran	Optimal Planning Of Central Biogas Plants And Evaluation Of Their Environmental Impacts: A Case Study From Tire, Izmir, Turkey	İzmir, Tire için hayvan atıklarından biyogaz üretim modeli
2010	Emrah Alkaya	Effect Of Operational Parameters On Anaerobic Co-Digestion Of Dairy Cattle Manure And Agricultural Residues: A Case Study For The Kahramanmaraş - Region In Turkey	Hidrolik bekletme süresi ve sıcaklığın anaerobic çürütmeye etkileri
2010	Filiz Karaosmanoglu	Türkiye Biyoyakıt Potansiyeli Ve Son Gelismeler	Türkiye'nin biyoyakıt potansiyeli
2010	Erkan Erdogdu	A Paper On The Unsettled Question Of Turkish Electricity Market: Balancing And Settlement System (Part I)	Türk elektrik piyasalarının sorgulanması
2010	E. Toklu, M.S. Guney, M. Isık, O. Comaklı, K. Kaygusuz	Energy Production, Consumption, Policies And Recent Developments In Turkey	Enerji üretim, tüketim, politikalar ve son gelişmeler
2010	Ibrahim Yuksel	Energy Production And Sustainable Energy Policies In Turkey	Türkiye'deki enerji politikaları
2010	Elif Kirtay	Current Status And Future Prospects Of Renewable Energy Use In Turkey	Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımı
2010	Kamil Ekinci, Recep Kulcu, Durmus Kaya, Osman Yıldız, Can Ertekin, H. Huseyin Ozturk	The Prospective Of Potential Biogas Plants That Can Utilize Animal Manure In Turkey	Hayvan atıklarından biyogaz üretimi ile alakalı Türkiye potansiyeli
2009		An Economic Analysis for Estimation Future of Cattle Farms: A Case Study in Erzurum	Erzurumdaki sığırcılık çiftliklerinin geleceği

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

2009	Melih Soner Celiktas, Gunnur Kocar	A Quadratic Approach To Evaluate The Turkish Renewable Energies	Türk yenilenebilir enerji potansiyellerinin analizi
2009	Yahya Ulusoy, A. Hilal Ulukardesler, Halil Ünal and Kamil Aliba	Analysis Of Biogas Production In Turkey Utilising Three Different Materials And Two Scenarios	Türkiye'de enerji üretimi: domates atıkları, sığır gübresi
2009		Analysis Of Renewable Energy And Its Impact On Rural Development In Turkey	yenilenebilir enerji potansiyellerinin analizi
2009	Teknodan	Biogas Potential Study by TEKNODAN company	Türkiye biyogaz potansiyel analizi ve haritalar
2009	Durmus Kaya, Selman Cagman, Muharrem Eyidogan, Cihangir Aydoner, Volkan Coban, Mustafa Tiris	Türkiyenin Hayvansal Atik Kaynakli Biyogaz Potansiyeli Ve Ekonomisi	Hayvan gübresinden biyogaz üretimi
2009	Cicek Bezir Nalan, Ozturk Murat, Ozek Nuri	Renewable Energy Market Conditions And Barriers In Turkey	Yenilenebilir enerji ve Türkiye'deki bariyerler
2009	F. Fusun Tatlidil, Zeki Bayramoglu and Duygu Akturk	Animal Manure As One Of The Main Biogas Production Resources: Case Of Turkey	Türkiye'de hayvan atıklarından biyogaz üretimi
2008	Erkan Erdogan	An Expose Of Bioenergy And Its Potential And Utilization In Turkey	Türkiye'de biyoenerjinin durumu
2008	Ayhan Demirbas	Importance Of Biomass Energy Sources For Turkey	Elektrik üretimi için biyokütle enerjisi
2008	Neslihan Manav, Tamer Coskun, Eyüp Debik	Büyükbaş Hayvan Atıklarının Yönetimi	Büyükbaş Hayvan Atıklarının Yönetimi
2008	Adem Akpınar, Murat Ihsan Komurcu, Murat Kankal, Ismail Hakkı Ozolcer, Kamil Kaygusuz	Energy Situation And Renewables In Turkey And Environmental Effects Of Energy Use	Enerji durumu ve yenilenebilir enerji ve enerji kullanımının çevresel etkileri



2008	Selcuk Bilgen, Sedat Keles, Abdullah Kaygusuz, Ahmet Sarı, Kamil Kaygusuz	Global Warming And Renewable Energy Sources For Sustainable Development: A Case Study In Turkey	Küresel ısınma ve yenilenebilir enerji kaynakları
2008	Kaya, Durmuş; Çanka Kılıç Fatma; Baban, Ahmet; Dikeç Stephanie	Administrative, Institutional And Legislative Issues On Agricultural Waste Exploitation In Turkey	Tarım atıklarına yönelik yasal çerçeve
2008	Nazmi Oruç	Seker Pancarından Alternatif Yakıt Kaynağı Olarak Biyoetanol Üretimi: Eskisehir Seker-Alkol Fabrikası	Şeker pancarından biyoetanol üretimi
2007	Harun Kemal Ozturk, Ahmet Yilanci, Oner Atalay	Past, Present And Future Status Of Electricity In Turkey And The Share Of Energy Sources	Elektrik piyasalarının değerlendirilmesi
2007	Atilla Akkoyunlu	Türkiye'de Enerji Kaynakları Ve Çevreye Etkileri	Enerji kaynakları ve çevresel etkileri
2007	Emel Kocak Enturk, Kaan Yetilmmezsoy and Mustafa Ozturk	A Small-Scale Biogas Digester Model For Hen Manure Treatment: Evaluation And Suggestions	Tavuk gübresinin biyogaz üretiminde kullanılması araştırması
2007	Murat Sacli	Türkiyenin Enerji Üretimi, Enerji İthalatı Ve Kullanım Alanları	Türkiye'de enerji üretimi, ithali ve kullanımı
2007	Berna Kavacık, Bahattin Topaloğlu	Peynir Altı Suyu Ve Gübre Karışımından Biyogaz Üretimi	Peynir altı atık suyu ve gübreden biyogaz üretimi
2006	LAYMAN REPORT	Exploitation Of Agricultural Residues in Turkey	
2006	Mehmet Çağlar	Renewable Energy In Turkey	Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'deki durumu
2005	Mustafa Balat	Use Of Biomass Sources For Energy In Turkey And A View To Biomass Potential	Biyokütle potansiyeli
2003	Fadime Taner, Bülent Halisdemir, Ergün Pehlivan, İlker Ardıç	Türkiye'de Biyokütle Potansiyeli Ve Enerjisi	Biyokütle ve biyoenerji potansiyeli
2003	Kamil Kaygusuz, Ahmet Sarı	Renewable Energy Potential And Utilization In Turkey	Yenilenebilir enerjinin mevcut durumu
2002	Kamil Kaygusuz	Renewable And Sustainable Energy Use In Turkey: A Review	Türkiye'de enerji kullanımı
2002	Kamil Kaygusuz, Abdullah Kaygusuz	Renewable Energy And Sustainable Development In Turkey	Sürdürülebilir gelişme için yenilenebilir enerji

