

**TÜRKİYE' DEKİ HAYVAN GÜBRELERİNİN
BİYOGAZ ENERJİ POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİ
Cemre GÖRMÜŞ
Yüksek Lisans Tezi
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Esra TINMAZ KÖSE
2018**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE' DEKİ HAYVAN GÜBRELERİNİN BİYOGAZ ENERJİ
POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Cemre GÖRMÜŞ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

DANIŞMAN: Dr. Öğretim Üyesi Esra TINMAZ KÖSE

TEKİRDAĞ 2018
Her Hakkı Saklıdır.

Dr. Öğretim Üyesi Esra TINMAZ KÖSE danışmanlığında, Cemre GÖRMÜŞ tarafından hazırlanan “Türkiye’deki Hayvan Gübrelerinin Biyogaz Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Doç. Dr. İbrahim DEMİR

İmza:

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Esra TINMAZ KÖSE

İmza:

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Şeyma ORDU

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE' DEKİ HAYVAN GÜBRELERİNİN BİYOGAZ ENERJİ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Cemre GÖRMÜŞ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Esra TINMAZ KÖSE

Artan dünya nüfusu ile birlikte doğru orantılı olarak oluşan atıkların miktarı ve enerji ihtiyacı da sürekli olarak artmaktadır. Oluşan atıkların çevresel acıdan oluşturduğu olumsuz etki sebebiyle bertaraf edilme zorunluluğu ve fosil kökenli enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalması ve enerji açığının giderek artması mevcut kaynakların daha etkin kullanımını ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelimi gerekli kılmaktadır. Yeni kaynak arayışı sonucunda, ortaya çıkan organik içerikli atıklardan biyogaz üretimi, alternatif kaynak olarak değerlendirilebilmektedir. Biyogaz üretiminde organik atıkların kullanılıyor olması hem atık bertarafı hem de atıklardan enerji eldesi konularında etkin bir atık yönetim adımını ortaya koymaktadır. Biyogaz üretiminde kullanılan organik atıkların başında hayvan gübreleri gelmektedir. Bu çalışma kapsamında, Türkiye'de hayvan gübrelerinden oluşabilecek biyogaz potansiyelinin ortaya konulması ve haritalandırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nden temin edilen büyükbaş, küçükbaş, ve kümes hayvanları sayılarına ait veriler baz alınarak hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz (metan) miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca hesaplanan biyogaz miktarlarının enerji değerleri değerlendirmeye alınmıştır. TÜİK verilerine göre Türkiye'deki 2016 yılına ait hayvan sayıları; büyükbaş için 14.222.228 adet, küçükbaş için 41.329.232 adet ve kümes hayvanları için 333.541.262 adet olarak belirlenmiştir. Bu değerler baz alındığında hayvan gübrelerinden üretililecek biyogazın enerji eşdeğer 130.211,31TJ/yıl olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Biyogaz potansiyeli, Biyometanizasyon, Enerji, Hayvansal Atık.

2018, 67 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF BIOGAS ENERGY POTENTIAL OF ANIMAL MANURE IN TURKEY

Cemre GÖRMÜŞ

Namık Kemal University in Tekirdağ
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Esra Tınmaz Köse

Through increasing world population, amount of generated waste and also energy demand increase continuously. In order to prevent use of decreasing fossil-based energy resources and reduce energy deficit as well as to dispose of waste and reduce its negative impact on the environment it is necessary to use available resources effectively and renewable energy sources. As a result of searches on alternative energy resources, it is emerged that biogas production from organic wastes can be handled as an alternative energy source. The use of organic wastes in biogas production reveals an effective waste management step in both waste disposal and waste to energy. One of the main waste streams for the production of biogas is animal manure. In this study, it is aimed to prove the potential of biogas from animal manure and its mapping in Turkey. In accordance with this purpose, the data of cattle, sheep, and poultry numbers has been obtained from Turkey Statistical Institute (TSI) and based on this data manure amount of these animals and biogas (methane) quantities from these animal manure have been calculated. In addition, it has been considered the energy values of calculated biogas quantities. According to TSI data, numbers of animals in Turkey in year 2016 are 14.222.228 for cattle, 41.329.232 for small cattle and 333.541.262 for poultry. Based on this data, the energy equivalent of the biogas that can be produced from animal manure is calculated as 130.211,31 TJ / year.

Keywords: Animal manure, Biogas, Biogas potential, Biomethanization, Energy

2018, 67 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1. Biyogaz Enerjisi	5
2.2. Biyogaz Üretiminin Yararları	7
2.3. Biyogaz Üretiminin Aşamaları	7
2.4. Biyogaz Üretimini Etkileyen Faktörler	10
2.4.1. Atığın Karakterizasyonu	10
2.4.2. Sıcaklık	11
2.4.3. C/N Oranı.....	12
2.4.4. Hidrolik Bekleme Süresi ve Organik Yükleme Hızı	12
2.4.5. pH	13
2.4.6. Karıştırma	13
2.4.7. Toksik Etkiler	14
2.4.8. Basınç	14
2.4.9. İnhibitör maddeler	14
2.4.10. Aşılama	15
2.4.11. Güvenlik	15
2.5. Biyogazın Kullanım Alanları.....	15
2.5.1. Biyogazın Isıtmada Kullanımı	16
2.5.2. Biyogazın Aydınlatmada Kullanımı	17
2.5.3. Biyogazın Motorlarda Kullanımı.....	17
2.5.4. Biyometan Elde Edilmesi ve Kullanımı	17
2.6. Hayvan Gübresinden Biyogaz Eldesi	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22

4. ARAŞTIRMA BULGULARI	26
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	45
6. KAYNAKLAR.....	51
EKLER	58
ÖZGEÇMİŞ	67

TABLO DİZİNİ

Tablo 2. 1: Biyogazın Bileşimi (Seadi ve ark. 2008)	6
Tablo 2. 2: Biyogazın Diğer Genel Özellikleri (Seadi ve ark. 2008, Vij 2011)	6
Tablo 2. 3: Bazı İnhibitörler için sınır konsantrasyonlar (mg/l) (Anonim 2016)	14
Tablo 3. 1: Türkiye 'de hayvan türlerinin dağılımı ve Türkiye'deki hayvan sayısına oranı	22
Tablo 3. 2: Çalışmada biyogaz potansiyelinin hesaplanması amacıyla kabul edilen değerler.	24
Tablo 4. 1: Büyükbaş hayvan gübresinden elde edilebilecek metan miktarı ve enerji eşdeğeri	27
Tablo 4. 2: Küçükbaş hayvan gübresinden elde edilebilecek metan miktarı ve enerji eşdeğeri	30
Tablo 4. 3: Kümes hayvanı gübresinden elde edilebilecek metan miktarı ve enerji eşdeğeri..	33
Tablo 4. 4:Türkiye Genelinde Düzey-2 illeri (26 Alt Bölge) Bazında Hayvan Gübrelerinin Enerji Değeri	36
Tablo 5. 1:Hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine en fazla katkı sağlayacak illerin değerlendirilmesi.....	49
Tablo 5. 2: Hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine düzey-2 bazında en fazla katkı sağlayan alt bölgenin illerinin değerlendirilmesi	49
Tablo 5. 3: Hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine düzey-2 bazında en fazla katkı sağlayan alt bölgenin illerinin değerlendirilmesi	50

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2. 1: Biyogaz Üretim Sisteminde Hammadde ve Enerji Akışları Diyagramı (Berglund ve Börjesson 2006)	5
Şekil 2. 2: Biyogaz Üretim Aşamaları (Korres ve ark. 2013).	8
Şekil 2. 3: Metanojenlerin Büyüme Hızlarının Sıcaklık Ortamlarıyla olan Değişimi (Khanal 2008)	11
Şekil 2. 4: Genel Biyogaz Üretim Prosesinin Şematik Gösterimi (WBA 2013)	16
Şekil 2. 5: Biyometan Sistemi Safhaları (Üretimden-Son Kullanıma) (Budzianowski ve Brodacka 2016)	19
Şekil 3. 1: Hayvan sayısı ile biyogaz potansiyeli hesaplama diyagram	25
Şekil 4. 1: Türkiye genelinde düzey-2 bazında büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın petrol eşdeğeri	37
Şekil 4. 2: Türkiye genelinde düzey-2 bazında küçükbaş hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın petrol eşdeğeri	38
Şekil 4. 3: Türkiye genelinde düzey-2 bazında kümes hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın petrol eşdeğeri	39
Şekil 4. 4: Türkiye genelinde hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın petrol eşdeğeri (TEP/yıl)	40
Şekil 4. 5: Türkiye iller bazında büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın enerji değeri	41
Şekil 4. 6: Türkiye iller bazında küçükbaş hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın enerji değeri	42
Şekil 4. 7: Türkiye iller bazında kümes hayvanı gübrelerinden elde edilecek biyogazın enerji değeri	43
Şekil 4. 8: Türkiye iller bazında hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın enerji değeri dağılım	44

SİMGELER DİZİNİ

BB	: Büyükbaş Hayvan
CH ₄	: Metan
CO	: Karbon monoksit
CO ₂	: Karbon dioksit
GW	: Gigavat
H ₂	: Hidrojen
H ₂ O	: Su
H ₂ S	: Hidrojen Sülfür
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
KB	: Küçükbaş Hayvan
KG	: Kilogram
KM	: Kümes Hayvanı
KW	: Kilovat
KWSA	: Kilovatsaat
LBM	: Sıvılaştırılmış Biyometan (Liquefied Biomethane)
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (Liquefied Natural Gas)
M ³	: Metreküp
MJ	: Megajoule
MTEP	: Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
MM ³	: Milyon Metreküp
MW	: Megavat
MWSA	: Megavatsaat
N	: Azot
N ₂	: Azot gazı
NO	: Azot oksit
N ₂ O	: Nitröz oksit
NO ₂	: Nitrit
NO ₃	: Nitrat
NH ₃	: Amonyak
NH ₄	: Amonyum
O ₂	: Oksijen
TEP	: Ton Petrol Eşdeğeri
TKM	: Toplam Katı Madde
TJ	: Terajoule
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi birikimi ve tecrübesini paylaşarak ve bu çalışmanın yürütülmesi ve hazırlanmasında bana danışmanlık ederek, her konuda beni yönlendiren, yardım ve desteğini esirgemeyen, her türlü bilgiye ulaşmama yardımcı olan danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Esra TINMAZ KÖSE' ye ve eğitim hayatım boyunca, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2018

Cemre GÖRMÜŞ
(Çevre Mühendisi)

1. GİRİŞ

Dünya enerji gereksiniminin karşılanmasında geçmişten günümüze kadar yoğun kullanım alanına sahip olan fosil enerji kaynaklarının (petrol, kömür, doğalgaz vb.) yakın gelecekte insanoğlunun gereksinimlerini karşılayamaz duruma geleceği ve buna bağlı olarak da enerji darboğazının yaşanacağı konusunda görüş birliği söz konusudur. Bu darboğazın yaşanmaması için, yenilenebilir enerji kaynaklarının da belirlenerek kullanıma sunulması gerekmektedir (Karayılmazlar ve ark. 2011).

Artan dünya nüfusu ile birlikte doğru orantılı olarak oluşan atıkların miktarı ve enerji ihtiyacı da sürekli olarak artmaktadır. Oluşan atıkların çevresel acıdan oluşturduğu olumsuz etki sebebiyle bertaraf edilme zorunluluğu ve fosil kökenli enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalması ve enerji açığının giderek artması mevcut kaynakların daha etkin kullanımını ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelimi gerekli kılmaktadır (Tınmaz 2017).

Artan bu enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için dünyada ve ülkemizde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışı son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Yeni kaynak arayışı sonucunda, ortaya çıkan organik içerikli atıklardan biyogaz üretimi, alternatif kaynak olarak değerlendirilmektedir. Biyogaz üretiminde organik atıkların kullanılıyor olması hem atık bertarafı hem de atıklardan enerji eldesi konularında etkin bir atık yönetim adımını ortaya koymaktadır. (Mao ve ark. 2015).

Atıkların enerji potansiyellerinden faydalanmak amacıyla atıktan enerji elde edilebilen teknolojilerin geliştirilip kullanılması ile fosil kaynak kullanımı olmaksızın enerji sağlanabilirken aynı zamanda depolanacak atık miktarının azaltılması, depolama alanlarında bozunma sonucu oluşan sızıntı sularının yüzeysel ve yeraltı sularını kirletmesi, depo gazlarının atmosfere zararlı emisyon vermesi gibi olumsuz çevresel etkilerin minimuma indirilmesi Dünya genelinde kabul gören önemli bir atık yönetimi adımıdır. Bu aşamada, atık içindeki organik fraksiyonun değerlendirilmesi için biyometanizasyon teknolojileri önemli bir alternatif olarak sunulmaktadır (Ayol 2011). Bu nedenle, arıtma çamurları, hayvansal ve tarımsal atıklar gibi organik içerikli atıkların biyometanizasyon ve kompostlaştırma ile geri kazanımı, depolanacak atık miktarının azaltılması, toprak, hava ve su kirliliğinin önlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

Geniş bir kullanım alanı olan biyogaz, küresel iklim değişikliğine karşı bir önlem niteliğinde olmakla birlikte, ısı ve elektrik üretimi ve akaryakıt olarak kullanılabilirdiğinden enerji amacıyla dışa bağımlılığı azaltırken aynı zamanda, atık arıtım yöntemi olması, toprak iyileştirici olarak tarımsal üretimde verimliliği arttırması yönlerinden gün geçtikçe önem

kazanmaktadır. Enerji bitkileri üretimiyle bölgesel gelişime ve kırsal kalkınmaya katkı sağlanırken, biyogaz üretimi ile atıkların toplanıp, işlenmesi, elde edilen ürünün toprak iyileştirici olarak pazarlanması, ısı, elektrik, akaryakıt olarak kullanılması, istihdam yaratabilmesi ve böylelikle ekonomiye katkı sağlanması atıkların biyogaz üretiminde kullanılmasının diğer önemli avantajlarıdır (Gürel ve Şenel 2010).

1 m³ biyogazın ısı değerinin 4700-5700 kcal/m³ olması durumunda bu ısı miktarı, 0.43 kg bütan gazının, 0.62 litre gazyağının, 1.46 kg odun kömürünün, 12,3 kg tezeğin ve 4.70 kWh elektriğin sağladığı enerjiye denktir (Arıkan 2008). 1 m³ biyogazın enerjisi, 60-100 watt'lık bir ampulü 6 saat, 1 beygir gücü kapasiteli motoru 2 saat çalıştırmak için gereken enerjiye 0,7 kg ham petrole ve 1.25 kWh elektrik enerjisine eşdeğerdir (Demirer 2005).

Nüfus artışı, sanayileşme, refah seviyesinin artması ve teknolojik ilerlemeler nedeniyle gelişmiş ülkelerde ağırlıklı olmak üzere tüm Dünya'da enerji kaynaklarına olan ihtiyaç günden güne artış göstermektedir (Yılmaz 2012). Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'nın çalışmasına göre enerji politikalarının ve enerji ihtiyacının karşılanma durumunun günümüzdeki gibi devam etmesi halinde, 2007-2030 yılları arasında enerji ihtiyacında %40'luk artış öngörülmektedir. Buna göre, enerji talebi artışının %1,5 oranında olduğu düşünülürse, 2007 yılındaki enerji ihtiyacı 12 milyar TEP (ton petrol eşdeğeri) düzeyindeyken 2030 yılına gelindiğinde bu ihtiyacın 16,8 TEP düzeyine ulaşmış olacağı tahmin edilmektedir. Belirtilen yıllar arasında, enerji ihtiyacındaki artışın %75'inden daha fazla miktarının mevcut durumda olduğu gibi fosil yakıtlar kullanılarak sağlanacağı öngörülmektedir (2017c).

Günümüzde, gelişmiş ülkelerde, farklı yenilenebilir enerji kaynakları kullanılabilir. Petrol ve doğalgaz gibi fosil enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalıyor olması, fiyat artışları, temin edilen enerjinin güvenilirliği gibi konular, enerji politikalarının oluşturulması aşamasında, yeni enerji kaynakları arayışına neden olmuş ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji yelpazesinde yer almaya başlamasının önünü açmıştır (2017a). Dünya genelinde 2020 yılında yenilenebilir kaynaklardan yapılacak üretim 2.3-3.3 MTEP (milyon ton petrol eşdeğeri) sınırlarında bulunacaktır (Acaroğlu 2003).