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

2001	Ayhan Demirbas	Energy Balance, Energy Sources, Energy Policy, Future Developments And Energy Investments In Turkey	Mevcut enerji durumu
2000	Göksel N. Demirer, Metin Duran, Tuba H. Ergüder, Engin Güven, Örgen Ugurlu & Ulas Tezel	Anaerobic Treatability And Biogas Production Potential Studies Of Different Agro-Industrial Wastewaters In Turkey	Atıksudan biyogaz üretimi



Ek 10: Biyogaz çalışmaları.

- Adem Akpınar, Murat Ihsan Komurcu, Murat Kankal, İsmail Hakkı Ozolcer, Kamil Kaygusuz. 2008. Energy Situation And Renewables In Turkey And Environmental Effects Of Energy Use. Renewable and Sustainable Energy Reviews 12, Pages 2013–2039.
- Atilla Akkoyunlu. 2007. Türkiye’de Enerji Kaynakları Ve Çevreye Etkileri. Enerji ve Madencilik Sektörü.
- Available online at: (<http://www.enerjimaden.com/images/Yayin/029.pdf>)
- Ayhan Demirbas. 2001. Energy Balance, Energy Sources, Energy Policy, Future Developments And Energy Investments In Turkey. Energy Conversion and Management 42, Pages 1239-1258.
- Ayhan Demirbas. 2008. Importance of biomass energy sources for Turkey. Energy Policy, Volume 36, Issue 2, Pages 834–842.
- E. Toklu, M.S. Guney, M. Isık, O. Comaklı, K. Kaygusuz. 2010. Energy Production, Consumption, Policies And Recent Developments In Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14, Pages 1172–1186.
- Emel Kocak Enturk, Kaan Yetilmezsoy and Mustafa Ozturk. 2007. A Small-Scale Biogas Digester Model For Hen Manure Treatment: Evaluation And Suggestions. Fresenius Environmental Bulletin, Volume 16 – No 7, Pages 804-811.
- Emrah Alkaya, Tuba Hande Erguder, Goksel N. Demirer. 2010. Effect Of Operational Parameters On Anaerobic Co-Digestion Of Dairy Cattle Manure And Agricultural Residues: A Case Study For The KahramanMaras - Region In Turkey. Eng. Life Science, 10, No. 6, Pages 552–559.
- Erkan Erdogdu.2008. An Expose Of Bioenergy And Its Potential And Utilization In Turkey.Energy Policy, Volume 36, Issue 6, Pages 2182–2190.
- Erkan Erdogdu. 2010. A Paper On The Unsettled Question Of Turkish Electricity Market: Balancing And Settlement System (Part I). Applied Energy 87, Pages 251–258.
- F. Fusun Tatlidil, Zeki Bayramoglu and Duygu Akturk. 2009. Animal Manure As One Of The Main Biogas Production Resources: Case Of Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances 8 (12), Pages 2473-2476.
- Fadime Taner, Bülent Halisdemir, Ergün Pehlivan, İlker Ardıç. 2003. Türkiye’de Biyokütle Potansiyeli Ve Enerjisi. V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi.
- Filiz Karaosmanoglu. 2010. Türkiye Biyoyakıt Potansiyeli ve Son Gelismeler. Enerji Kongresi’10. Available online at: (http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/filizkaraosmanoglu.pdf)

- Göksel N. Demirer, Metin Duran, Tuba H. Ergüder, Engin Güven, Örgen Ugurlu & Ulas Tezel. 2000. Anaerobic Treatability And Biogas Production Potential Studies Of Different Agro-Industrial Wastewaters In Turkey. *Biodegradation* 11, Pages 401–405.
- Halil Baki Unal, Halil Ibrahim Yilmaz, Bulent Miran. 2011. Optimal Planning Of Central Biogas Plants And Evaluation Of Their Environmental Impacts: A Case Study From Tire, Izmir, Turkey. *Ekoloji* 20, 79, Pages 21-28.
- Harun Kemal Ozturk, Ahmet Yilanci, Oner Atalay. 2007. Past, Present and Future Status Of Electricity In Turkey And The Share Of Energy Sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, Pages 183–209.
- Ibrahim Yuksel. 2010. Energy Production And Sustainable Energy Policies In Turkey. *Renewable Energy* 35, Pages 1469–1476.
- Kamil Kaygusuz, Abdullah Kaygusuz. 2002. Renewable Energy And Sustainable Development In Turkey. *Renewable Energy* 25, Pages 431–453.
- Kamil Kaygusuz, Ahmet Sari. 2003. Renewable Energy Potential And Utilization In Turkey. *Energy Conversion and Management* 44, Pages 459–478.
- Kamil Kaygusuz. 2002. Renewable and Sustainable Energy Use in Turkey: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 6, Pages 339–366.
- Kocaman, F. Konukcu, G. Ozturk. 2011. Measures To Protect Environmental Problems Caused By Animal Waste In Rural Areas: A Case Study From Western Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10 (12), Pages 1536-1542.
- Layman Report. 2006. Exploitation of Agricultural Residues In Turkey. Life 03 Tcy/Tr/000061, Final Report, Annex Xvi, Pages 767-777.
- Melih Soner Celiktas, Gunnur Kocar. 2009. A Quadratic Approach to Evaluate The Turkish Renewable Energies. *Energy Policy* 37, Pages 4959–4965.
- Muhsin Tunay Gençoğlu. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi. Fırat Üniversitesi Available online at:
(http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_612/612_502.pdf)
- Murat Sacli. 2007. Türkiyenin Enerji Üretimi, Enerji İthalatı Ve Kullanım Alanları. Dokuz Eylül Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü Bitirme Projesi.
- Mustafa Balat. 2005. Use of biomass sources for energy in Turkey and a view to biomass potential. *Biomass and Bioenergy* 29, Pages 32–41.
- Nazmi Oruç. 2008. Seker Pancarından Alternatif Yakıt Kaynağı Olarak Biyoetanol Üretimi: Eskişehir Seker-Alkol Fabrikası. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008.



- Neslihan Manav, Tamer Coskun, Eyüp Debik. 2008. Büyükbas Hayvan Atıklarının Yönetimi. Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları'08 Sempozyumu.
- Selcuk Bilgen, Sedat Keles, Abdullah Kaygusuz, Ahmet Sarı, Kamil Kaygusuz. 2008. Global Warming And Renewable Energy Sources For Sustainable Development: A Case Study In Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 12, Pages 372–396.
- Yahya Ulusoy, A. Hilal Ulukardesler, Halil Ünal and Kamil Aliba. 2009. Analysis Of Biogas Production In Turkey Utilising Three Different Materials And Two Scenarios. African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (10), Pages 996-1003.

Ek 11: Tarımsal substratların il bayında teorik biyogaz potansiyeli.

İl	Teoriktarımsal biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)					toplam
	Hayvan atığı (kanatlı+sığır)	Tahıl sapı	Domates atığı (tarla + sera)	Şeker pancarı yaprağı	Nadas alanlarındaki Enerji bitkileri (çim)	
Adana	3.088	10.996	159	22,2	581	14.847
Adiyaman	591	3.211	19	4,3	43	3.868
Afyonkarahisar	3.692	6.387	32	660,4	5.298	16.071
Agri	2.234	3.113	0,2	87,8	7.678	13.113
Aksaray	1.051	3.786	21,4	949,8	10.691	16.499
Amasya	1.427	2.899	105,3	394,6	1.214	6.040
Ankara	3.199	14.233	135,7	481,6	24.071	42.120
Antalya	1.285	4.241	3.374,4	83,1	2.922	11.905
Ardahan	2.303	483	0,0		110	2.896
Artvin	477	300	8,0		34	819
Aydin	3.142	2.348	112,8		195	5.798
Balikesir	7.894	3.937	271,4	30,6	1.174	13.306
Bartın	623	1.235	15,0		207	2.081
Batman	413	1.941	3,5		165	2.522
Bayburt	623	709	0,5	42,2	319	1.694
Bilecik	483	791	117,8	12,7	982	2.385
Bingol	706	335	6,0	13,8	575	1.635
Bitlis	477	764	7,3	130,0	1.107	2.485
Bolu	6.483	1.383	2,9	4,6	1.262	9.136
Burdur	1.409	1.949	51,5	198,0	790	4.398
Bursa	2.364	3.075	717,9	224,0	1.353	7.734
Canakkale	2.282	2.995	443,6	4,7	1.568	7.292
Cankiri	981	2.118	13,3	29,0	4.689	7.831
Corum	2.239	6.604	35,1	270,8	15.339	24.489
Denizli	2.120	4.005	65,6	168,2	928	7.287
Diyarbakir	2.478	9.219	89,9	0,0	1.757	13.543
Duzce	1.421	334	1,2	1,0	43	1.800
Edirne	1.418	4.442	25,0	2,0	8	5.896
Elazig	1.392	2.027	22,0	100,7	2.062	5.603
Erzincan	805	1.342	66,7	300,9	3.104	5.619
Erzurum	5.156	2.929	5,1	105,9	8.560	16.756



Eskisehir	1.521	6.099	32,4	817,8	8.367	16.836
Gaziantep	948	2.744	11,3	50,7	537	4.291
Giresun	823	941	1,6		492	2.258
Gumushane	591	702	2,1	29,0	2.014	3.338
Hakkari	315	218	18,4		142	693
Hatay	1.481	2.615	203,8		0	4.300
Igdir	827	704	34,5	62,8	1.812	3.441
Isparta	763	1.838	63,6	136,2	2.687	5.488
Istanbul	880	726	19,1	0,7	8	1.634
Izmir	6.076	2.306	753,1	2,7	337	9.475
Kahramanmaraş	970	5.334	77,8	412,2	881	7.675
Karabuk	473	440	6,5		1.760	2.679
Karaman	475	3.031	35,9	562,5	1.790	5.895
Kars	3.803	2.251	0,0	42,8	2.515	8.611
Kastamonu	2.481	1.793	33,1	319,2	2.494	7.120
Kayseri	2.541	6.893	30,0	907,6	14.861	25.233
Kilis	78	579	28,6		0	685
Kirikkale	510	2.804	6,8	64,6	7.878	11.264
Kirklareli	1.061	2.803	9,5	27,2	86	3.986
Kirsehir	970	5.043	18,0	285,0	6.669	12.985
Kocaeli	1.621	1.516	22,5	1,1	384	3.545
Konya	5.371	21.005	107,0	4.818,3	61.697	92.998
Kutahya	1.539	4.133	36,3	268,9	3.748	9.725
Malatya	1.242	2.461	33,0	0,7	7.649	11.385
Manisa	4.997	5.162	664,9	4,0	1.005	11.832
Mardin	764	6.735	10,2		807	8.317
Mersin	2.096	4.088	853,3		2.131	9.168
Mugla	1.804	1.481	722,5	359,3	657	5.025
Mus	2.262	2.938	8,4	58,1	3.733	9.000
Nevsehir	570	4.318	16,6	300,5	3.937	9.143
Nigde	744	2.275	26,6	121,7	5.566	8.733
Ordu	1.016	1.251	2,0		306	2.575
Osmaniye	663	4.928	7,2		4	5.601
Rize	177	42	0,1		0	219
Sakarya	6.098	3.575	47,9	260,0	23	10.003
Samsun	2.987	4.620	317,5	156,7	1.228	9.309
Sanliurfa	1.844	18.420	332,0	43,6	10.892	31.532
Siirt	230	1.101	8,9	0,0	48	1.388
Sinop	798	1.201	19,7	9,1	2.228	4.256
Sirnak	328	1.633	1,9	0,0	251	2.214
Sivas	3.392	6.665	2,5	561,8	36.741	47.362