Ülkemizde enerji ihtiyacının %86'sı fosil kaynaklardan karşılanmakta ve %73'ü ithal edilmektedir (Anonim 2017d). Enerji talebinin karşılanmasında dışa bağımlı olmak ekonomik olarak baskı unsuru olmaktadır. Enerji kanunundaki düzenlemelerle en yüksek teşvikler biyokütle ve güneş enerjisine verilmişken en düşük teşvikler rüzgâr enerjisi ile hidroelektrik enerjisine verilmektedir (Anonim 2017e).

Çin'de domuz gübresinin sebze atıklarının bir arada kullanıldığı bir biyometanizasyon tesisi verilerine göre, atmosfere salınan H₂S, SO₂, NO₂, NH₃, CO ve C₂H₄ gibi hava

kirletici emisyonlarda azalma olduğu belirlenmiş ve ayrıca gübre ve sebze artıklarının birlikte kullanılması ise biyogaz veriminde % 32.4 lük bir artış olduğu belirlenmiştir (Qi ve ark. 2005). Hindistan'da zirai atık, hayvan gübresi ve endüstriyel atıkların biyogaz potansiyeli 40.734 MM³/yıl ve biyogazın enerji değeri 25.700 MW olarak bulunmuştur (Rao ve ark. 2010). Japonya'da hayvan gübrelerinin biyogaz üretim miktarı 60 m³ lük bir termofilik reaktörde incelenmiş ve üretilen biyogazın 15 kW gücündeki jeneratörde elektrik üretimi için kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır (Aoki ve ark. 2006). Ontario'da sığır çiftliklerinde kurulan 120 MW'lık elektrik üretim kapasiteli tesislerde, hammadde miktarındaki değişmelerin biyogaz veriminin % 10-80 arasında etkilendiği kaydedilmiştir (White ve ark. 2011). Finlandiya, İsviçre ve Danimarka'da sığır gübresinden elde edilebilecek minimum ve maksimum biyogaz miktarları sırasıyla 197.6x10³-438x10³; 214.1x10³-462x10³ ve 242.2 x10³-509x10³ m³/yıl olarak hesaplanmıştır (Luostarinen 2013). İran'ın mezbaha atıklarından biyogaz üretim potansiyeli 2011 yılı için 54 milyon m³'tür (Afazeli ve ark. 2014). Malezya'da ise hayvansal atıklardan üretilen elektrik enerjisi miktarı, 2012 yılında 8.27x10⁹ kWh/yıl' dır (Abdeshahian ve ark. 2016).

Ülkemizdeki biyogaz çalışmaları her ne kadar 1980'lerden önce başlamış olsa da 2000'li yıllarda öneminin daha net anlaşılmasıyla birlikte konu ile ilgili çalışmalara hız verilmiştir. 2004 yılında öncelikle tavuk çiftliklerinde, ardından küçükbaş ve büyükbaş çiftliklerinde hayvansal atıklardan biyogaz üretimi hız kazanmaya başlamış, 2005 yılından sonra pek çok biyometanizasyon tesisi kurulmuştur (Arıkan 2008).

Literatürdeki çeşitli çalışmalar, Ülkemizde hayvansal atıklardan üretilen biyogaz enerji değerinin 3 ile 3.5 milyar m³/yıl arasında olduğunu göstermektedir (Arıkan 2008). Kentsel katı atıkların biyogaz potansiyelinin 4.850 milyon kWh/yıl olduğu ve işlenen tarım alanların % 1'inin enerji bitkisi yetiştirilmesi için kullanılması halinde biyogaz potansiyelinin 25.95 milyar kWh/yıl olacağı ve hayvan gübresinin biyogaz potansiyelinin ise 14.26 milyar kWh/yıl olduğu belirlenmiştir (Özcan ve ark. 2011). Ülkemizin 2009 yılına ait TÜİK tarafından belirlenmiş tavuk sayılarından yararlanılarak biyogaz potansiyelinin 390 milyon m³ olduğu hesaplanmıştır (Onurbaş ve Türker 2013). Iğdır il için hayvansal atık kaynaklı yıllık biyogaz enerjisi potansiyelinin 21,441 milyon m³ değerinde olduğu belirlenmiştir (Altıkat ve Çelik 2012). Elazığ'da hayvan potansiyelinin biyogaz üretiminde kullanılması durumunda günde elde edilebilecek elektrik enerjisi gelirinin yaklaşık 74 milyar TL olduğu ortaya konulmuştur (Akbulut ve Dikici 2004). Muş ili ilçeleri genelinde yapılan çalışma sonuçlarına göre günlük toplam gaz verimleri Merkez'de 228.529 m³ /gün, Varto'da 183,118 m³ /gün, Bulanık'ta ise 129.046 m³ /gün olarak hesaplanmıştır (Çağlayan ve Koçer 2014).

Tokat ili için 2014 yılında yapılan çalışmada hayvansal atıklarından elde edilen biyogaz potansiyelinin 301.434 m³/gün ve elektrik enerji miktarının 502.390 kWh/gün olduğu hesaplanmıştır (Avan 2014). Çanakkale'nin biyogaz potansiyelinin belirlenmesi için yapılan çalışmada büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayılarından ve bu hayvanların gübre miktarları hesaplanarak yıllık toplam 96.934.753 m³ miktarında biyogaz elde edilebileceği hesaplanmıştır (Ilgar 2016).

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'de iller bazında hayvan gübrelerinden oluşabilecek biyogaz potansiyelinin ortaya konulması ve haritalandırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)' ndan temin edilen büyükbaş, küçükbaş, ve kümes hayvanları sayılarına ait veriler baz alınarak hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz (metan) miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca hesaplanan biyogaz miktarlarının enerji değerleri değerlendirmeye alınmıştır.

Nüfusun hızla artması ve sanayileşmenin yüksek ivme kazanmış olması beraberinde pek çok çevre sorunu getirmekle birlikte enerjiye olan ihtiyacının da artmasına neden olmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak adına, yenilenebilir enerji kaynağı olarak, iller bazında hayvan gübrelerinden üretilecek biyogazın kullanılması, geleneksel elektrik enerjisi üretim sistemlerine olan ihtiyacın azalması, doğal kaynakların ve çevrenin korunması açısından olumlu kazanımlar sağlayabilecektir. Bu nedenle, bu çalışma, Türkiye'deki hayvan gübrelerinin bertarafının sağlanması ve enerji ihtiyacının karşılanabilmesi adına alternatif bir enerji kaynağının potansiyelini ortaya koymaktadır.

Biyogaz üretiminde organik atıkların kullanılıyor olması hem atık bertarafı hem de atıklardan enerji eldesi konularında etkin bir atık yönetim adımını oluşturmakta, gübrenin fermantasyon süresi içerisinde erken olgunlaşarak toprağa kazandırılmasına imkan vermekte ve tarım alanlarında verimliliği artırmaktadır (Nacar ve ark. 2006).

Ana bileşen olarak karbonhidratları, proteinleri, yağları, selüloz ve hemiselülozları içeren her tipteki biyokütle, biyogaz üretimi için substrat olarak kullanılabilir (Weiland 2010). Doğalgazda olduğu gibi, biyogazında ana bileşeni metan gazıdır. Biyogazın bileşenleri ve yaklaşık oranları Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2. 1: Biyogazın Bileşimi (Seadi ve ark. 2008)

Bileşen Adı	Oran
Metan (CH ₄)	50-75%
Karbon dioksit (CO ₂)	25-45%
Su buharı (H ₂ O)	2% (20 ⁰ C) – 7% (40 ⁰ C)
Oksijen (O ₂)	<2%
Azot (N ₂)	<2%
Amonyak (NH ₃)	<1%
Hidrojen (H ₂)	<1%
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	<1%

Biyogazın yakıt değeri içerisindeki metan gazından ileri gelmektedir. Bileşimindeki metan oranına göre ısıl değeri 17-25 MJ/m³ arasında değişir. 1 m³ biyogazın etkili ısısı; 0,62 litre gazyağı, 1,46 kg odun kömüre, 3,47 kg oduna, 0,43 kg bütan gazına, 12,3 kg tezeğe, 4,70 kWh elektriğe ve 1,18 m³ havagazının sağladığı ısıya eşittir. 1 m³ biyogazın eşdeğer yakıt miktarı; 0,66 litre motorin, 0,25 m³ propan, 0,2 m³ bütan ve 0,85 kg kömüre eşittir (Anonim 2017a). Biyogazın diğer özellikleri Tablo 2.2.’de verilmiştir.

Tablo 2. 2: Biyogazın Diğer Genel Özellikleri (Seadi ve ark. 2008, Vij 2011)

Enerji İçeriği	6.0-6.5 kWsa/m ³
Yakıt Eşdeğeri	0.60-0.65 litre/ m ³ biyogaz
Patlama Limitleri	6-12% biyogaz (havada)
Tutuşma Sıcaklığı	700 °C
Kritik Basınç	75-89 bar
Kritik Sıcaklık	-82.5 °C
Koku	Çürük Yumurta

2.2. Biyogaz Üretiminin Yararları

Hayvansal ve bitkisel organik atık maddeler, çoğunlukla ya doğrudan doğruya yakılmakta veya tarım topraklarına gübre olarak verilmektedir. Bu tür atıkların özellikle yakılarak ısı üretiminde kullanılması daha yaygın olarak görülmektedir. Bu şekilde istenilen özellikte ısı üretilmediği gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün olmamaktadır (Anonim 2017a).

- Biyogaz teknolojisi organik kökenli atık maddelerden hem enerji eldesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir.
- Ucuz-çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağıdır.
- Atık geri kazanımı sağlar.
- Biyogaz üretimi sonucu hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybeder.
- Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinin kokusu hissedilmeyecek ölçüde yok olmaktadır.
- Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalık etmenlerinin büyük oranda etkinliğinin kaybolmasını sağlamaktadır.
- Biyogaz üretiminden sonra atıklar yok olmamakta üstelik çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir (Anonim 2017a).

2.3. Biyogaz Üretiminin Aşamaları

Biyogaz üretimi için aşağıdaki dört bileşenin olması gerekir (House 2007).

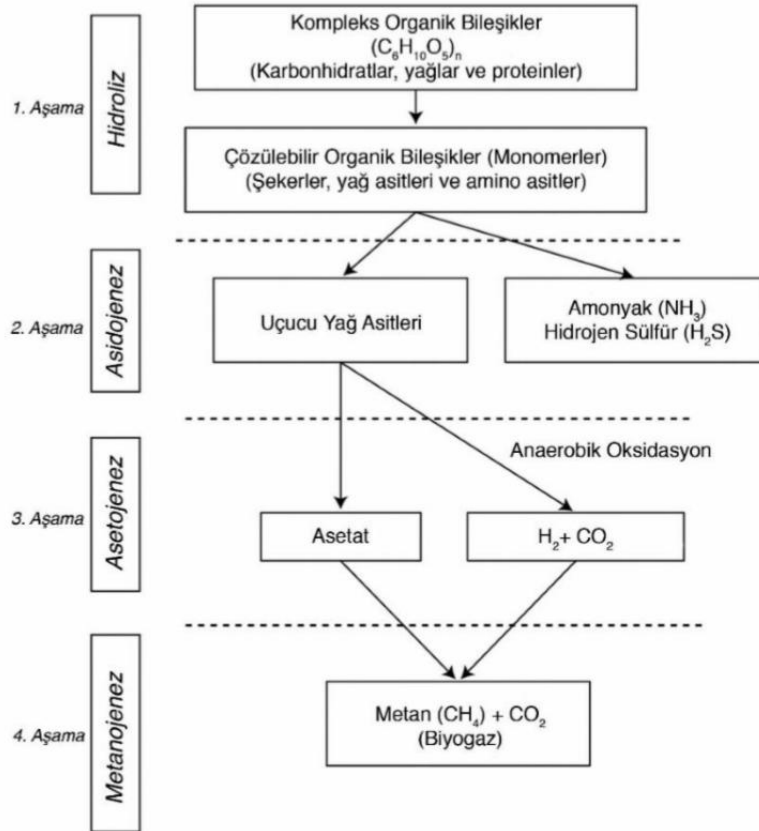
- Organik Madde
- Bakteri
- Anaerobik Ortam
- Isı

Organik madde metan üreten bakteri için gerekli besin maddesidir. Biyogaz üretimi için gerekli organik maddenin en önemli kaynağı hayvan çiftlikleri ve tarımsal alanlardır. Bunlara ilaveten çöp gibi artıklar ve arıtma tesisi çamuru gibi atıklar da biyogaz üretimi için gerekli organik maddenin kaynaklarıdır (İlkılıç ve Deviren 2011).

Biyogaz organik maddelerin oksijensiz (anaerobik) şartlarda biyolojik parçalanması sonucu oluşan ağırlıklı olarak %60-70 metan, %30-40 karbondioksit gazıdır. Çeşitli organik maddelerin CH_4 ve CO_2 'e dönüşümü karışık mikrobiyolojik flora tarafından

gerçekleştirilmektedir. Bu oksijensiz bozunma sonucunda metan gazı dört aşamalı bir işlem sonucunda oluşur (Anonim 2018a)

Biyogaz, anaerobik çürütücülerde gübrenin bozunması ile elde edilir. Biyogazın kompozisyonu ve metan verimi çürütücüdeki malzemenin içeriğine, çürüme sistemine ve tutulma süresine bağlıdır (Braun 2007). Anaerobik çürüme süreci genel olarak dört aşamadan oluşur. Bu aşamalar şekil 2.2' de de görüldüğü üzere hidroliz, asit oluşumu (asidojeniz), asetat oluşumu (asetojenez) ve metan oluşumudur (metanojeniz) (Korres ve ark. 2013).



Şekil 2. 2: Biyogaz Üretim Aşamaları (Korres ve ark. 2013).

1. Hidroliz

Çoğu durumda biyokütle kompleks organik polimerlerden oluşur[38]. Hidroliz aşamasında uzun zincirli kompleks organik maddeler, fermentatif ve hidrolitik bakteri grupları tarafından fermente edilip daha basit yapıda çözülebilir uçucu organik maddelere parçalanırlar [40]. Bu aşamada selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi karbonhidratlar daha küçük monomerler olan glikoz, pentoz ve heksoza; proteinler, polipeptid ve aminoasitlere; yağlar ise alkol, yağ asiti ve hidrojene dönüşür. Karbonhidratlar bir kaç saat içinde hidrolize uğrarken, proteinlerin ve yağların hidrolizi bir kaç gün sürebilir. Lignoselüloz ve ligninin parçalanma

süreci çok yavaş olur ve tam olarak parçalanmazlar (Deublein ve Steinhauser 2008). Hidroliz hızını etkileyen en önemli faktörler; pH, sıcaklık ve çamur yaşıdır (İlkılıç ve Deviren 2011).

2. Asit Oluşumu (Asidojenez)

Hidrolitik aşamada, karbonhidrat, yağ ve protein gibi polimerler farklı yapıdaki anaerobik bakteriler tarafından parçalanarak daha küçük yapıdaki monomerlere dönüştürülmüşlerdir. İkinci aşama olan asidojenez aşamasında bu monomerler anaerobik bakteriler tarafından kısa zincirli organik asitlere, C1-C5 moleküllerine (bütrik asit, propiyonik asit, asetat, asetik asit, vb.), alkollere, hidrojen ve karbon dioksit'e dönüştürülürler (Deublein ve Steinhauser 2008).

3. Asetat Oluşumu (Asetojenez)

Asidojenez aşamasında oluşan ürünler, asetojenez aşamasında diğer bakteriler için substrat olarak kullanılırlar. Asetojenik bakteriler zorunlu olarak hidrojen üreticilerdir. Yaşamaları ve büyümeleri için gerekli enerjiyi sadece çok düşük hidrojen konsantrasyonunda alabilirler. Düşük hidrojen kısmi basıncı olduğu zaman; hidrojen, karbon dioksit ve asetat, asetojenik bakteri tarafından oluşturulur. Yüksek hidrojen kısmi basıncında ise ağırlıklı olarak bütrik, kapron, propiyonik ve valerik asitler ile etanol oluşturulur. Oluşan bu ürünlerden metanojenik mikroorganizmalar sadece asetati, hidrojeni ve karbondioksiti kullanabilirler (Deublein ve Steinhauser 2008). Yani metan bakterileri kendi ihtiyaç duydukları hidrojeni alır iken, asetojenik bakterileri olumsuz etkileyen bir maddeyi de ortamdan uzaklaştırmış olur (İlkılıç ve Deviren 2011).