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Tekirdag	1.367	3.515	9,3	25,8	6	4.922
Tokat	2.185	3.371	418,5	711,8	2.240	8.927
Trabzon	1.131	1.076	1,9		0	2.210
Tunceli	233	493	1,2	0,7	1.050	1.779
Uzak	1.380	3.086	32,1	50,5	112	4.660
Van	1.588	2.217	8,8	66,5	5.936	9.816
Yalova	99	57	2,7	0,0	164	323
Yozgat	2.218	7.875	8,6	1.595,4	18.340	30.038
Zonguldak	1.780	1.515	4,8		9	3.309
toplama	144.366	276.743	11.045	17.458	325.054	774.665



Ek 12: Tarımsal substratların il bazında teknik biyogaz potansiyeli.

İl	Tekniktarımsal biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)					toplam
	Hayvan atığı (kanatlı+sığır)	Tahıl sapı	Domates atığı (tarla + sera)	Şeker pancarı yaprağı	Nadas alanlarındaki Enerji bitkileri (çim)	
Adana	2.119	1.100	63	5,6	145	3.432
Adıyaman	110	321	5	1,1	11	448
Afyonkarahisar	2.387	639	10	165,1	1.325	4.526
Agri	356	311	0,1	21,9	1.919	2.608
Aksaray	539	379	5,4	237,5	2.673	3.833
Amasya	772	290	32,2	98,7	304	1.496
Ankara	2.110	1.423	34,4	120,4	6.018	9.706
Antalya	671	424	1.757,7	20,8	730	3.604
Ardahan	357	48	0,0		28	433
Artvin	72	30	2,1		9	113
Aydın	1.792	235	31,1		49	2.106
Balıkesir	5.674	394	67,9	7,7	293	6.437
Bartın	348	124	6,7		52	530
Batman	78	194	0,9		41	315
Bayburt	97	71	0,2	10,5	80	259
Bilecik	303	79	37,8	3,2	245	668
Bingöl	117	33	1,5	3,5	144	299
Bitlis	82	76	1,8	32,5	277	469
Bolu	5.899	138	0,9	1,1	316	6.355
Burdur	716	195	16,9	49,5	198	1.175
Bursa	1.600	307	179,6	56,0	338	2.481
Canakkale	1.459	299	110,9	1,2	392	2.263
Cankiri	583	212	3,4	7,2	1.172	1.978
Corum	1.334	660	8,9	67,7	3.835	5.906
Denizli	1.245	401	20,7	42,1	232	1.941
Diyarbakir	408	922	23,3	0,0	439	1.793
Düzce	1.225	33	0,4	2,4	11	1.272
Edirne	721	444	6,3	13,1	2	1.186
Elazığ	539	203	5,6	25,2	515	1.288
Erzincan	148	134	16,8	75,2	776	1.150
Erzurum	792	293	1,4	26,5	2.140	3.253
Eskişehir	1.017	610	8,8	204,5	2.092	3.931
Gaziantep	237	274	2,8	12,7	134	661
Giresun	127	94	0,5		123	345
Gümüşhane	99	70	0,6	7,2	504	680

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Hakkari	55	22	4,6		35	116
Hatay	908	261	54,7		0	1.224
Igdir	137	70	8,6	15,7	453	685
Isparta	391	184	18,2	34,0	672	1.299
Istanbul	552	73	5,4	0,2	2	632
Izmir	4.171	231	200,7	0,7	84	4.687
Kahramanmaraş	512	533	19,6	103,0	220	1.388
Karabük	290	44	2,6		440	777
Karaman	297	303	9,0	140,6	448	1.197
Kars	584	225	0,0	10,7	629	1.448
Kastamonu	1.258	179	9,6	79,8	623	2.150
Kayseri	1.495	689	7,7	226,9	3.715	6.134
Kilis	35	58	7,2		0	100
Kirikkale	282	280	1,7	16,1	1.970	2.550
Kirklareli	549	280	2,4	6,8	22	860
Kirsehir	502	504	4,5	71,3	1.667	2.749
Kocaeli	1.249	152	6,9	0,3	96	1.504
Konya	3.228	2.101	27,0	1.204,6	15.424	21.985
Kutahya	855	413	10,4	67,2	937	2.284
Malatya	738	246	8,2	0,2	1.912	2.904
Manisa	4.034	516	172,6	1,0	251	4.975
Mardin	138	674	2,5		202	1.016
Mersin	1.571	409	312,4		533	2.825
Mugla	1.098	148	363,9	89,8	164	1.864
Mus	370	294	2,1	14,5	933	1.614
Nevşehir	330	432	4,2	75,1	984	1.825
Nigde	417	227	6,7	30,4	1.391	2.073
Ordu	171	125	0,8		77	374
Osmaniye	346	493	2,1		1	841
Rize	28	4	0,0		0	32
Sakarya	5.373	357	12,6	65,0	6	5.814
Samsun	1.681	462	89,1	39,2	307	2.578
Sanliurfa	350	1.842	83,8	10,9	2.723	5.010
Siirt	45	110	2,4	0,0	12	170
Sinop	410	120	5,3	2,3	557	1.094
Sirnak	55	163	0,5	0,0	63	282
Sivas	1.713	666	0,8	140,4	9.185	11.706
Tekirdag	709	351	3,6	6,4	1	1.072



Tokat	1.110	337	105,0	178,0	560	2.290
Trabzon	172	108	0,6		0	280
Tunceli	38	49	0,3	0,2	263	350
Usak	1.012	309	9,5	12,6	28	1.370
Van	270	222	2,2	16,6	1.484	1.995
Yalova	58	6	1,2	0,0	41	106
Yozgat	1.167	788	2,3	398,8	4.585	6.941
Zonguldak	1.483	151	2,1		2	1.639
toplam	78.372	27.674	4.064	4.379	81.263	195.753