4. Metan Oluşumu (Metanojenez)

Metanojenez aşaması metan gazının olduğu anaerobik süreçlerin son aşamasıdır (Debruyne ve Hilborn 2014). Bu aşama çok yüksek anaerobik koşullarda gerçekleşir. Bu aşamada, asetojenez aşamasında oluşan organik asitler, hidrojen ve asetat; metanojen mikroorganizmalar tarafından asetik asitin parçalanması ve/veya hidrojen ile karbon dioksitin sentezlenmesi ile metan ve karbon dioksit'e dönüştürülür ve böylece biyogaz elde edilir. Asetik asitin oksidasyonu ile karbondioksit ve hidrojenin indirgenmesinin biyogaz üretimindeki payları karşılaştırıldığında; biyogazın 27-30%'u CO₂ ve H₂ indirgenmesi ile yaklaşık 70%'i ise asetik asitin oksidasyonu süreçleri sonucu üretilir (Deublein ve Steinhauser 2008, Kılıç 2011, Kaya ve Öztürk 2012). Metan oluşturucu bakterilerin kullanılabilecekleri besin maddeleri sınırlı olup bunlar asetik asit, hidrojen ve tek karbonlu bileşiklerdir. Metan

oluşturucu bakteriler asidojenik ve asetojenik bakterilerin aksine çevresel koşullara karşı çok hassastırlar (Kaya ve Öztürk 2012). Metan oluşum aşaması da hidroliz aşaması gibi yavaş bir süreç olarak bilinmekte olup, zaman zaman hız belirleyici aşama olabilmektedir (Öztürk 2012).

2.4. Biyogaz Üretimini Etkileyen Faktörler

Üretilen biyogazın miktarı ve bileşimi, kullanılan hammaddenin karakterizasyonuna (örneğin; organik içeriği, yağ içeriği, lignin içeriği, toplam katı içeriği, kalorifik değeri), kullanılan anaerobik reaktör tipine (örneğin; tam karışımli reaktör, piston akımlı reaktör, vb.) ve kullanılan prosese (yarı zamanlı, tam zamanı, vb.) ve uygulanan proses parametrelerine (sıcaklık, hidrolik bekletme süresi ve organik yükleme hızı, karıştırma düzeni, kullanılan gaz giderim sistemi, çamur alıkonma süresi) ve inhibitör bileşiklerin (uçucu yağ asitleri, amonyak, H₂S, H₂) oluşumu gibi bir takım faktörlere bağlıdır (Ward ve ark. 2008, Ryckebosch ve ark. 2011).

Genel olarak biyogaz oluşumuna etki eden mikrobiyolojik bakterilerin etkileneceği her faktör biyogaz üretimini de etkilemektedir (Kılıç 2011). Anaerobik arıtımda mikroorganizmaların hem özgül gereksinimleri karşılanmalı, hem de optimum çevresel koşullar sağlanmalıdır (Karataş 2006). Anaerobik çürüme işlemini etkileyen kritik faktörler ise şunlardır.

2.4.1. Atığın Karakterizasyonu

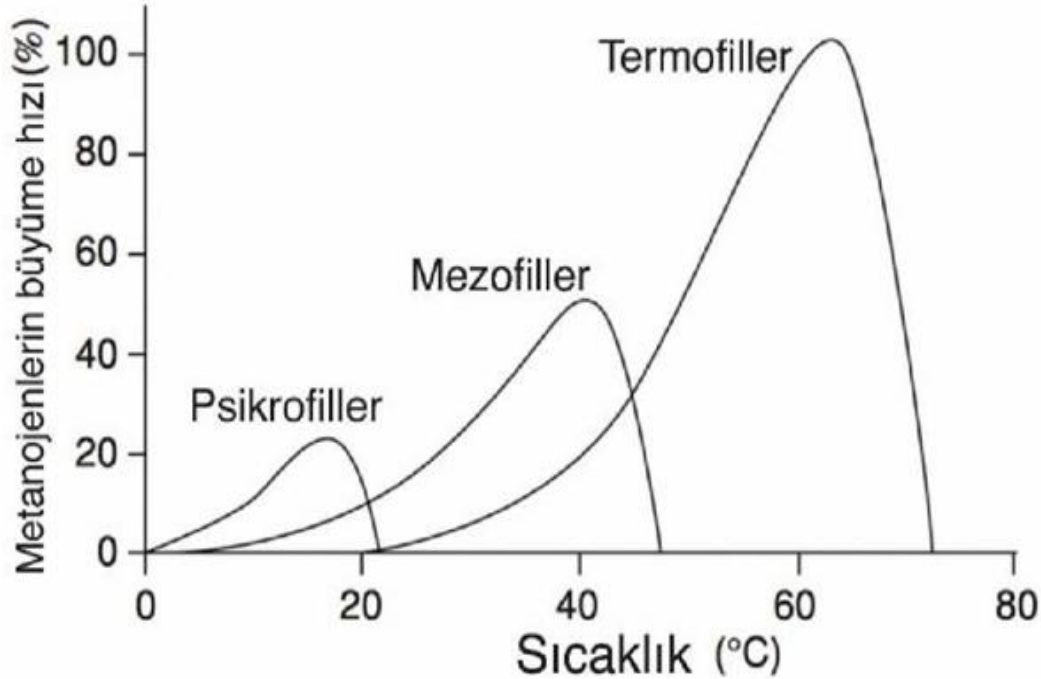
Atığın kompozisyonu üretilen biyogazın miktarını ve metan içeriğini etkiler. Organik atıklar temel olarak; karbonhidratlar, lipidler, proteinler, lignoselülozdan oluşur. Karbonhidratlar; protein, lipid ve selüloza göre daha kolay ve hızlı fermente olur. Lipidlerin; biyogaz potansiyeli protein ve karbonhidrata göre daha yüksektir. Lignoselülozik biyokütlelerin; %55-75'i 5 ve 6 karbonlu şeker birimlerinden oluşan karbonhidratlardır (Çallı 2012).

Biyogaz üretimi için; bahçe atıkları, hayvan gübreleri (büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan gübreleri), gıda ve yemek atıkları, bitkisel atıklar, endüstriyel atıklar (kâğıt, deri, tekstil, orman, şeker, zirai, vb.) ve atık su arıtma tesisi atıkları ile algler kullanılabilir. Biyogaz üretiminde hayvansal ve bitkisel atıklar tek başına kullanılabilirdiği gibi belli esaslar doğrultusunda karıştırılarak da kullanılabilir (Karaosmanoğlu 2010).

2.4.2. Sıcaklık

Biyogaz üretiminde en uygun koşulların sağlandığı iki farklı sıcaklık ortamı vardır ve her bir sıcaklık ortamında farklı bakteri türleri görev alır. Bunlar mezofilik ve termofilik sıcaklık ortamlarıdır. Çürüme işleminde görev alan bakteriler ise mezofilik ve termofilik bakterilerdir. Mezofilik bakteriler 32-42 °C, termofilik bakteriler 50 - 58 °C aralığında faaliyet gösterirler. Termofilik çürüme ortamından daha fazla patojenik bakteri yok olur, fakat daha yüksek sıcaklık ortamını sağlamak maliyeti artıracığı için ekonomik değildir. Ayrıca termofilik çürütücüler, mezofilik çürütücülere göre daha az stabildirler (Debruyne ve Hilborn 2014). Psikrofil sıcaklık ortamı ise bakteriyel bozunmanın 32 °C 'den daha düşük sıcaklık koşullarında gerçekleştiği ortamdır.

Bu ve bundan daha düşük sıcaklık koşullarında bakteriyel bozunma yavaşlar veya tamamıyla durur (Debruyne ve Hilborn 2014). Çürüme sırasında sıcaklığın sabit tutulması oldukça önemlidir. Sıcaklık değişimleri biyogaz üretimini negatif yönde etkiler (Novak ve Fiorelli 2009). Çoğu örneklerde, termofilik sıcaklık koşullarındaki metanojenik çeşitlilik, mezofilik sıcaklık koşullarına göre daha düşüktür (House 2007).



Şekil 2. 3: Metanojenlerin Büyüme Hızlarının Sıcaklık Ortamlarıyla olan Değişimi (Khanal 2008)

Metan oluşturan bakteriler, ani sıcaklık değişimlerinden ve gece gündüz sıcaklık farklılıklarından çok çabuk etkilenmektedir (Kaya ve Öztürk 2012). Metanojenik bakteriler çok yüksek ve çok düşük sıcaklık değerlerinde aktif olmamaktadır. Bu yüzden biyogaz

üretimini gerçekleştireceği reaktör sıcaklığı, biyogazın üretimine veya hızına etki etmektedir. Bu bakteriler sıcaklık değişimlerine karşı da duyarlıdırlar. Reaktörün içerisindeki sıcaklık, bekleme süresini ve reaktör hacmini de belirlemektedir (Kılıç 2011).

2.4.3. C/N Oranı

Organik atıklar, genel anlamda karbon yönünden zengin olanlar ve azot yönünden zengin olanlar diye ikiye ayrılmaktadır. Karbon biyogaz oluşumu için gerekli iken, azot anaerobik bakterilerin gelişimi ve yeniden üretilmesi için gereklidir. Organik madde içerisinde karbonun en önemli kaynağı karbonhidratlar, azot kaynağı ise protein, nitrat ve amonyaktır. Azot azlığı hücrel gelişimi engellediği için verimi düşürür, azot fazlalığı ise NH_3 birikimine neden olur ve pH değeri 8.5' e yaklaşır. Böylece kötü kokulu, yanmayan bir gaz elde edilir (İlkılıç ve Deviren 2011, Özbaşer ve Erdem 2013, Öztürk 2005, Eryaşar 2007). Çürütücü içinde ideal C/N oranını korumak önemlidir. Genellikle mikroorganizmalar azottan 25-30 kat daha fazla oranda karbon kullanırlar. Bu nedenle anaerobik çürütücü için 25-30:1 karbon-azot oranı en uygundur (Yadvika ve ark. 2004).

2.4.4. Hidrolik Bekleme Süresi ve Organik Yükleme Hızı

Çamur hacminin çürütücüde bekletildiği zamana hidrolik bekletme süresi denir ve çürütücünün ekonomisini etkileyen en önemli tasarım parametrelerinden biridir (Lehtomaki 2006). En uygun zaman; reaksiyona giren madde içeriği, proses sıcaklığı, çevre koşullarına ve kullanılan çürütücünün tasarımına bağlıdır. Bekleme süresinin bulunması için tüm bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bekleme zamanı, belirli bir çürütücüde çürütücüye giren maddenin değişmesiyle günden güne veya sıcaklığın değişmesiyle mevsimden mevsime değişebilir (Ostrem 2004). Çürütücünün tipine ve girdilerin katı içeriklerine bağlı olarak önerilen hidrolik bekletme süresi en az 40 gündür. Soğuk iklim bölgelerinde hidrolik bekletme süresi 100 güne kadar çıkabilir. Termofilik sıcaklık koşullarında ise bu süre 15-20 gün arasındadır. Organik yükleme hızı veya oranı, çürütücülere günlük eklenen uçucu katıların miktarı ile ifade edilir. Biyometan üretim potansiyeli, çürütücünün ve organik hammaddenin türüne ve boyutuna göre değişen organik yükleme hızından büyük ölçüde etkilenmektedir (Lehtomaki 2006). Organik yükleme hızının artması ile metan üretim miktarı da artmaktadır. Anaerobik çürümeye sırasında yaklaşık 40-50% uçucu katı giderilir. Yüksek organik yükleme hızı ortamın pH değerini düşürür ve bunun sonucu olarak sistem inhibe olur. Bunun nedeni metan bakterilerinin hidrojeni yeterli hızda uzaklaştırılamaması sonucunda asit bakterilerinin baskın hale gelmesi ve uçucu organik asit üretiminin artarak asit birikiminin

oluşmasıdır. Bu da sistemin dengesinin bozulmasına neden olur (İlkılıç ve Deviren 2011). Çürütücüye tek tip hammadde girdisi genel olarak daha iyi bir performans sağladığı deneyimlenmiştir (Debruyne ve Hilborn 2014).

2.4.5. pH

Kimyasal bir değer olan pH değeri, bir çözeltinin asit veya baz olma özelliğinin şiddetini gösteren bir terim olup çözeltide bulunan H^+ iyonu konsantrasyonunu ve daha kesin bir ifade ile hidrojen iyonunun aktivitesini göstermektedir (Samsunlu 1999). Anaerobik sistemlerde birçok farklı mikroorganizma topluluğunun bulunmasından dolayı her bir bakteri grubunun en yüksek seviyede gelişmesini sağlayacak bir pH aralığı tutturmak çok zordur. Biyogaz üretiminde pH derecesinin, reaksiyon hızı ve diğer parametrelere önemli bir etkisi vardır. Asit üreten bakteriler metan üreten bakterilerden daha hızlı çoğaldıklarından asit üretimi sistemde artarak metan üreten bakterilerin aktivitesini düşürebilir. Bu sebeple sistemin pH' sını sürekli kontrol altında tutulmalı ve uygun pH değer aralığı sağlanmalıdır (Mutlu 2003). Metan formları pH hassasiyetlidir (Debruyne ve Hilborn 2014). Biyogaz üretiminde uygun pH aralığı 6,8–7,5 arasındadır. pH değeri 6'nın altına düşerse metan bakterileri ölürler, 8'in üstünde olursa proteinlerin bozunması sonucu oluşan amonyak, mikroorganizmalar üzerinde zehirlenmeye neden olur (Mutlu 2003).

2.4.6. Karıştırma

Anaerobik çürütücülerin performansı öncelikle reaktördeki substratın bekleme süresinden, yaşayabilecek durumda olan bakteriyel popülasyon ve giren substratın birbirleri arasındaki temas derecesinden etkilenir. Çürütücü içerisindeki substratın karıştırılması sayesinde mikroorganizmalar üniform bir biçimde dağıtılır ve aynı zamanda ısı transferi gerçekleşir. Karıştırma, mekanik karıştırıcılarla, biyogaz geri devri ile veya çamur geri döngüsüyle çok iyi yapılabilir (Gül 2006).

Karıştırmanın avantajları ise şu şekilde sıralanabilir (Anonim 2016):

- Metanogenez tarafından üretilen biyogazın çıkışını kolaylaştırma,
- Bakteri popülasyonu ile taze atığın birbirine karışımı sağlanarak reaksiyonu hızlandırma,
- Fermantasyon esnasında atığın üst yüzeyindeki köpük oluşumunu ve atığın içindeki küçük partiküllerin fermentörün (reaktörün) taban kısmına çökmesini engelleme,
- Fermentördeki atığın sıcaklık dağılımını eşitleme.

2.4.7. Toksik Etkiler

Mikroorganizmaların faaliyetlerini yavaşlatan veya durduran zehirleyici maddelerin daha sonraki iletme safhasında olduğu gibi, alıştırma döneminde de dikkatli kontrolü gereklidir (Öztürk1999).

Yüksek seviyede NH_4 ve/veya protein ihtiva eden atık sularda NH_3 zehirlenmesi önemli bir sorundur. Optimum şartlarda, 8500 mg $\text{NH}_4^+\text{-N}$ gibi yüksek değerlerde (pH=7 de 84 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$) herhangi bir inhibisyon olmadan havasız arıtma mümkündür. Ancak pH>7,5 ve artan sıcaklıklarda NH_3 inhibisyonu önemlidir. Zehirli ve zararlı maddelerin seyreltilmesi veya mikroorganizmalara bu zehirli maddelere yeterli alışma sürelerinin sağlanması gerekir (Öztürk1999).

2.4.8. Basınç

Reaktör içerisinde oluşacak basıncın anaerobik bakterilere ve dolayısıyla biyogaz üretim verimine etkisi söz konusudur. Literatürde konuyla ilgili olarak 0,75 – 1,5 kPa mutlak basınç aralığının, biyogaz üretimi için ideal olduğu ve bunun üzerindeki basınçlarda üretimin zorlaşacağı belirtilmektedir. Fakat özellikle büyük reaktörlerin alt kısmında bulunan metan bakterileri oldukça büyük hidrolik basınç altında faaliyetlerini sürdürmektedir ve bir performans düşüklüğü rapor edilmemiştir (Eryaşar ve Koçar 2009).

2.4.9. İnhibitör maddeler

Kullanılan atık biyokütle kaynaklı bazı maddeler veya proses sırasında oluşan ürünler biyogaz üretiminde inhibisyona sebep olabilir. Uzun zincirli yağ asitleri, dezenfektanlar, amonyak, antibiyotik, zararlı ilaçlar ve deterjanlar toksik etki oluşturan maddelerdir. Alkoller yüksek oranlarda toksik etki oluşturarak, metan üretiminin azalmasına neden olmaktadır. Uzun zincirli veya uçucu yağ asitleri, amonyak (NH_3), hidrojen Sülfür (H_2S), ağır metaller (Zn, Cd, Cu, Ni, Cr, Pb), alkali metaller (Na, K, Ca, Mg), insan yapısı, zor parçalanan kimyasallar (Klorlu hidrokarbonlar) genel olarak bazı inhibitör maddelerdir. Çeşitli inhibitörler için sınır konsantrasyonlarını (mg / l) tablo 2.3' de listelenmiştir (Anonim 2016).