Ek 13:Kanatlı dışıklarının il bazında teknik ve teorik biyogaz potansiyeli.

il	Et tavuğu sayısı	Yumurta tavuğu sayısı	Kanatlı dışıklarının teorik biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)			Kanatlı dışıklarının teknik biyogaz potansiyeli (TJ/yıl)		
			Et tavuğu	Yumurta tavuğu	toplam	Et tavuğu	Yumurta tavuğu	toplam
Adana	6.342.055	573.417	1.108	64	1.173	1.097	64	1.161
Adıyaman	750	229.350	0	26	26	0	25	26
Afyonkarahisar	302.300	9.382.179	53	1.052	1.105	52	1.041	1.094
Ağrı		216.826	0	24	24	0	24	24
Aksaray		251.452	0	28	28	0	28	28
Amasya	32.480	1.012.423	6	113	119	6	112	118
Ankara	3.998.922	3.071.717	699	344	1.043	692	341	1.033
Antalya		519.151	0	58	58	0	58	58
Ardahan	5.500	110.092	1	12	13	1	12	13
Artvin		5.186	0	1	1	0	1	1
Aydın	2.145.098	673.642	375	76	450	371	75	446
Balıkesir	16.745.848	5.334.806	2.927	598	3.525	2.897	592	3.489
Bartın	315.000	180.113	55	20	75	54	20	74
Batman	20.700	143.600	4	16	20	4	16	20
Bayburt		40.485	0	5	5	0	4	4
Bilecik	634.000	133.795	111	15	126	110	15	125
Bingöl	582	118.605	0	13	13	0	13	13
Bitlis		110.677	0	12	12	0	12	12
Bolu	30.859.500	266.600	5.393	30	5.423	5.339	30	5.369
Burdur	2.000	199.157	0	22	23	0	22	22
Bursa	3.643.770	1.933.380	637	217	854	630	215	845
Çanakkale	3.561.700	240.411	622	27	649	616	27	643
Çankırı	914.000	252.683	160	28	188	158	28	186
Çorum	25.000	3.864.377	4	433	438	4	429	433
Denizli	1.067.400	1.715.344	187	192	379	185	190	375
Diyarbakır	8.000	374.683	1	42	43	1	42	43
Düzce	5.782.500	361.100	1.011	40	1.051	1.000	40	1.041
Edirne		211.227	0	24	24	0	23	23
Elazığ	2.015.500	361.679	352	41	393	349	40	389
Erzincan		290.300	0	33	33	0	32	32
Erzurum	10.312	181.475	2	20	22	2	20	22
Eskişehir	2.345.310	1.009.915	410	113	523	406	112	518
Gaziantep	305.206	532.525	53	60	113	53	59	112



Giresun		41.680	0	5	5	0	5	5
Gümüşhane	9.000	94.086	2	11	12	2	10	12
Hakkari		77.100	0	9	9	0	9	9
Hatay	1.714.261	376.880	300	42	342	297	42	338
Iğdır	9.870	121.330	2	14	15	2	13	15
Isparta	6.610	167.135	1	19	20	1	19	20
İstanbul	677.000	983.526	118	110	229	117	109	226
İzmir	10.971.072	3.531.263	1.917	396	2.313	1.898	392	2.290
Kahramanmaraş	110.500	315.550	19	35	55	19	35	54
Karabük	490.000	211.012	86	24	109	85	23	108
Karaman		1.082.281	0	121	121	0	120	120
Kars		144.650	0	16	16	0	16	16
Kastamonu	21.014	292.654	4	33	36	4	32	36
Kayseri	537.850	3.238.910	94	363	457	93	359	453
Kilis	104.000	84.500	18	9	28	18	9	27
Kırıkkale	84.000	364.150	15	41	56	15	40	55
Kırklareli	31.950	296.086	6	33	39	6	33	38
Kırşehir	18.000	275.715	3	31	34	3	31	34
Kocaeli	4.871.140	392.855	851	44	895	843	44	886
Konya	740.448	8.723.304	129	978	1.107	128	968	1.096
Kütahya	647.634	555.596	113	62	175	112	62	174
Malatya	1.238.849	191.200	217	21	238	214	21	236
Manisa	14.518.790	5.324.684	2.537	597	3.134	2.512	591	3.103
Mardin	750	247.093	0	28	28	0	27	28
Mersin	5.486.452	971.900	959	109	1.068	949	108	1.057
Muğla	1.724.900	879.923	301	99	400	298	98	396
Muş		326.990	0	37	37	0	36	36
Nevşehir		810.800	0	91	91	0	90	90
Niğde	200.000	496.891	35	56	91	35	55	90
Ordu	3.215	196.030	1	22	23	1	22	22
Osmaniye	64.450	160.840	11	18	29	11	18	29
Rize		11.752	0	1	1	0	1	1
Sakarya	26.627.017	810.345	4.653	91	4.744	4.607	90	4.697
Samsun	1.361.400	1.286.778	238	144	382	236	143	378
Şanlıurfa	45.000	709.347	8	80	87	8	79	87
Siirt	20.100	83.600	4	9	13	3	9	13
Sinop	49.500	112.030	9	13	21	9	12	21
Şırnak		65.317	0	7	7	0	7	7
Sivas	500	312.933	0	35	35	0	35	35
Tekirdağ	3.050	471.875	1	53	53	1	52	53
Tokat	40.000	257.563	7	29	36	7	29	36

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

Trabzon		25.613	0	3	3	0	3	3
Tunceli		26.363	0	3	3	0	3	3
Uşak	3.636.300	185.682	635	21	656	629	21	650
Van		338.950	0	38	38	0	38	38
Yalova	28.000	116.122	5	13	18	5	13	18
Yozgat	20.000	1.023.004	3	115	118	3	114	117
Zonguldak	6.788.670	212.300	1.186	24	1.210	1.175	24	1.198
toplam	163.984.725	70.928.560	28.658	7.951	36.609	28.372	7.872	36.243

**Ek 14: Biyogaz üretimi için tahıl sapsarı özellikleri. Kaynak: [51].**

Özellikler	Buğda y	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Mahlut	Mısır	Sorgum	Pirinç
Mısır-sap-oranı	0.85	1.4	0.95	1.2	1.1	1.1	1.3	1.3	1.2
KM %	86	87.5	86	87.5	87.5	87.5	86	86	87.5
oKM %	91.9	87	93.7	87	87	87	72	72	87
Biyogaz verimi [m ³ / t oKM]	380	300	427	300	300	300	350	350	300
Metan içeriği %	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Metan verimi [m ³ / t oKM]	198	156	222	156	156	156	182	182	156

Ek 15: Sığırdan süt üretimi (1999-2009). Kaynak: [17].