Tablo 2. 3: Bazı İnhibitörler için sınır konsantrasyonlar (mg/l) (Anonim 2016)

Madde	[mg/l]
Bakır	10-250
Kalsiyum	8000
Sodyum	8000

Magnezyum	3000
Nikel	100-1000
Çinko	350-1000
Sülfür (Sülfür olarak)	200
Siyanür	2

2.4.10. Aşılama

Organik atıklar havasız ortamda bırakıldıklarında biyogaz oluşum süreci kendiliğinden başlar. Ancak, işletilmekte olan başka bir tesisten alınan çamur yüksek mikroorganizma içerdiği için yeni çalışacak tesise aşılama işlemine alınma süresini kısaltacaktır (Demirci ve Türkavcı 2001).

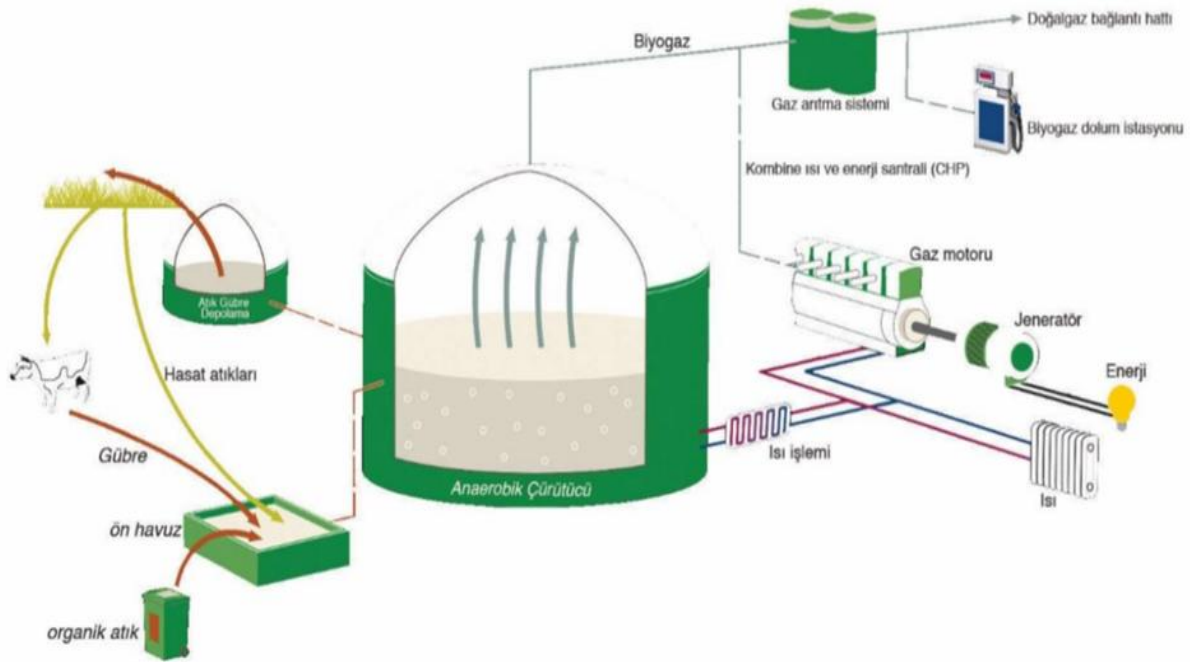
2.4.11. Güvenlik

Biyogazın temel bileşeni olan metan, hava ile teması sonucu yüksek dereceli patlayıcı haline gelir. Biyogazın patlama limiti 6% ile 12% arasında, tutuşma veya parlama sıcaklığı ise 700°C'dir (Seadi ve ark. 2008). Buna ek olarak biyogaz havadan ağırdır ve eğer çürütücünden biyogaz sızıntısı meydana gelirse zemine yakın yerde biyogaz oksijenin yerini alır. Dahası eğer biyogaz H₂S'ten arındırılmamış ise öldürücü bir gaz olarak davranabilir (Debruyne ve Hilborn 2014).

2.5. Biyogazın Kullanım Alanları

Biyogaz çok yönlü bir enerji kaynağı olarak doğrudan ısıtma ve aydınlatma amacıyla kullanılabilir gibi, elektrik enerjisine ve mekanik enerjiye çevrilmesi de mümkün olmaktadır (Çınar 2006, Holm ve ark. 2009). Çürütücü sonrası oluşan gübre az koku vardır ve hava kalitesine olumsuz etki yapar. Ayrıca tarım için daha elverişlidir. Biyogaz üretimi sırasında, oluşan gübrenin toprakta uygulanması sonucunda, buğdayda %16 pancarda ise %25 verim artışı meydana geldiği araştırmalar neticesinde ortaya konmuştur. Bu da yaklaşık olarak tarımda %20'lik bir verim artışına neden olduğu söylenebilir (Alçıçek 1994). Gübredeki yabancı ot tohumlarını yok ederek arazideki yabancı otların kontrol edilme maliyetlerini düşürür davranabilir (Debruyne ve Hilborn 2014). Gübrenin besin değerini artırarak, suni gübre üretimindeki maliyetleri düşürür. Daha önce belirtildiği gibi CH₄ ve CO₂ gibi önemli sera gazı emisyonlarının atmosfere salınımını azaltır. Hayvan gübrelere yüzey ve/veya yeraltı sularına karışabilecek patojenlerin azalması ile birlikte su kalitesinin korunmasına katkı sağlar. Biyogaz üretim tesisinin olduğu yerde kurulu olan kombine ısı ve elektrik enerjisi

santrali aracılığıyla üretilen ısı ve elektrik, tesis içinde kullanılabilir veya elektrik; elektrik şirketlerine, ısı ise yakın çevredeki ısıtma şebekelerine satılabilir. Biyogazın doğalgaz kalitesine yükseltilmesi ile doğalgaz şebekesine dâhil edilmesi veya sıkıştırılarak motorlu araçlarda biyoyakıt olarak kullanılması sağlanabilir Şekil 2.4'te biyogaz üretim prosesinin genel bir kesiti verilmiştir (WBA 2013).



Şekil 2. 4: Genel Biyogaz Üretim Prosesinin Şematik Gösterimi (WBA 2013)

Biyogazın;

- Doğrudan yakma
- Isınma ve ısıtma motor yakıtı
- Türbin yakıtı (Elektrik elde etmede)
- Yakıt pili yakıtı, doğalgaz içine katkı
- Birleşik ısı ve güç sistemleri ile elektrik üretimi
- Isı, buhar, elektrik ve soğutma için endüstriyel enerji kaynağı üretimi
- Kimyasal üretimi olarak kullanım alanları mevcuttur (Çınar 2006, Holm ve ark.2009).

2.5.1. Biyogazın Isıtmada Kullanımı

Biyogazın yanma özelliği bileşiminde bulunan metan (CH_4) gazından ileri gelmektedir. Biyogaz, hava ile yaklaşık 1/7 oranında karıştığı zaman tam yanma gerçekleşmektedir. Isıtma amacıyla gaz yakıtlarla çalışan fırın ve ocaklardan yararlanılabileceği gibi termosifon ve şofbenler de biyogazla çalıştırılarak kullanılabilir.

Biyogaz, sıvılaştırılmış petrol gazı ile çalışan sobalarda da kolaylıkla kullanılabilir. Biyogaz sobalarda kullanıldığında bünyesinde bulunan hidrojen sülfür (H_2S) gazının yanmadan ortama yayılmasını önlemek üzere bir baca sistemi gerekli olmaktadır. Bu nedenle, daha sağlıklı bir ısınma için kalorifer sistemleri tercih edilmektedir (Deublein ve Steinhauser 2008).

2.5.2. Biyogazın Aydınlatmada Kullanımı

Biyogaz, hem doğrudan yanma ile hem de elektrik enerjisine çevrilerek de aydınlatmada kullanılabilir. Biyogazın doğrudan aydınlatmada kullanımında sıvılaştırılmış petrol gazları ile çalışan lambalardan yararlanılmaktadır. Bu sistemde aydınlatma alevini artırmak üzere amyant gömlek ve cam fanus kullanılmaktadır. Cam fanus ışığı sabitleştirdiği gibi çıkan ısıyı geri vererek alevin daha fazla olmasını sağlamaktadır (Marchaim 1992).

2.5.3. Biyogazın Motorlarda Kullanımı

Biyogaz, benzinle çalışan motorlarda hiçbir katkı maddesine gerek kalmadan doğrudan kullanılabilir gibi içeriğindeki metan gazı saflaştırılarak da kullanılabilir. Dizel motorlarda kullanılması durumunda belirli oranda (%18-20) motorin ile karıştırılması gerekmektedir. Üretilen biyogazın haricinde; üretim sırasında oluşan fermente gübre, tarlaya sıvı formda uygulanabilir, granül haline dönüştürülebilir ya da beton ve toprak havuzda kurumaya bırakılabilir (Anonim 2017a).

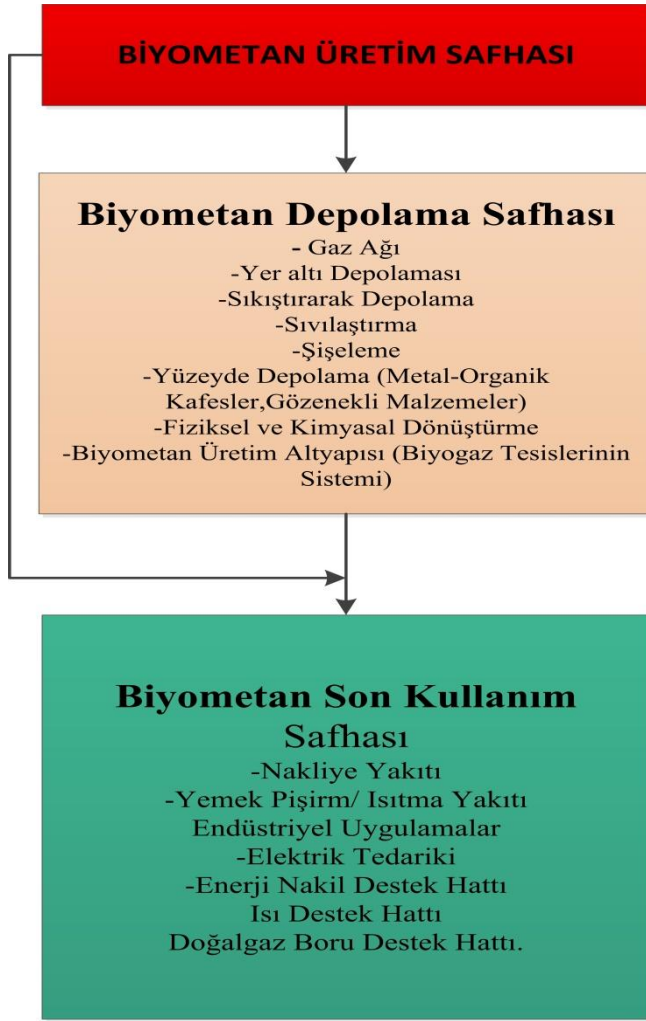
2.5.4. Biyometan Elde Edilmesi ve Kullanımı

Anaerobik çürüme ile üretilen biyogaz, doğrudan araç yakıtı olarak kullanılmaz veya doğalgaz hattına enjekte edilemez (WBA 2013). Biyogaz üretilip belirli bir prosesten sonra bu gaz karışımı doğalgaza yükseltilebilir (Anonim 2017a). Öncelikle biyogazın, biyometan formuna yükseltilmesi gerekmektedir. Biyogaz, korozyon riskinin azaltılması için partiküllerden, H_2O ve H_2S 'ten arındırılır. Enerji içeriğini artırmak ve yaklaşık 98% metan içeriğine sahip kaliteli bir gaz oluşturmak için biyogaz içindeki karbon dioksit gazı uzaklaştırılır (WBA 2013). Karbon dioksit gazının biyogazdan uzaklaştırılması için günümüzde mevcut olan ve sürekli geliştirilen çeşitli teknikler vardır. Bunlardan bazıları; su ile yıkama, basınç salımlı emilim (PSA), polietilen glikol gibi organik çözücülerin kullanıldığı organik fiziksel yıkama, kimyasal yıkama ve membran teknolojisini kullanma gibi tekniklerdir (WBA 2013).

Biyometan; elektrik üretiminde, ısı üretiminde ve taşıt yakıtı olarak doğrudan kullanılabilen bir yenilenebilir enerji kaynağıdır (Thamsiriroy ve Murphy 2013). Biyometan, doğalgaz ile karıştırılabilir, değiştirilebilir ve doğalgazın uygulandığı her yerde kullanılabilir.

Biyometanın bir diğer önemli kullanım şekli de sıvılaştırılarak enerji yakıtı olarak kullanılmasıdır. LBM (Sıvılaştırılmış biyometan), LNG (Sıvılaştırılmış doğal gaz) gibi kullanılabilir. LBM, %99' dan fazla CH₄ içerirken, LNG' deki CH₄ içeriği %75 civarındadır (Gül 2006). LBM' nin en yüksek ısıl değeri yaklaşık 5.8 kWsa/litredir. Böylece LBM fosil yakıtların yerine kullanılabilir. LBM ayrıca yüksek verimli gaz ve termik santrallerinde hammadde ve gaz santrallerinde zirve elektriği olarak da kullanılabilir. Böylece, biyogaz elektrik üretim talebine geniş ölçüde katkı sağlayabilir ((Nachtmann ve ark. 2015). Şekil 2.5'te görüldüğü gibi biyometan üretildikten sonra birtakım alternatif teknolojiler kullanılarak hem depolanabilir ve hem de doğrudan kullanılabilir (Budzianowski ve Brodacka 2016).

Bütün bu kullanım alanlarıyla birlikte biyogazın üretimi dünya çapında artmaya başlamıştır. Ancak biyogaz kullanımı daha ziyade kombine ısı ve güç santralleri için kullanılmaktadır. Geçtiğimiz yıllarda Avrupa'da 500.000 gaz yakıtlı (gas-fuelled) araç satılmasına rağmen, araçlarda başlıca fosil gaz kullanılmıştır. Bununla birlikte biyogaz bazı ülkelerde ulaştırma araçlarında kullanılmaktadır. İsveç'te yaklaşık 50 biyogaz dolmuş istasyonu vardır (Anonim 2017a).



Şekil 2. 5: Biyometan Sistemi Safhaları (Üretimden-Son Kullanıma) (Budzianowski ve Brodacka 2016).

2.6.Hayvan Gübresinden Biyogaz Eldesi

Hayvan çiftlikleri çoğu ülkede tarım sektörünün en önemli parçasıdır ve dünya genelindeki sera gazı emisyonlarının 18%'lik kısmını oluşturmaktadır (Thamsiriroj ve Murphy 2013). Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de çiftlik hayvanlarından kaynaklanan atıklar önemli çevresel problemler yaratmaktadır. Bu atıkların herhangi bir yönetime tabi tutulmadan bertaraf edilmesi veya doğal tarım alanlarına verilmesi, mahsul çeşitliliğini ve kalitesini düşürmekte ve toprağın stabilitesini ve faydalı kullanım özelliklerini bozabilmekte ve zararlı emisyonların oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu atıkların uygun olmayan koşullarda depolanması su kirliliği, kötü koku, sinek ve haşere problemleri oluşturarak canlı sağlığını olumsuz etkilemektedir (Dalkılıç ve Uğurlu 2013).

Sığır, koyun, keçi, tavuk, at, vb. çeşitli hayvan türlerinden oluşan gübreler biyogaz üretimi için kullanılabilir. Bu hayvan gübreleri 10-30% arasında değişen katı madde içerik

farklılıkları ile karakterize edilirler (Thamsiriroj ve Murphy 2013). Gübre 25:1'lik karbon-azot oranı ve zengin ve çeşitli besin içeriği sebebiyle anaerobik mikroorganizmaların gelişmesine olanak sağlar ve bu nedenle anaerobik çürüme için ideal bir malzemedir (Thamsiriroj ve Murphy 2013). Hayvan gübrelerinin anaerobik çürütülmesi Avrupa'da, Asya'da ve Kuzey Amerika'da geniş çaplı uygulanan ve gün geçtikçe daha da artan bir yöntemdir (Anonim 2017b). Çoğu yerde bu yöntem sadece yenilenebilir enerji amacıyla değil buna ek olarak çevreyi korumak ve tarım sistemleri için verimli malzemelerin geri dönüşümü için uygulanmaktadır (Anonim 2017b).

Her türlü çiftlik hayvanından biyogaz enerjisi elde edilebilir. Fakat dünyada biyogaz elde etmede en yaygın türler; Sığırlar, domuzlar ve tavuklardır. Bunun başlıca nedeni, gübrenin kolay toplanılabilir olması gösterilebilir. Fakat biyogaz üretim verimi yüksek olan diğer tür hayvanlarda dikkate alınmalı ve üretim için gerekli yönetim sistemleri hayata geçirilmelidir.

At ve diğer tek tırnaklı hayvanların gübrelerinin biyogaz üretiminde önemli kriter olan katı madde içerikleri yüksektir. Atın gübresindeki toplam katı madde içeriği 20% veya daha fazladır (Eryaşar ve Koçar 2009). Bunun yanı sıra at gübresi çoğunlukla bir atık problemi olarak gözüktüğü de yenilenebilir enerji kaynağı yanında aslında iyi bir toprak ıslah maddesi ve gübredir (Hadin ve Eriksson 2016).

Koyun ve keçi gübreleri; domuz, kümes ve sığır gübreleri gibi benzer kimyasal karakteristik özelliklere sahip gübreler ile karşılaştırıldığında anaerobik çürüme için daha uzun hidrolitik bekletme periyoduna ihtiyaç duyarlar ve bunun sonucu olarak bu hayvanların gübrelerinden daha az biyogaz üretimi gerçekleşir (Cestonaro ve ark. 2015). Koyun ve keçi gübrelerinin biyogaz üretiminde kullanılması için daha yüksek fermante içeriğine sahip olan sığır gübresi ile karıştırılması daha verimli bir çözümdür (Cestonaro ve ark. 2015).

Kümes hayvanı gübresi diğer canlı hayvan türlerinden daha yüksek biyoparçalanabilen organik madde içeriğine sahiptir (Bujoczek ve ark. 2000). Günlük yaş tavuk gübresi üretimi tavuk başına yaklaşık 80-125 gram arasında değişiklik gösterir, bunun 20-25%'si katı madde, katı maddenin 55-65%'si uçucu katılardır ve bu da tavuk gübresini değerli bir enerji üretim kaynağı yapar (Dalkılıç ve Uğurlu 2015). Fakat diğer çiftlik hayvanlarının gübre içerikleriyle karşılaştırıldığında kümes hayvanı gübresindeki yüksek azot içeriği ise bu gübreyi anaerobik çürüme için zor bir madde yapmaktadır (Abouelenien ve ark. 2009). Kümes hayvanı atıkları diğer tür hayvan atıklarına göre daha yüksek parçalanabilir organik maddeye sahiptir. Fakat bu atıklardaki organik azot miktarının yine diğer tür hayvan atıklarına nazaran daha yüksek olması biyogaz oluşumunu olumsuz etkilemektedir (Cantrell ve ark. 2008). Bunun nedeni

olarak, azotlu atıkların anaerobik arıtmaya tabii tutulması durumunda amonyak birikimi sebebiyle proses performansında azalmaya sebep olması gösterilebilir (Dalkılıç ve Uğurlu 2013). Tavuk gübresi içindeki en büyük azot kaynağı olan amonyanın etkisini azaltmak ve tavuk gübresinden metan üretimini sağlamak için fermantasyon sürecini geliştirmeye yönelik birçok çalışma yapılmaktadır (Abouelenien ve ark. 2009).

Büyükbaş hayvan gübreleri, dünyada en çok biyogaz enerjisi elde edilen gübre türüdür. Nedeni ise günlük gübre miktarlarının diğer hayvan türlerine göre daha yüksek olması gösterilebilir. Büyükbaş hayvanları kendi içinde gübre içeriklerine göre de ayırmak gerekir. Örneğin süt sığırı gübrelerinin katı madde miktarları et sığırlarına göre daha düşüktür. Yüksek su ile lif içerikleri nedeniyle anaerobik çürüme işleminden geçen süt sığırı gübrelerinden ton başına 10-20 m³ arasında düşük oranda metan gazı elde edilir (Maranon ve ark. 2012). Lif yüksek düzeyde çürümeye karşı inatçı bir madde olduğundan çürütücüden doğrudan geçer (Angelidaki ve Ellegaard 2003). Bu da elde edilecek metan miktarını azaltır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, Türkiye’deki hayvan gübrelerinin metan cinsinden biyogaz potansiyeli ve metanın enerji değeri hesaplanmıştır. Çalışma ülkemizin 81 ili kapsamında yapılmıştır. Türkiye’deki 81 il için yapılan hesaplamaların tablo ve grafik gösterimlerinde Türkiye İstatistik Kurumu’nda (TÜİK) Düzey-2 olarak nitelendirilen Türkiye İBBS sistemi kullanılmıştır. Türkiye İstatistik Bölge Birimleri Sınıflandırması (Türkiye İBBS) Avrupa Birliği ülkelerinin kullandığı İstatistik Bölge Birimleri Sınıflandırması içinde Türkiye için kullanılan sınıflandırmadır. Ve üç ayrı düzeyde İBBS bölgesi vardır. Bunlardan İBBS-II (26 alt bölge) olarak geçen sınıflandırma kullanılmıştır.

Tez çalışmasında materyal olarak Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) Türkiye’nin 81 iline ait 2016 yılı hayvan sayıları verileri kullanılmıştır. TÜİK tarafından büyükbaş hayvan olarak nitelendirilen hayvanlar yerli, kültür ve melez sığır ve manda olmak üzere dört cinstir. Küçükbaş hayvan olarak nitelendirilenler merinos ve yerli koyun ile kıl ve tiftik keçisi olarak dört cins ve kümes hayvanları ise yumurta ve et tavuğu, ördek, hindi ve kaz olarak beş cinstir (Anonim 2017f).

Bu verilere dayanılarak 2016 yılı için illerin toplam hayvan sayıları ile Türkiye’deki toplam hayvan varlığı (TÜİK) içindeki oransal değerleri Tablo 3.1 ’de verilmiştir (Anonim 2017f).

Türkiye ’de toplam 14.222.228 adet büyükbaş hayvan, Türkiye’deki toplam hayvan varlığının % 3,66’sını, 41.329.232 adet küçükbaş hayvan, toplam hayvan varlığının %10,62’sini ve 333.541.262 adet kümes hayvanı, toplam hayvanı varlığının % 85,72’sini oluşturmaktadır.

Tablo 3. 1: Türkiye ’de hayvan türlerinin dağılımı ve Türkiye’deki hayvan sayısına oranı

	Hayvan sayısı	% Oran - Türkiye
Büyükbaş	14.222.228	3,66
Küçükbaş	41.329.232	10,62
Kümes	333.541.262	85,72
Toplam	389.092.722	100

Biyogaz potansiyelinin hesaplanmasında ahırda kalma süresi dikkate alınarak belirlenen kullanılabilirlik (erişebilirlik) değerleri, birim hayvan için gübre üretimi, gübrenin kuru madde ve uçucu kuru madde oranları ve gübrenin metan üretim oranına ait değerler çeşitli çalışmalardan elde edilen literatür (Onurbaş ve Türker 2013 Altıkat ve Çelik 2012, Akbulut ve Dikici 2004, Çağlayan ve Koçer 2014, Ilgar 2016, Angelidaki ve Ellegaard 2003, Ekinci ve ark. 2010, Kahraman 2006, Aybek ve ark. 2015, Onurbaş ve Türker 2012) verilerine göre belirlenmiş olup bu veriler kullanılarak hayvan gübresi miktarı hesaplanmış ve hesaplanan hayvan gübresi miktarının biyogaz enerjisi potansiyeli belirlenmiştir.

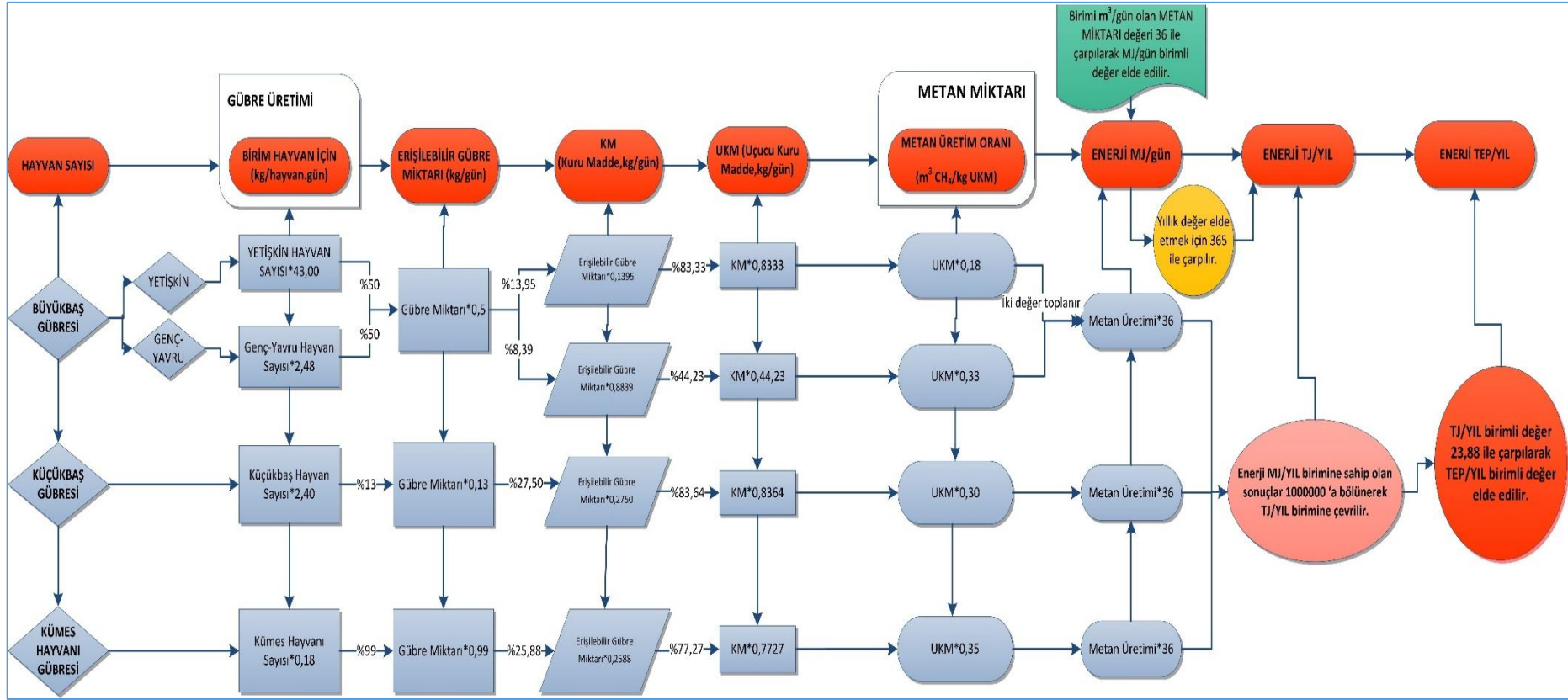
Oluşacak gübre miktarının hesaplanması için hayvan türlerine göre birim hayvan gübre üretim miktarları (kg/hayvan-gün) kabulü yapılmıştır. Yaş gübreden oluşan metan miktarının hesabı amacıyla gübrenin kuru (katı) madde ve uçucu kuru madde oranlarına ait kabuller yapılmıştır. Birim gübre üretimi, kuru madde ve uçucu kuru madde oranları büyükbaş (yetişkin ve genç hayvan için ayrı ayrı), küçükbaş ve kümes hayvanları için ayrı ayrı belirlenmiştir. Kullanılabilirlik (erişebilirlik) hayvanların barınaklarda kalma süreleri dikkate alındığında, büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanları için sırasıyla %50, %13 ve %99 olarak kabul edilmiştir (Ekinci ve ark. 2010, Aybek ve ark. 2015, Yokuş ve Onurbaş 2012). Çalışma kapsamında yapılan hesaplamalarda kabul edilen değerler Tablo 3.2' de verilmiştir.

Biyogazın %60 metan içeriğine sahip olması durumunda enerji değerinin 22.7 MJ/m^3 ve buna bağlı olarak 1 m³ metan gazının enerji değerinin 36 MJ olacağı kabulü ile hayvan gübresinden elde edilecek biyogazın enerji değeri hesaplanmıştır (Aybek ve ark. 2015, Acaroğlu 2007, Başçetinçelik ve ark. 2006, Onurbaş ve Eliçin 2010).

Büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarından elde edilebilecek metanın enerji değeri ile illerin toplam enerji değerini gösteren sayısal veriler, Jenks optimizasyon metodu (Jenks doğal ayrımlılık programı) ile sınıflandırılarak ve sınıf değerlerine göre renklendirilerek, ArcGIS programında Türkiye iller bazında oluşturulan dört harita üzerinde yorumlanmıştır.

Tablo 3. 2: Çalışmada biyogaz potansiyelinin hesaplanması amacıyla kabul edilen değerler

Hammadde		Birim hayvan için gübre üretimi (kg/hayvan-gün)	Kullanılabilirlik, %	KM (Kuru madde, % gübre miktarı)	UKM (Uçucu kuru madde, % KM)	Metan üretim oranı (m ³ CH ₄ /kg UKM)
Büyükbaş Gübresi	Yetişkin	43.00	50	13.95	83.33	0.18
	Genç-yavru	2.48		8.39	44.23	0.33
Küçükbaş Gübresi		2.40	13	27.50	83.64	0.30
Kümes Hayvanı Gübresi		0.18	99	25.88	77.27	0.35



Şekil 3. 1: Hayvan sayısı ile biyogaz potansiyeli hesaplama diyagramı

Tablo 3.2' de verilen biyogaz potansiyelinin hesaplanması amacıyla kabul edilen değerler kullanılarak şekil 3.1' deki işlem sırasına göre Türkiye' nin 81 ili için TÜİK tarafından büyükbaş hayvan olarak nitelendirilen hayvanlar yerli, kültür ve melez sığır ve manda olmak üzere dört cins, küçükbaş hayvan olarak nitelendirilenler merinos ve yerli koyun ile kıl ve tiftik keçisi olarak dört cins ve kümes hayvanları olarak nitelendirilen yumurta ve et tavuğu, ördek, hindi ve kaz olarak beş cins için ayrı ayrı hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca iller İBBS-II (26 alt bölge) olarak geçen sınıflandırma ile hesaplama tablolarında (Ek 1, Ek 2, Ek 3) ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Türkiye 'de yer alan iller bazında hayvan sayıları, hayvan gübrelerinden elde edilebilecek metan miktarı ve metanın enerji değeri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3'te verilmiştir.

Türkiye genelinde büyükbaş hayvan sayıları, elde edilebilecek metan miktarı ve metanın enerji değeri Tablo 4.1' de verilmiştir. Bu sonuçlara göre büyükbaş hayvan sayısının en yüksek olduğu Ağrı-Kars-Iğdır-Ardahan illerinde elde edilebilecek metan miktarı 147.644.315,52m³/yıl ve enerji değeri ise 5.315,20 TJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Elde edilebilecek metan miktarının en düşük olduğu yer İstanbul'dur ve buradan elde edilebilecek metan miktarı 10.556.819,97m³/yıl (380,05 TJ/yıl)dır. Türkiye genelinde, büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edilebilecek toplam metan miktarı 1.773.788.253,06 m³/yıl ve metanın enerji değeri 63.856,38 TJ/yıl (1.524.890,29 TEP/yıl) olarak belirlenmiştir.

Türkiye'deki küçükbaş hayvan sayıları, elde edilebilecek metan miktarı ve metanın enerji değeri Tablo 4.2' de verilmiştir. Buna göre en düşük küçükbaş hayvan sayısı 62.195 ile Zonguldak-Karabük-Bartın illerinden oluşan alt bölgeye aittir. Zonguldak-Karabük-Bartın alt bölgesinde elde edilebilecek metan miktarı 488.732,14 m³/yıl ve metanın enerji değeri 17,59 TJ/yıldır. Elde edilebilecek metan miktarının en yüksek olduğu alt bölge Van-Muş-Bitlis-Hakkari olmakla birlikte buradan elde edilebilecek metan miktarı 40.508.174,17 TJ/yıl ve metanın enerji değeri 1.458,29 TJ/yıl (34.824,07 TEP/yıl)dır. Türkiye'de küçükbaş hayvan gübrelerinden elde edilebilecek toplam metan miktarı 324.767.652,59 m³/yıl ve metanın enerji değeri 11.691,64 TJ/yıl (279.196,26 TEP/yıl) olarak belirlenmiştir.