Türkiye: Sığırdan süt üretimi					
YIL	Sağılan sığır	Süt sığırı	Sağılan manda	Süt mandası	Toplam süt
1999	5.537.892	8.965.489	79.973	75.243	9.040.733
2000	5.279.569	8.732.041	69.602	67.330	8.799.371
2001	5.085.814	8.489.082	65.356	63.327	8.552.409
2002	4.392.568	7.490.634	51.626	50.925	7.541.559
2003	5.040.362	9.514.138	57.378	48.778	9.562.916
2004	3.875.722	9.609.326	39.362	39.279	9.648.604
2005	3.998.097	10.026.202	38.205	38.058	10.064.260
2006	4.187.931	10.867.302	36.353	36.358	10.903.660
2007	4.229.440	11.279.340	30.460	30.375	11.309.715
2008	4.080.243	11.255.176	31.440	31.422	11.286.598
2009	3.879.209	10.861.785	32.516	32.000	10.893.785



**Ek 16: İşletmelere, üretime ve kurulu kapasiteye bağlı süt ürünleri çeşitleri.
Kaynak: [48].**

Ürün türü	İşletme sayısı (birimler)	Kurulu kapasite (ton/yıl)	Üretim (ton/yıl)
Beyaz peynir	832	1.138.536	218.259
Yoğurt	718	1.083.284	613.946
Dondurma	650	113.714	18.528
Kaşar peyniri	552	215.056	54.291
Tereyağı	340	107.416	33.546
Kaymak	290	1.154.487	1.018.137
Lor peyniri	197	6.506	2.722
Tulum peyniri	194	28.666	9.870
Diğer peynirler	169	20.095	9.100
Krem	114	15.302	8.656
Diğer ürünler	76	15.422	10.802
Krem peyniri	50	24.506	11.799
Süzme yoğurt	50	45.765	18.805
Pastörize süt	48	286.629	170.645
Peyniraltı suyu tozu	42	35.380	14.043
Süt tozu	38	21.558	9.863
Sterilize süt	35	231.728	91.125
Süt CC (işlenmemiş süt)	15	80	57
Yenilebilir buz	6	83	67
Gravyerpeyniri	4	120	62
Aromalı Süt	2	11.367	6.102
TOPLAM	4.422	4.555.700	2.320.425

Ek 17:Hayvancılık Sektörü Anketi (İngilizce).

- Survey for Livestock Sector -

This animal waste survey was prepared for "Turkish-German Biogas Project" that is being conducted by German International Cooperation Agency (GIZ) and General Directorate of Environmental Management within the framework of a joint bilateral co-operation protocol between Turkish Ministry of Environment, Urbanisation and Ministry of German Environment Nature Conservation and Nuclear Safety. The obtained information will be evaluated without giving any firm names and will not be shared with third parties, institutions and organizations. Therefore, fact reflection of the answers will be vital for the health of the project. Thanks for your interest.

1. CONTACT

Name of the facility:	
Livestock Sector:	<input type="checkbox"/> Bovine (e.g. dairy cow breeding, bull breeding, young cattle breeding) <input type="checkbox"/> Poultry (e.g. egg or broiler producers) <input type="checkbox"/> others:
Contact person:	
Address:	Postal Code:
Province:	District:
Phone number:	E-mail / Internet address:

2. LIVESTOCK

	Kind and categorie of animals ⁽¹⁾	Amount of animals	Amount of animal waste (tons/year)		Days of grazing (days/years)	Kind of Housing system *	Kind of dunging system **	Utilisation of Litter (e.g. stones, straw, wood, sand, rice husks or nothing)	
			Liquid manure	Solid manure/ Dung				Type	Amount (kg/day)
Cattle breeding	Calf (< 0.5 years)								
	young cattle (0.5 – 2 years)								
	adult cattle (>2 years)								
	Dairy cow								
	fattening bull								
	Cattle in total:								
Poultry	Poult (< 0.5 years)								
	Laying hen (> 0.5 years)								
	Broiler /fattening hen								
	Turkey hen								
	Poultry in total:								
Others									

* Housing system e.g. girth-leathered, housed in stall / barn, housed in group of xx animals, with/without straw)

** Dunging system e.g. cleaning the stable with water, with a special sweeper or others



3. CURRENT STORAGE AND UTILIZATION OF RESIDUES

Manure Pit available ?	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO	If there is a manure pit, construction of pit (whether existence of impermeability):
Current utilization /disposal of animal waste	Utilization: <input type="checkbox"/> Forage industry <input type="checkbox"/> compost <input type="checkbox"/> biogas plant <input type="checkbox"/> others:	Disposal: <input type="checkbox"/> store <input type="checkbox"/> burn <input type="checkbox"/> land spreading <input type="checkbox"/> discharge to the water <input type="checkbox"/> waste collection contract <input type="checkbox"/> field storage <input type="checkbox"/> others:
Costs or revenues of disposal / transport of animal waste	In case of costs: Liquid manure: TL/ton Solid manure: TL/ton Others:	In case of revenues: Liquid manure: TL/ton Solid manure: TL/ton
Other organic residues of the facility available?	<input type="checkbox"/> kind of slaughtering residues: amount (tons/year): <input type="checkbox"/> kind of fodder residues (for animals): amount (tons/year):	<input type="checkbox"/> kind of harvesting residues: amount (tons/year): <input type="checkbox"/> others:
Do you use kind of disinfectants in your barn/coop-system?	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO	
Background related to biogas - Whether previous biogas studies were done before?		
Are you interested in biogas facilities for your organic residues?	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO	

4. AGRICULTURAL LAND

Availability of agricultural land belongs to facility	<input type="checkbox"/> YES	If agricultural land is available:	Size of land (ha)	Average plot size of the land (ha):	Kind of the land (e.g. grass land, arable land, uncultivated land, trees, horticulture)	Yield of the cultivated crops (tons/ha)	Average distance between field and farm (km)
		own land					
		purchase of land					
	<input type="checkbox"/> NO						
Availability of other agricultural land around the facility which can be used for the manure	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> YES	If YES: Amount of Area (ha): Distance to the facility (km):					

Please send the survey by mail to: funda.ertem@dbfz.de or by fax to: 0049 341 2434 133 Thank you very much!

Ek 18: Hayvancılık Sektörü Anketi (Türkçe).

- Hayvancılık Sektörü İçin Biyogaz Potansiyeli Analizi Anketi -

Bu anket, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Alman Çevre Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı arasında ortak ikili işbirliği protokolü çerçevesinde, Alman Uluslararası İşbirliği Kurumu (GIZ) ve Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan "Türk-Alman Biyogaz Projesi" kapsamında hazırlanan hayvansal atık envanteri çalışması için hazırlanmıştır. Elde edilen bilgiler üçüncü şahıs, kurum ve kuruluşlarla paylaşılmayacak ve envanter çalışmaları esnasında firma ismi belirtilmeden değerlendirilecektir. Bu nedenle verilecek bilgilerin gerçeği yansıtması projenin sağlıklı yürütülmesi açısından önem arz etmektedir. İlginiz için teşekkür ederiz.

1. İLETİŞİM

Şirket adı:	
Hayvancılık sektörü: <input type="checkbox"/> Büyükbaş (e.g. süt ineği, besi, siğir) <input type="checkbox"/> Kanatlı (besi ya da yumurta) <input type="checkbox"/> Diğer:	
İrtibat edilen kişi:	
Adres:	Posta Kodu:
İl:	İlçe:
Telefon numarası:	E-mail / İnternet adresi:

2. HAYVANCILIK

	Hayvanın türü ⁽¹⁾	Hayvan sayısı	Hayvansal Dışkı Miktarı (ton/yıl)		Otlatma günü (gün/yıl)	Barınak Türü *	Gübre temizleme yöntemi **	Atık kullanımı (taş, saman, odun, kum, pirinç kabuğu ya da hiçbir şey)	
			Sıvı gübre	Katı gübre				Tür	Miktar (kg/gün)
Siğir Yetiştirme	Dana - Buzağı (< 0.5 yıl)								
	Topun/Düve (0.5 – 2 yıl)								
	Yetişkin Siğir (>2 yıl)								
	Süt ineği								
	Besi siğir								
	Toplam Büyükbaş:								
Kanatlı	çivçiv (< 0.5 yıl)								
	Yumurta tavuğu (> 0.5 yıl)								
	Broiler /besi tavuğu								
	Hindi								
	Toplam Kanatlı:								
Diğer									

* Barınak sistemi: telle çevrelenmiş bir alanda, durak/ahır sistemi, x adet grup hayvan barınak içinde altlıkla veya altlıksız

** Gübre temizleme yöntemi: su ile veya kürek ile temizleme

Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi

3. ATIK İÇİN UYGULANAN KULLANIM VE DEPOLAMA YÖNTEMİ

Gübre çukuru ?	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK	Eğer var ise çukurun durumu (sızdırmazlığı var mı?):
Atık için belirlenmiş mevcut kullanım ve bertaraf yöntemi	Kullanım: <input type="checkbox"/> Yem Sanavil <input type="checkbox"/> Kompost <input type="checkbox"/> Biogas tesisi <input type="checkbox"/> Diğer: Bertaraf: <input type="checkbox"/> Depolama <input type="checkbox"/> Yakma <input type="checkbox"/> Araziye yavma <input type="checkbox"/> Su ortamına deşarj <input type="checkbox"/> Atık alım sözleşmesi <input type="checkbox"/> Sahada depolama <input type="checkbox"/> Diğer:	
hayvansal atıkların bertaraf / taşınmasından kaynaklı gelir veya maliyetler	Maliyet varsa: Sıvı gübre: TL/ton Katı gübre: TL/ton Diğer:	Gelir varsa: Sıvı gübre: TL/ton Katı gübre: TL/ton
Başka organik atık çıkıyor mu?	<input type="checkbox"/> kesimden kaynaklı atıklar: miktar (ton/yıl): <input type="checkbox"/> yem atıkları (hayvanlar için): miktar (ton/yıl):	<input type="checkbox"/> Hasat atıkları: miktar (ton/yıl): <input type="checkbox"/> Diğer:
Barnak ya da kümes için dezenfektan kullanıyor musunuz?	<input type="checkbox"/> EVET <input type="checkbox"/> HAYIR	
Biyogazla alakalı özgeçmiş – Daha önce biyogaz çalışması yaptınız mı?		
Organik Atıklarınızın değerlendirilmesi için biyogaz tesisi düşünür müsünüz?	<input type="checkbox"/> EVET <input type="checkbox"/> HAYIR	

4. TARIM ARAZİSİ

İşletme ait tarım arazisi var mı	<input type="checkbox"/> EVET	Eğer var ise	Arazinin büyüklüğü (ha)	Ortalama parsel büyüklüğü (ha):	Arazinin tipi (otlak, ekilebilir alan, ekilmeyen arazi, ağaçlık, bahçe)	Ekilen ürün verimi (ton/ha)	Arazi ve çiftlik arasındaki ortalama mesafe (km)
		Kendine ait					
		Kira					
	<input type="checkbox"/> HAYIR						
İşletme dışındaki diski için kullanılabilecek mevcut diğer tarım arazisi				<input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/> EVET	EVETSE: Arazinin büyüklüğü (ha): İşletmeye mesafesi (km):		

Lütfen bu anketi maille: Funda.Ertem@dbfz.de ya da faxla: 0049 341 2434 133 en kısa sürede cevaplandırıp yollayınız. Teşekkür ederiz!

Ek 19: Gıda Sanayi Sektörü Anketi (İngilizce).