Türkiye'deki kümes hayvanı sayıları, hayvan gübrelerinden elde edilebilecek metan miktarı ve metanın enerji değeri Tablo 4.3' te verilmiştir. Kümes hayvan sayısının en düşük olduğu Trabzon-Ordu-Giresun-Rize-Artvin-Gümüşhane alt bölgesinde elde edilebilecek metan miktarı 3.342.311,58 m³/yıl ve enerji değeri ise 120,32 TJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Elde edilebilecek metan miktarının en yüksek olduğu yer Kocaeli-Sakarya-Düzce-Bolu-Yalova alt bölgesinde elde edilebilecek metan miktarı 326.718.697,40 m³/yıl ve enerji değeri 11.761,87 TJ/yıldır. Türkiye genelinde kümes hayvanları gübrelerinden elde edilebilecek toplam metan miktarı 1.518.425.051,87 m³/yıl ve metanın enerji değeri 54.663,30 TJ/yıl (1.305.359,65 TEP/yıl) olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. 1: Büyükbaş hayvan gübresinden elde edilebilecek metan miktarı ve enerji eşdeğeri

Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Adana	216.358,00	28.717.767,48	1.033,84	24.688,09
Mersin	101.833,00	13.285.123,54	478,26	11.420,96
Toplam	318.191,00	42.002.891,02	1.512,10	36.109,05
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Ağrı	321.892,00	40.743.177,58	1.466,75	35.026,09
Kars	451.368,00	57.247.773,26	2.060,92	49.214,77
Iğdır	108.160,00	14.022.578,22	504,81	12.054,93
Ardahan	303.619,00	35.630.786,46	1.282,71	30.631,07
Toplam	1.185.039,00	147.644.315,52	5.315,20	126.926,87
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Ankara	358.292,00	44.424.653,14	1.599,29	38.190,99
Toplam	358.292,00	44.424.653,14	1.599,29	38.190,99
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Antalya	160.946,00	18.686.541,88	672,72	16.064,45
Isparta	147.788,00	17.817.616,93	641,43	15.317,45
Burdur	198.644,00	24.050.024,99	865,80	20.675,33
Toplam	507.378,00	60.554.183,79	2.179,95	52.057,22
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Aydın	340.599,00	40.524.306,06	1.458,88	34.837,94
Denizli	242.389,00	28.967.077,68	1.042,81	24.902,42
Muğla	208.849,00	25.560.862,58	920,19	21.974,16
Toplam	791.837,00	95.052.246,32	3.421,88	81.714,52
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Balıkesir	512.487,00	60.895.695,07	2.192,25	52.350,81
Çanakkale	205.855,00	24.756.363,47	891,23	21.282,55
Toplam	718.342,00	85.652.058,54	3.083,47	73.633,36
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Bursa	186.145,00	22.683.228,78	816,60	19.500,32
Eskişehir	131.459,00	16.711.055,43	601,60	14.366,16
Bilecik	32.161,00	3.988.151,96	143,57	3.428,53
Toplam	349.765,00	43.382.436,16	1.561,77	37.295,01
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Erzurum	650.963,00	80.173.887,05	2.886,26	68.923,89
Erzincan	93.076,00	11.150.528,00	401,42	9.585,89
Bayburt	87.032,00	11.209.210,37	403,53	9.636,33
Toplam	831.071,00	102.533.625,42	3.691,21	88.146,11
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Gaziantep	169.827,00	23.485.406,21	845,47	20.189,93
Adıyaman	91.771,00	12.466.200,82	448,78	10.716,94
Kilis	10.572,00	1.311.215,03	47,20	1.127,23
Toplam	272.170,00	37.262.822,06	1.341,46	32.034,10
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Hatay	124.504,00	15.125.415,02	544,51	13.003,02
Kahramanmaraş	178.194,00	22.837.485,00	822,15	19.632,93
Osmaniye	65.371,00	8.453.813,74	304,34	7.267,57
Toplam	368.069,00	46.416.713,76	1.671,00	39.903,52
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
İstanbul	82.169,00	10.556.819,97	380,05	9.075,49
Toplam	82.169,00	10.556.819,97	380,05	9.075,49
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
İzmir	575.579,00	73.170.733,97	2.634,15	62.903,42
Toplam	575.579,00	73.170.733,97	2.634,15	62.903,42

Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kastamonu	247.222,00	31.274.282,68	1.125,87	26.885,88
Çankırı	127.452,00	16.265.383,41	585,55	13.983,02
Sinop	98.833,00	12.524.381,29	450,88	10.766,96
Toplam	473.507,00	60.064.047,37	2.162,31	51.635,86
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kayseri	291.056,00	37.068.582,97	1.334,47	31.867,12
Sivas	271.284,00	34.874.205,84	1.255,47	29.980,66
Yozgat	206.035,00	25.565.098,41	920,34	21.977,80
Toplam	768.375,00	97.507.887,22	3.510,28	83.825,58
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kırıkkale	49.936,00	6.571.124,83	236,56	5.649,06
Aksaray	190.378,00	25.955.885,29	934,41	22.313,76
Niğde	141.922,00	18.959.980,67	682,56	16.299,52
Nevşehir	74.591,00	8.912.354,28	320,84	7.661,77
Kırşehir	155.999,00	19.109.875,65	687,96	16.428,38
Toplam	612.826,00	79.509.220,72	2.862,33	68.352,49
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kocaeli	109.032,00	13.442.908,42	483,94	11.556,60
Sakarya	148.739,00	18.826.252,74	677,75	16.184,55
Düzce	54.293,00	6.871.817,71	247,39	5.907,56
Bolu	138.628,00	16.245.299,49	584,83	13.965,76
Yalova	10.101,00	1.169.459,82	42,10	1.005,36
Toplam	460.793,00	56.555.738,18	2.036,01	48.619,84
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Konya	752.533,00	90.765.095,29	3.267,54	78.028,94
Karaman	64.301,00	8.941.950,01	321,91	7.687,22
Toplam	816.834,00	99.707.045,30	3.589,45	85.716,15
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Malatya	136.149,00	17.158.291,75	617,70	14.750,64
Elazığ	148.570,00	19.784.890,81	712,26	17.008,67
Bingöl	125.089,00	14.579.377,00	524,86	12.533,60
Tunceli	32.535,00	4.004.028,27	144,15	3.442,18
Toplam	442.343,00	55.526.587,83	1.998,96	47.735,10
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Manisa	207.603,00	25.384.983,86	913,86	21.822,96
Afyon	320.582,00	39.375.091,37	1.417,50	33.849,98
Kütahya	175.255,00	21.106.241,23	759,82	18.144,61
Uşak	124.208,00	12.901.108,62	464,44	11.090,83
Toplam	827.648,00	98.767.425,08	3.555,63	84.908,38
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Mardin	106.609,00	15.319.593,65	551,51	13.169,95
Batman	61.870,00	7.408.514,80	266,71	6.368,95
Şırnak	33.522,00	4.441.053,52	159,88	3.817,88
Siirt	19.689,00	2.744.149,46	98,79	2.359,09
Toplam	221.690,00	29.913.311,43	1.076,88	25.715,88
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Samsun	314.398,00	37.504.804,66	1.350,17	32.242,13
Tokat	264.799,00	31.207.014,66	1.123,45	26.828,05
Çorum	213.491,00	26.504.438,18	954,16	22.785,34
Amasya	185.523,00	23.967.147,33	862,82	20.604,08
Toplam	978.211,00	119.183.404,83	4.290,60	102.459,59
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Şanlıurfa	236.680,00	34.465.524,41	1.240,76	29.629,32
Dişarbakır	388.250,00	50.024.637,12	1.800,89	43.005,18
Toplam	624.930,00	84.490.161,54	3.041,65	72.634,50

Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Tekirdağ	140.688,00	16.195.633,04	583,04	13.923,06
Edirne	151.162,00	18.395.752,02	662,25	15.814,46
Kırklareli	143.224,00	16.854.958,48	606,78	14.489,87
Toplam	435.074,00	51.446.343,54	1.852,07	44.227,39
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Trabzon	122.130,00	15.942.841,37	573,94	13.705,74
Ordu	124.075,00	15.306.448,06	551,03	13.158,65
Giresun	84.850,00	11.259.311,25	405,34	9.679,40
Rize	20.874,00	2.678.685,77	96,43	2.302,81
Artvin	57.842,00	7.441.085,83	267,88	6.396,95
Gümüşhane	68.884,00	8.501.684,73	306,06	7.308,73
Toplam	478.655,00	61.130.057,02	2.200,68	52.552,29
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Van	162.728,00	21.139.780,31	761,03	18.173,45
Muş	302.215,00	37.185.804,26	1.338,69	31.967,89
Bitlis	61.743,00	7.971.529,34	286,98	6.852,96
Hakkari	34.890,00	4.660.446,59	167,78	4.006,49
Toplam	561.576,00	70.957.560,49	2.554,47	61.000,80
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Zonguldak	70.970,00	9.056.021,77	326,02	7.785,28
Karabük	41.878,00	5.216.884,81	187,81	4.484,85
Bartın	49.016,00	6.103.056,27	219,71	5.246,68
Toplam	161.864,00	20.375.962,86	733,53	17.516,81
Genel Toplam	14.222.228,00	1.773.788.253,06	63.856,38	1.524.890,29

Tablo 4. 2: Küçükbaş hayvan gübresinden elde edilebilecek metan miktarı ve enerji eşdeğeri

Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Adana	638.280,00	5.015.643,58	180,56	4.311,85
Mersin	1.296.313,00	10.186.507,46	366,71	8.757,14
Toplam	1.934.593,00	15.202.151,04	547,28	13.068,99
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Ağrı	1.338.007,00	10.514.141,48	378,51	9.038,80
Kars	563.927,00	4.431.373,13	159,53	3.809,56
Iğdır	903.045,00	7.096.183,27	255,46	6.100,45
Ardahan	72.736,00	571.563,97	20,58	491,36
Toplam	2.877.715,00	22.613.261,85	814,08	19.440,17
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Ankara	1.183.522,00	9.300.188,83	334,81	7.995,19
Toplam	1.183.522,00	9.300.188,83	334,81	7.995,19
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Antalya	1.141.951,00	8.973.521,35	323,05	7.714,36
Isparta	466.436,00	3.665.282,84	131,95	3.150,97
Burdur	437.867,00	3.440.785,88	123,87	2.957,97
Toplam	2.046.254,00	16.079.590,06	578,87	13.823,30
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Aydın	304.197,00	2.390.398,78	86,05	2.054,98
Denizli	588.517,00	4.624.602,86	166,49	3.975,68
Muğla	429.871,00	3.377.952,82	121,61	2.903,96
Toplam	1.322.585,00	10.392.954,45	374,15	8.934,62
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Balıkesir	991.521,00	7.791.433,14	280,49	6.698,14
Çanakkale	716.475,00	5.630.104,71	202,68	4.840,09
Toplam	1.707.996,00	13.421.537,85	483,18	11.538,23
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Bursa	441.859,00	3.472.155,26	125,00	2.984,94
Eskişehir	765.014,00	6.011.527,17	216,41	5.167,99
Bilecik	126.810,00	996.480,80	35,87	856,65
Toplam	1.333.683,00	10.480.163,22	377,29	9.009,59
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Erzurum	705.953,00	5.547.422,19	199,71	4.769,01
Erzincan	417.704,00	3.282.343,78	118,16	2.821,77
Bayburt	48.200,00	378.758,57	13,64	325,61
Toplam	1.171.857,00	9.208.524,54	331,51	7.916,38
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Gaziantep	487.930,00	3.834.184,02	138,03	3.296,17
Adıyaman	297.730,00	2.339.580,69	84,22	2.011,29
Kilis	295.666,00	2.323.361,65	83,64	1.997,35
Toplam	1.081.326,00	8.497.126,36	305,90	7.304,81
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Hatay	332.005,00	2.608.915,75	93,92	2.242,83
Kahramanmaraş	659.267,00	5.180.560,72	186,50	4.453,62
Osmaniye	190.307,00	1.495.444,14	53,84	1.285,60
Toplam	1.181.579,00	9.284.920,61	334,26	7.982,06
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
İstanbul	111.319,00	874.751,56	31,49	752,01
Toplam	111.319,00	874.751,56	31,49	752,01
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
İzmir	823.771,00	6.473.243,30	233,04	5.564,92
Toplam	823.771,00	6.473.243,30	233,04	5.564,92

Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kastamonu	99.390,00	781.012,75	28,12	671,42
Çankırı	114.078,00	896.431,96	32,27	770,64
Sinop	101.772,00	799.730,65	28,79	687,51
Toplam	315.240,00	2.477.175,35	89,18	2.129,58
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kayseri	647.070,00	5.084.715,95	183,05	4.371,23
Sivas	468.220,00	3.679.301,62	132,45	3.163,02
Yozgat	312.306,00	2.454.119,80	88,35	2.109,76
Toplam	1.427.596,00	11.218.137,37	403,85	9.644,01
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kırıkkale	112.973,00	887.748,80	31,96	763,18
Aksaray	545.671,00	4.287.916,35	154,36	3.686,24
Niğde	500.389,00	3.932.087,61	141,56	3.380,34
Nevşehir	120.812,00	949.348,14	34,18	816,14
Kırşehir	219.317,00	1.723.406,50	62,04	1.481,58
Toplam	1.499.162,00	11.780.507,40	424,10	10.127,47
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kocaeli	101.005,00	793.703,52	28,57	682,33
Sakarya	59.692,00	469.063,42	16,89	403,24
Düzce	13.944,00	109.572,81	3,94	94,20
Bolu	129.926,00	1.020.966,52	36,75	877,70
Yalova	25.044,00	196.797,30	7,08	169,18
Toplam	329.611,00	2.590.103,56	93,24	2.226,66
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Konya	2.088.454,00	16.411.200,26	590,80	14.108,38
Karaman	558.462,00	4.388.428,82	157,98	3.772,64
Toplam	2.646.916,00	20.799.629,08	748,79	17.881,03
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Malatya	285.991,00	2.247.334,91	80,90	1.931,99
Elazığ	511.232,00	4.017.292,57	144,62	3.453,59
Bingöl	575.840,00	4.524.986,21	162,90	3.890,04
Tunceli	412.116,00	3.238.432,93	116,58	2.784,02
Toplam	1.785.179,00	14.028.046,62	505,01	12.059,63
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Manisa	907.551,00	7.131.591,70	256,74	6.130,89
Afyon	768.078,00	6.035.604,27	217,28	5.188,69
Kütahya	474.860,00	3.731.479,15	134,33	3.207,88
Uşak	493.591,00	3.878.668,50	139,63	3.334,41
Toplam	2.644.080,00	20.777.343,62	747,98	17.861,87
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Mardin	966.545,00	7.595.170,19	273,43	6.529,42
Batman	706.374,00	5.550.730,43	199,83	4.771,85
Şırnak	550.740,00	4.327.748,87	155,80	3.720,48
Siirt	1.034.876,00	8.132.119,40	292,76	6.991,02
Toplam	3.258.535,00	25.605.768,89	921,81	22.012,77
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Samsun	198.941,00	1.563.290,64	56,28	1.343,93
Tokat	338.175,00	2.657.400,00	95,67	2.284,51
Çorum	205.637,00	1.615.908,22	58,17	1.389,16
Amasya	194.612,00	1.529.273,09	55,05	1.314,69
Toplam	937.365,00	7.365.871,95	265,17	6.332,29
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Şanlıurfa	1.784.820,00	14.025.225,58	504,91	12.057,21
Diyarbakır	1.280.990,00	10.066.098,38	362,38	8.653,62
Toplam	3.065.810,00	24.091.323,96	867,29	20.710,83

Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Tekirdağ	302.399,00	2.376.269,98	85,55	2.042,83
Edirne	335.005,00	2.632.489,94	94,77	2.263,10
Kırklareli	285.908,00	2.246.682,69	80,88	1.931,43
Toplam	923.312,00	7.255.442,61	261,20	6.237,36
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Trabzon	126.897,00	997.164,45	35,90	857,24
Ordu	121.608,00	955.603,16	34,40	821,51
Giresun	92.013,00	723.043,83	26,03	621,59
Rize	27.214,00	213.849,29	7,70	183,84
Artvin	105.852,00	831.791,54	29,94	715,07
Gümüşhane	29.464,00	231.529,93	8,34	199,04
Toplam	503.048,00	3.952.982,19	142,31	3.398,30
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Van	2.658.215,00	20.888.417,32	751,98	17.957,35
Muş	1.021.142,00	8.024.196,78	288,87	6.898,24
Bitlis	718.029,00	5.642.316,14	203,12	4.850,59
Hakkari	757.597,00	5.953.243,92	214,32	5.117,88
Toplam	5.154.983,00	40.508.174,17	1.458,29	34.824,07
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Zonguldak	35.830,00	281.554,35	10,14	242,05
Karabük	22.322,00	175.407,65	6,31	150,79
Bartın	4.043,00	31.770,14	1,14	27,31
Toplam	62.195,00	488.732,14	17,59	420,15
Genel Toplam	41.329.232,00	324.767.652,59	11.691,64	279.196,26

Tablo 4. 3: Kümes hayvanı gübresinden elde edilebilecek metan miktarı ve enerji eşdeğeri

Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Adana	4.221.371,00	19.217.518,82	691,83	16.520,92
Mersin	17.939.270,00	81.667.367,98	2.940,03	70.207,80
Toplam	22.160.641,00	100.884.886,80	3.631,86	86.728,72
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Ağrı	212.594,00	967.820,45	34,84	832,02
Kars	570.763,00	2.598.361,69	93,54	2.233,76
Iğdır	110.735,00	504.113,94	18,15	433,38
Ardahan	285.641,00	1.300.362,20	46,81	1.117,90
Toplam	1.179.733,00	5.370.658,28	193,34	4.617,05
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Ankara	14.007.626,00	63.768.812,61	2.295,68	54.820,77
Toplam	14.007.626,00	63.768.812,61	2.295,68	54.820,77
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Antalya	511.860,00	2.330.209,59	83,89	2.003,23
Isparta	421.582,00	1.919.224,83	69,09	1.649,92
Burdur	171.558,00	781.006,71	28,12	671,42
Toplam	1.105.000,00	5.030.441,13	181,10	4.324,57
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Aydın	3.513.452,00	15.994.763,30	575,81	13.750,38
Denizli	4.274.741,00	19.460.482,30	700,58	16.729,79
Muğla	802.088,00	3.651.453,81	131,45	3.139,08
Toplam	8.590.281,00	39.106.699,41	1.407,84	33.619,25
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Balıkesir	30.745.548,00	139.967.121,42	5.038,82	120.326,93
Çanakkale	6.186.931,00	28.165.603,76	1.013,96	24.213,41
Toplam	36.932.479,00	168.132.725,18	6.052,78	144.540,34
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Bursa	11.191.583,00	50.948.958,74	1.834,16	43.799,80
Eskişehir	4.390.969,00	19.989.602,76	719,63	17.184,66
Bilecik	2.179.332,00	9.921.268,17	357,17	8.529,12
Toplam	17.761.884,00	80.859.829,67	2.910,95	69.513,58
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Erzurum	174.203,00	793.047,91	28,55	681,77
Erzincan	1.003.783,00	4.569.657,27	164,51	3.928,44
Bayburt	88.151,00	401.301,73	14,45	344,99
Toplam	1.266.137,00	5.764.006,91	207,50	4.955,20
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Gaziantep	3.171.447,00	14.437.807,62	519,76	12.411,89
Adıyaman	278.939,00	1.269.851,78	45,71	1.091,67
Kilis	352.405,00	1.604.301,00	57,75	1.379,19
Toplam	3.802.791,00	17.311.960,41	623,23	14.882,75
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Hatay	1.022.445,00	4.654.614,82	167,57	4.001,48
Kahramanmaraş	1.135.957,00	5.171.370,87	186,17	4.445,72
Osmaniye	600.177,00	2.732.267,03	98,36	2.348,88
Toplam	2.758.579,00	12.558.252,72	452,10	10.796,08
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
İstanbul	2.284.962,00	10.402.141,92	374,48	8.942,51
Toplam	2.284.962,00	10.402.141,92	374,48	8.942,51
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
İzmir	19.802.883,00	90.151.345,79	3.245,45	77.501,31
Toplam	19.802.883,00	90.151.345,79	3.245,45	77.501,31

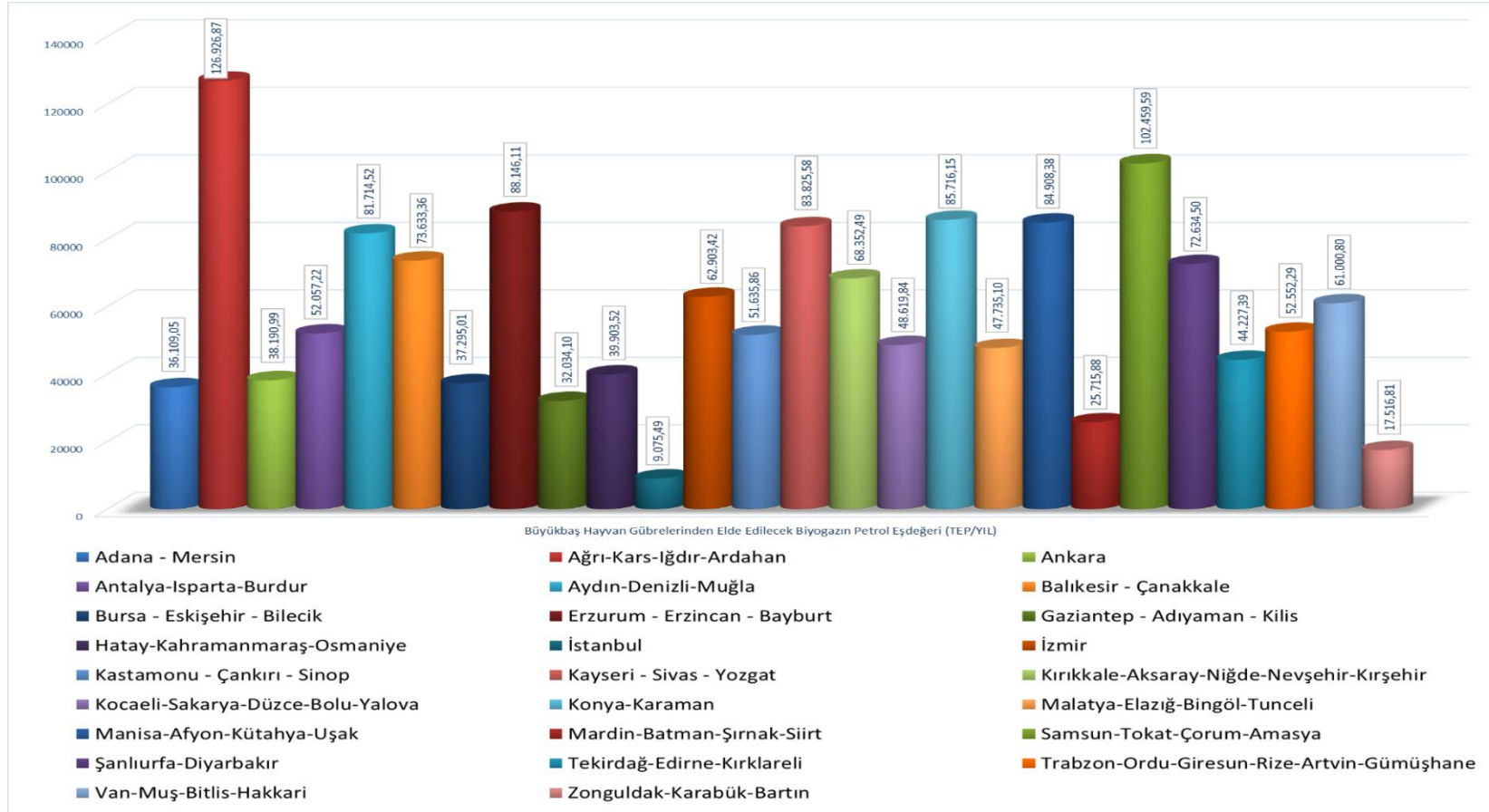
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kastamonu	674.089,00	3.068.746,63	110,47	2.638,14
Çankırı	3.236.929,00	14.735.910,20	530,49	12.668,17
Sinop	136.514,00	621.471,17	22,37	534,27
Toplam	4.047.532,00	18.426.128,00	663,34	15.840,57
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kayseri	3.701.454,00	16.850.630,26	606,62	14.486,15
Sivas	672.211,00	3.060.197,16	110,17	2.630,79
Yozgat	747.825,00	3.404.425,01	122,56	2.926,72
Toplam	5.121.490,00	23.315.252,43	839,35	20.043,66
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kırıkkale	685.858,00	3.122.324,25	112,40	2.684,20
Aksaray	316.072,00	1.438.897,36	51,80	1.236,99
Niğde	1.081.432,00	4.923.149,33	177,23	4.232,33
Nevşehir	831.200,00	3.783.984,31	136,22	3.253,02
Kırşehir	972.119,00	4.425.508,96	159,32	3.804,52
Toplam	3.886.681,00	17.693.864,21	636,98	15.211,06
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Kocaeli	8.555.086,00	38.946.476,44	1.402,07	33.481,51
Sakarya	23.146.269,00	105.371.894,61	3.793,39	90.586,11
Düzce	7.383.054,00	33.610.876,46	1.209,99	28.894,60
Bolu	32.629.215,00	148.542.393,77	5.347,53	127.698,93
Yalova	54.269,00	247.056,12	8,89	212,39
Toplam	71.767.893,00	326.718.697,40	11.761,87	280.873,53
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Konya	12.494.818,00	56.881.851,91	2.047,75	48.900,19
Karaman	1.182.063,00	5.381.265,46	193,73	4.626,17
Toplam	13.676.881,00	62.263.117,36	2.241,47	53.526,36
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Malatya	3.380.406,00	15.389.079,98	554,01	13.229,68
Elazığ	4.637.191,00	21.110.512,51	759,98	18.148,29
Bingöl	1.832.055,00	8.340.312,06	300,25	7.170,00
Tunceli	72.893,00	331.840,67	11,95	285,28
Toplam	9.922.545,00	45.171.745,22	1.626,18	38.833,25
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Manisa	39.492.535,00	179.787.214,77	6.472,34	154.559,47
Afyon	17.401.182,00	79.217.757,12	2.851,84	68.101,92
Kütahya	1.582.349,00	7.203.541,62	259,33	6.192,74
Uşak	8.773.763,00	39.941.989,36	1.437,91	34.337,33
Toplam	67.249.829,00	306.150.502,87	11.021,42	263.191,46
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Mardin	1.068.503,00	4.864.290,89	175,11	4.181,73
Batman	222.197,00	1.011.537,49	36,42	869,60
Şırnak	158.521,00	721.656,61	25,98	620,39
Siirt	89.525,00	407.556,78	14,67	350,37
Toplam	1.538.746,00	7.005.041,78	252,18	6.022,09
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Samsun	4.054.062,00	18.455.855,40	664,41	15.866,13
Tokat	194.618,00	885.985,87	31,90	761,66
Çorum	5.396.730,00	24.568.264,75	884,46	21.120,85
Amasya	1.431.938,00	6.518.805,26	234,68	5.604,09
Toplam	11.077.348,00	50.428.911,29	1.815,44	43.352,73
Düzyey-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Şanlıurfa	726.730,00	3.308.391,39	119,10	2.844,16
Diyarbakır	735.650,00	3.348.999,11	120,56	2.879,07
Toplam	1.462.380,00	6.657.390,50	239,67	5.723,23

Düzeş-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Tekirdağ	795.985,00	3.623.670,30	130,45	3.115,20
Edirne	302.115,00	1.375.359,02	49,51	1.182,37
Kırklareli	295.103,00	1.343.437,35	48,36	1.154,93
Toplam	1.393.203,00	6.342.466,67	228,33	5.452,49
Düzeş-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Trabzon	49.760,00	226.529,19	8,16	194,74
Ordu	468.013,00	2.130.598,95	76,70	1.831,63
Giresun	90.804,00	413.379,34	14,88	355,37
Rize	19.401,00	88.321,80	3,18	75,93
Artvin	17.954,00	81.734,43	2,94	70,27
Gümüşhane	88.249,00	401.747,87	14,46	345,37
Toplam	734.181,00	3.342.311,58	120,32	2.873,32
Düzeş-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Van	427.186,00	1.944.736,67	70,01	1.671,85
Muş	452.929,00	2.061.930,02	74,23	1.772,60
Bitlis	83.928,00	382.076,80	13,75	328,46
Hakkari	37.973,00	172.869,63	6,22	148,61
Toplam	1.002.016,00	4.561.613,12	164,22	3.921,53
Düzeş-2 adı	Toplam Hayvan Sayısı	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
Zonguldak	6.607.374,00	30.079.643,37	1.082,87	25.858,87
Karabük	1.450.023,00	6.601.136,05	237,64	5.674,86
Bartın	950.144,00	4.325.469,19	155,72	3.718,52
Toplam	9.007.541,00	41.006.248,61	1.476,22	35.252,25
Genel Toplam	333.541.262,00	1.518.425.051,87	54.663,30	1.305.359,65

Türkiye genelinde düzey-2 illeri (26 alt bölge) bazında hayvan gübrelerinin enerji değerleri ve Türkiye genelinin toplamındaki oransal dağılımı Tablo 4.4’ de verilmiştir. Türkiye’de yer alan 26 alt bölge bazında hayvansal atıkların enerji potansiyeli değerlendirildiğinde, enerji üretimine en çok katkı sağlayan %11,77 oran ile Manisa-Afyon-Kütahya-Uşak alt bölgesidir. Bu bölgeden sonra %10,67 oran ile Kocaeli-Sakarya-Düzce-Bolu-Yalova alt bölgesi gelmektedir. En düşük orana sahip alt bölge olan İstanbul’a ait enerji üretim oranları ise %0,60’tır.

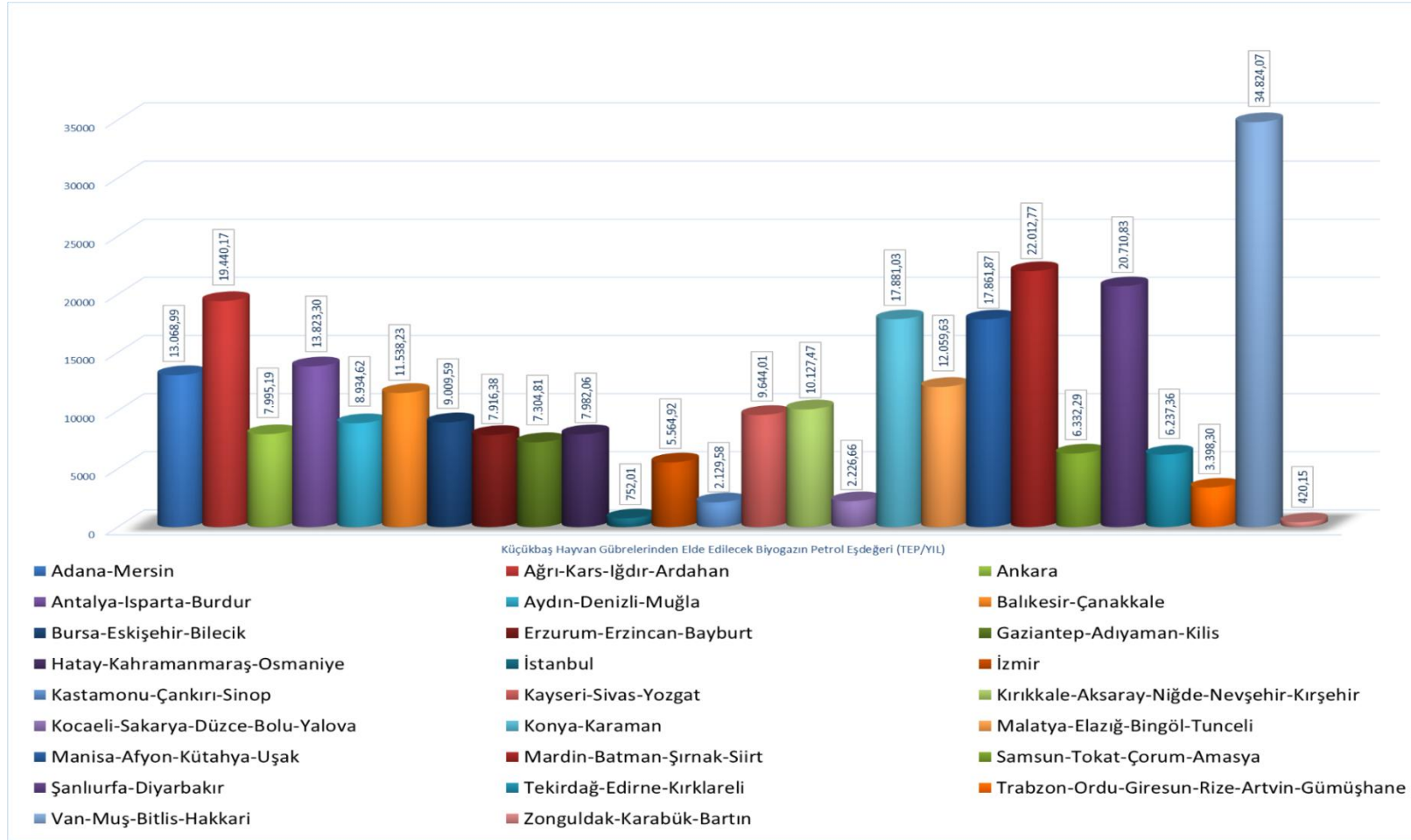
Tablo 4. 4: Türkiye Genelinde Düzey-2 illeri (26 Alt Bölge) Bazında Hayvan Gübrelerinin Enerji Değeri