- Survey for Food Industry

This organic residue survey was prepared for "Turkish-German Biogas Project" that is being conducted by German International Cooperation Agency (GIZ) and General Directorate of Environmental Management within the framework of a joint bilateral co-operation protocol between Turkish Ministry of Environment and Urbanisation and Ministry of German Environment Nature Conservation and Nuclear Safety. The obtained information will be evaluated without giving any firm names and will not be shared with third parties, institutions and organizations. Therefore, fact reflection of the answers will be vital for the health of the project. Thanks for your interest.

1. Contact Information:

Name of the facility:
Industrial Sector ⁽¹⁾ :
Contact Person:
Address:
Province/district:
Phone number:
E-mail / Internet address:

2. Organic Residues from Process

No.	Kind of organic residues ⁽¹⁾	Amount (ton/year)	Dry matter content (%)	Availability ⁽²⁾ (days/year)	waste requiring special supervision (yes / no)	Biogas background ⁽³⁾
1						
2						
3						
4						
5						



3. Current utilization of residues

No.	Kind of organic residues ⁽¹⁾	Kind of current utilisation/ disposal of residues ⁽⁴⁾	Amount (ton/year)	Disposal costs / fees TL/ton (fresh matter)	Revenues TL/ton (fresh matter)
1					
2					
3					
4					
5					

(1) Organic residues from:

- Meat production: e.g. slaughterhouse residues, meat and bone meal, blood, grease separator/ fat separator
- Sugar industry: e.g. press cake of sugar beet, molasses
- Brewery, Distillery: e.g. brewer grains, draft, yeast
- Starch industry: e.g. waste water
- Fruit production and processing: e.g. pomace of oranges, apples, bananas
- Vegetable production and processing: e.g. olive press cake, potato peels, peas, tomatoes, pulses, maize
- Creamery: Grease separator/ fat separator, waste water
- Cheese Dairy
- Bakery: e.g. old bread
- Beverage industry
- Fish processing
- Canning / Frozen foods production: food condemned to be unfit for consumption
- ...

(2) Availability of organic residues: seasonal, all the year, few days/ xx month per year

(3) Biogas background: Whether previous biogas studies were done before

(4) Kind of utilisation/disposal:

- utilisation: animal cadaver utilisation plant (further utilisation e.g. carcass meal/animal meal for the production of fertilizer), fats for chemical industry, fodder industry, composting, biogas plant
- disposal: landfill, waste incineration

Please send the survey by mail to: funda.ertem@dbfz.de or by fax to: 0049 341 2434 133 Thank you very much!

Ek 20:Gıda Sanayi Sektörü Anketi (Türkçe).

- Gıda Sektörü İçin Biyogaz Potansiyeli Analizi Anketi

Bu anket, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Alman Çevre Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı arasında ortak ikili işbirliği protokolü çerçevesinde, Alman Uluslararası İşbirliği Kurumu (GIZ) ve Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan "Türk-Alman Biyogaz Projesi" kapsamında hazırlanan organik atık envanteri çalışması için hazırlanmıştır. Elde edilen bilgiler üçüncü şahıs, kurum ve kuruluşlarla paylaşılmayacak olup, envanter çalışmaları esnasında firma ismi belirtilmeden değerlendirilecektir. Bu nedenle verilecek bilgilerin gerçeği yansıtmaması projenin sağlıklı yürütülmesi açısından önem arz etmektedir. İlginiz için teşekkür ederiz.

1. İletişim bilgileri:

Şirket adı:
Sanayi Sektörü:
İrtibat edilen kişi:
Adres:
İl/ilçe:
Telefon numarası:
E-mail / İnternet adres:

2. Prosesten Kaynaklanan Organik Atıklar

No.	Organik atık türü ⁽¹⁾	Miktar (ton/yıl)	Kati madde içeriği (%)	Bulunma durumu ⁽²⁾ (gün/yıl)	Özel denetim gerektiren atık (evet / hayır)	Biyogaz özgeçmiş ⁽³⁾
1						
2						
3						
4						
5						

1

3. Atıkların mevcut kullanım durumu

No.	Organik atık türü	Atıkların mevcut kullanım/bertaraf durumu ⁽⁴⁾	Miktar (ton/yıl)	Bertaraf maliyeti/ücreti TL/ton	Gelirler TL/ton
1					
2					
3					
4					
5					

(1) Organik atıklar:

- Et üretimi: öm. mezbaha artıkları, et ve kemik unu, kan, yağ ayıncı / yağ ayıncı
- Şeker sanayi: öm. şeker pancarı pres kek, molas,
- Mayalanan, damıtılan: öm. bira tahli, tortu, maya
- Niğasta sanayi: öm. atık su,
- Meyve üretimi ve işleme: öm. prina, portakal, elma, muz,
- Sebze üretimi ve işleme: öm. zeytin pres keki, patates soyma, bezelye, domates, bakliyat, mısır
- Mandıra: Gres ayıncı / yağ ayıncı, atık su
- Peynir
- Fınn, öm. bayat ekmek
- İçecek endüstrisi
- Balık işleme
- Konserveler / Dondurulmuş gıda üretimi: gıda tüketimi için uygun olmayan

(2) Organik atıkların bulunma durumu: Mevsimlik, tüm yıl, yıl içinde x gün/ay

(3) Biyogaz özgeçmiş: Daha önce biyogazla alakalı bir çalışmada bulunuldu mu

(4) Atıkların mevcut kullanım/bertaraf durumu:

- Kullanım: hayvan kadavrası kullanım tesisi (ek tesisler: öm. gübre üretimi için karkas besin/hayvan besini), kimyasal endüstri için yağlar, yem sanayi, kompostlama, biyogaz santrali
- Bertaraf: depolama, yakma

Lütfen bu anketi maille: Funda.Ertem@dbfz.de ya da faxla: 0049 341 2434 133 en kısa sürede cevaplandırıp yollayınız. Teşekkür ederiz!

2

Turkish-German Biogas Project
Türk-Alman Biyogaz Projesi

And Sokak No: 8/11
Cankaya, Ankara, Türkiye

T +90 312 466 70 56

E biogas-tr@giz.de

I <http://www.biyogaz.web.tr>

Söğütözü Cad. 14E, 06560 Yenimahalle, Ankara, Türkiye

Ansprechpartner: Dr. Thomas Breuer

T +90 312 207 56 03

E thomas.breuer@giz.de

I www.biyogaz.web.tr