Düzey-2 İlleri	Enerji Değeri TJ/yıl				Türkiye Geneline Oranı
	Büyükbaş	Küçükbaş	Kümes	Toplam	%
Adana-Mersin	1.512,10	547,28	3.631,86	5.691,24	4,37
Ağrı-Kars-Iğdır-Ardahan	5.315,20	814,08	193,34	6.322,62	4,86
Ankara	1.599,29	334,81	2.295,68	4.229,78	3,25
Antalya-Isparta-Burdur	2.179,95	578,87	181,10	2.939,92	2,26
Aydın-Denizli-Muğla	3.421,88	374,15	1.407,84	5.203,87	4,00
Balıkesir-Çanakkale	3.083,47	483,18	6.052,78	9.619,43	7,39
Bursa-Eskişehir-Bilecik	1.561,77	377,29	2.910,95	4.850,01	3,72
Erzurum-Erzincan-Bayburt	3.691,21	331,51	207,50	4.230,22	3,25
Gaziantep-Adıyaman-Kilis	1.341,46	305,90	623,23	2.270,59	1,74
Hayat-Kahramanmaraş-Osmaniye	1.671,00	334,26	452,10	2.457,36	1,89
İstanbul	380,05	31,49	374,48	786,02	0,60
İzmir	2.634,15	233,04	3.245,45	6.112,64	4,69
Kastamonu-Çankırı-Sinop	2.162,31	89,18	663,34	2.914,83	2,24
Kayseri-Sivas-Yozgat	3.510,28	403,85	839,35	4.753,48	3,65
Kırıkkale-Aksaray-Niğde-Nevşehir-Kırşehir	2.862,33	424,10	636,98	3.923,41	3,01
Kocaeli-Sakarya-Düzce-Bolu-Yalova	2.036,01	93,24	11.761,87	13.891,12	10,67
Konya-Karaman	3.589,45	748,79	2.241,47	6.579,71	5,05
Malatya-Elazığ-Bingöl-Tunceli	1.998,96	505,01	1.626,18	4.130,15	3,17
Manisa-Afyon-Kütahya-Uşak	3.555,63	747,98	11.021,42	15.325,03	11,77
Mardin-Batman-Şırnak-Siirt	1.076,88	921,81	252,18	2.250,87	1,73
Samsun-Tokat-Çorum-Amasya	4.290,60	265,17	1.815,44	6.371,21	4,89
Şanlıurfa-Diyarbakır	3.041,65	867,29	239,67	4.148,61	3,19
Tekirdağ-Edirne-Kırklareli	1.852,07	261,20	228,33	2.341,60	1,80
Trabzon-Ordu-Giresun-Rize-Artvin-Gümüşhane	2.200,68	142,31	120,32	2.463,31	1,89
Van-Muş-Bitlis-Hakkari	2.554,47	1.458,29	164,22	4.176,98	3,21
Zonguldak-Karabük-Bartın	733,53	17,59	1.476,22	2.227,34	1,71
Türkiye Geneli Toplam	63.856,38	11.691,64	54.663,30	130.211,32	100,00



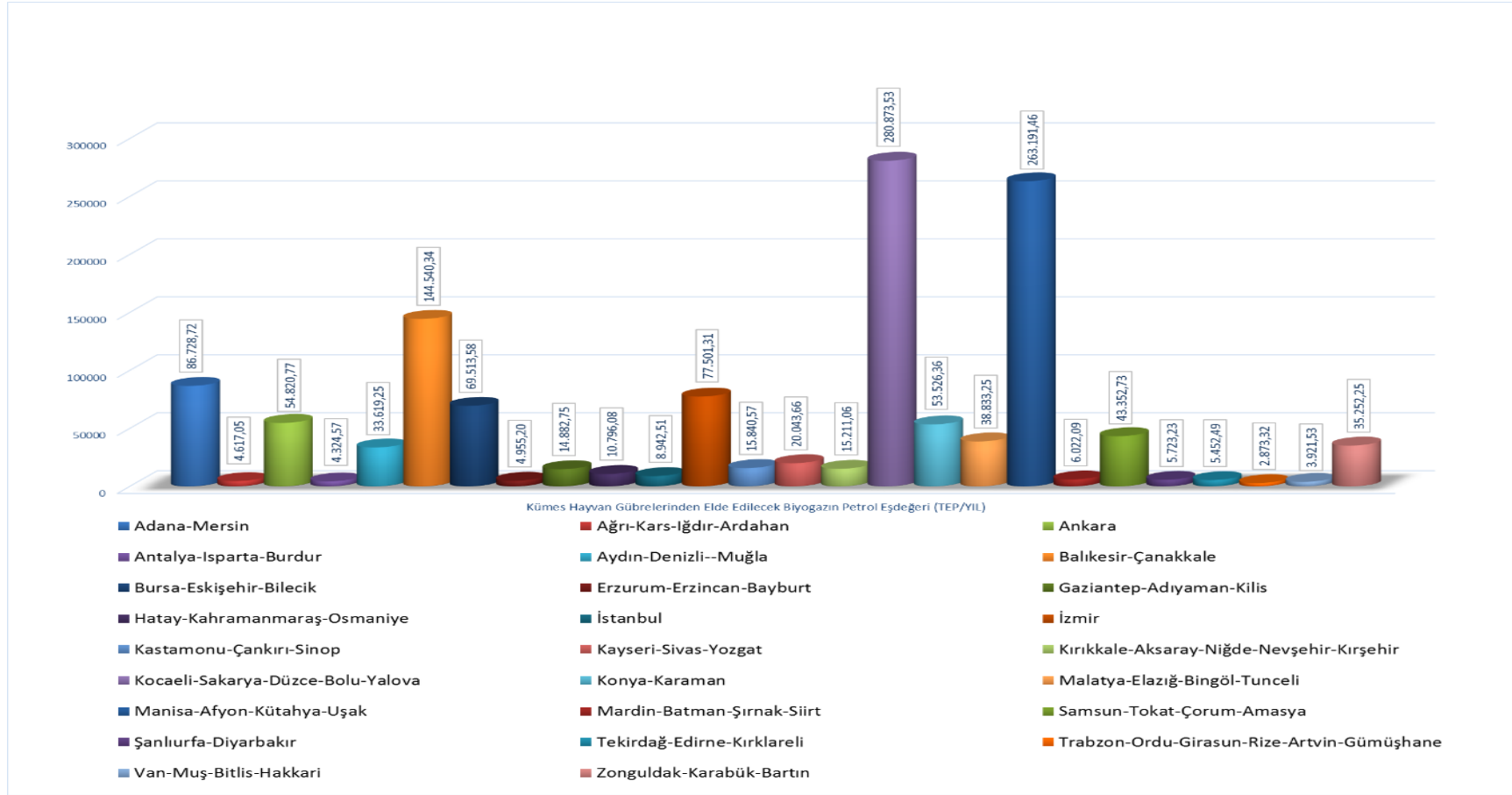
Şekil 4. 1: Türkiye genelinde düzey-2 bazında büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın petrol eşdeğeri

Türkiye genelindeki düzey-2 illeri bazında büyükbaş hayvan gübrelerinin enerji değerleri Şekil 4.1' de verilmiştir. Türkiye genelinde yer alan 26 alt bölge bazında büyükbaş hayvan atıklarının enerji potansiyeli değerlendirildiğinde, enerji üretiminin en yüksek olduğu Ağrı-Kars-Iğdır-Ardahan 126.926,87 TEP/yıl ve bu bölgeyi Samsun-Tokat-Çorum-Amasya 102.459,59 TEP/yıl ile takip etmektedir. Aynı zamanda büyükbaş hayvan atıklarının enerji potansiyelinin en düşük değere sahip alt bölge İstanbul olmuş ve 9.075,49 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır.



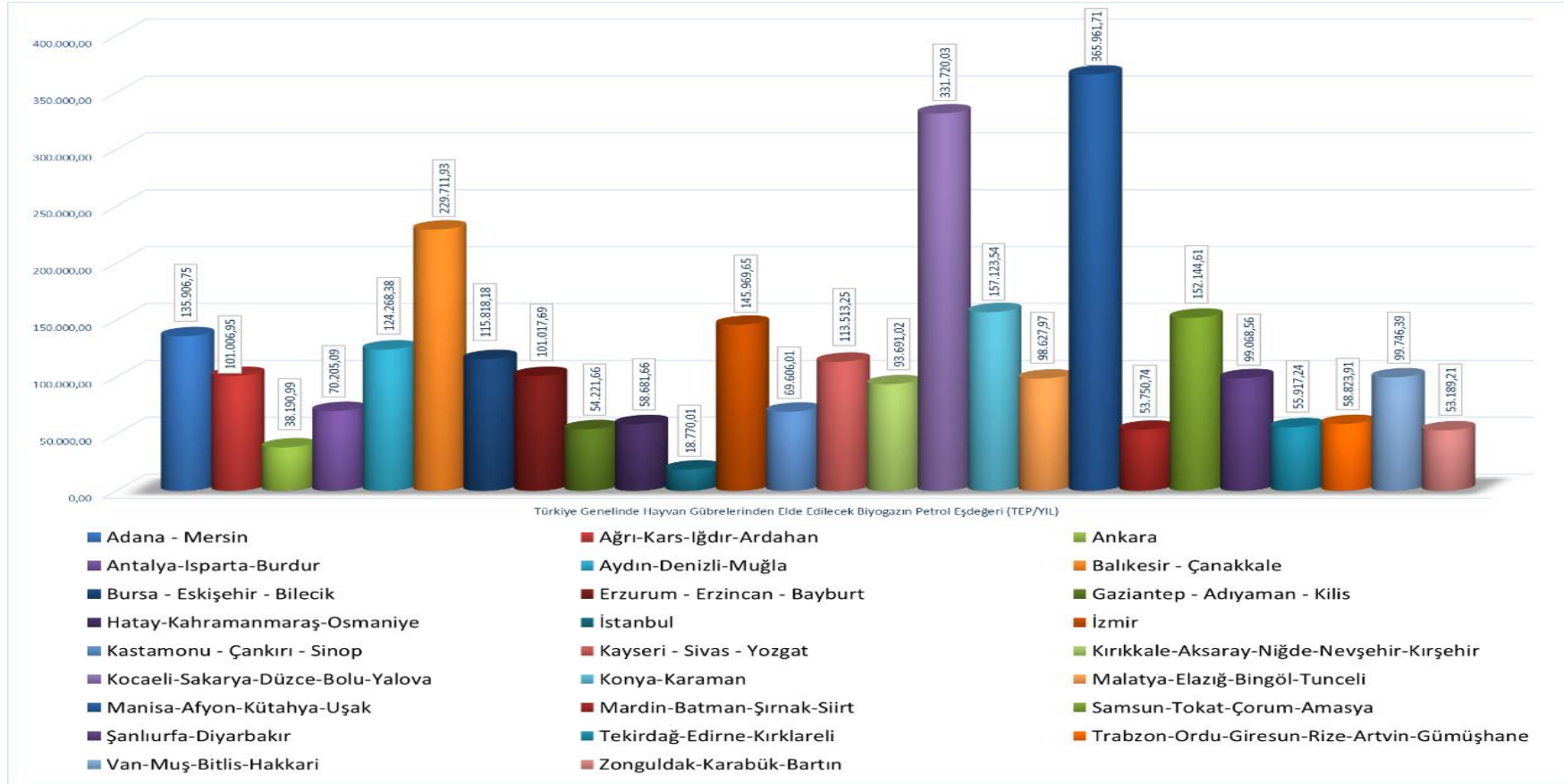
Şekil 4. 2: Türkiye genelinde düzey-2 bazında küçükbaş hayvan gübrelereinden elde edilecek biyogazın petrol eşdeğeri

Türkiye genelindeki düzey-2 illeri bazında küçükbaş hayvan gübrelereinin enerji değerleri Şekil 4.2’ de verilmiştir. Türkiye genelinde yer alan 26 alt bölge bazında küçükbaş hayvan atıklarının enerji potansiyeli değerlendirildiğinde, enerji üretiminin en yüksek Van-Muş-Bitlis-Hakkari bölgesinde 34.824,07 TEP/yıl ve en düşük Zonguldak-Karabük-Bartın alt bölgesinde 420,15 TEP/yıl olduğu saptanmıştır.



Şekil 4. 3: Türkiye genelinde düzey-2 bazında kümes hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın petrol eşdeğeri

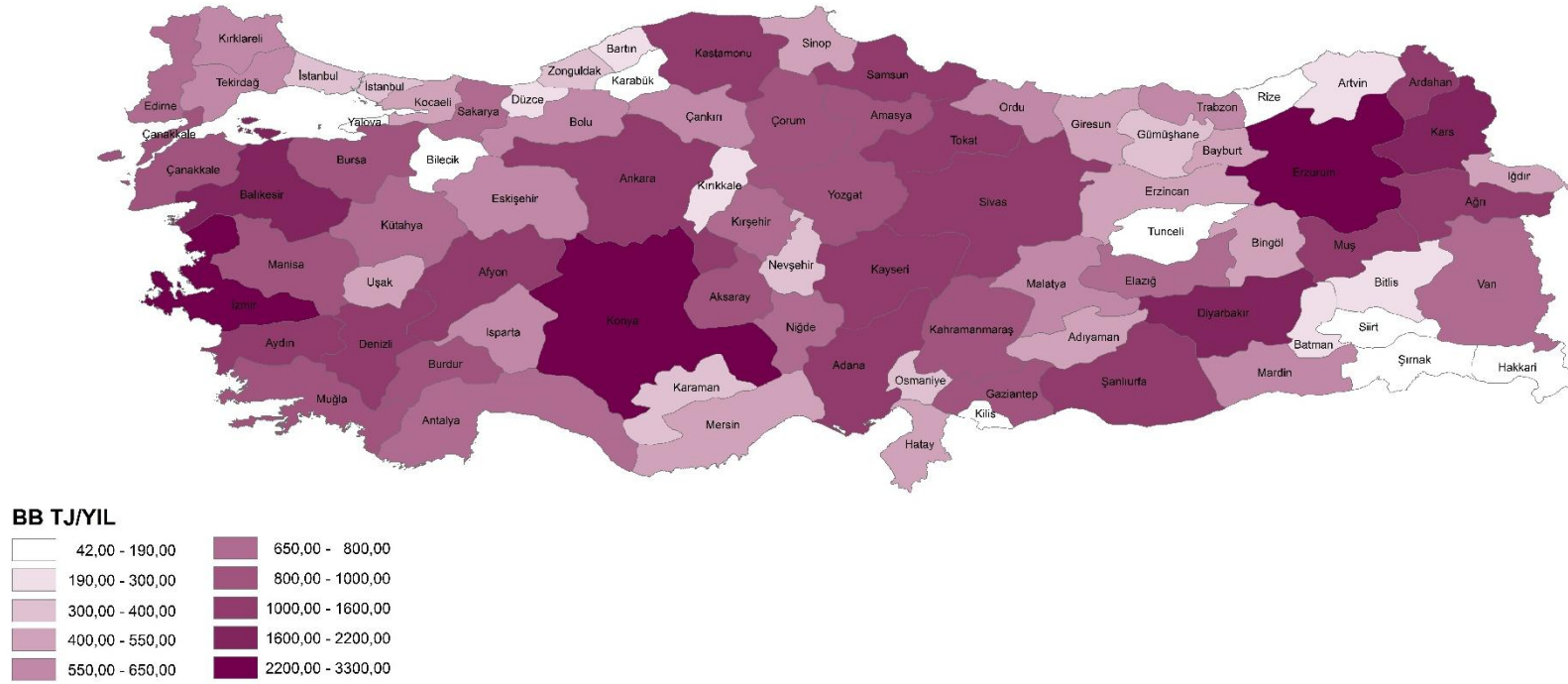
Türkiye genelindeki düzey-2 illeri bazında küçükbaş hayvan gübrelerinin enerji değerleri Şekil 4.3' de verilmiştir. Türkiye genelinde yer alan 26 alt bölge bazında kümes hayvan atıklarının enerji potansiyeli değerlendirildiğinde, en yüksek değer Kocaeli-Sakarya-Düzce-Bolu-Yalova alt bölgesinde 280.873,53 TEP/yıl ve bu bölgeyi Manisa-Afyon-Kütahya-Uşak alt bölgesi 263.191,46 TEP/yıl ile takip etmektedir. Enerji potansiyeli en düşük Trabzon-Ordu-Giresun-Rize-Artvin-Gümüşhane alt bölgesinde 2.873,32 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır.



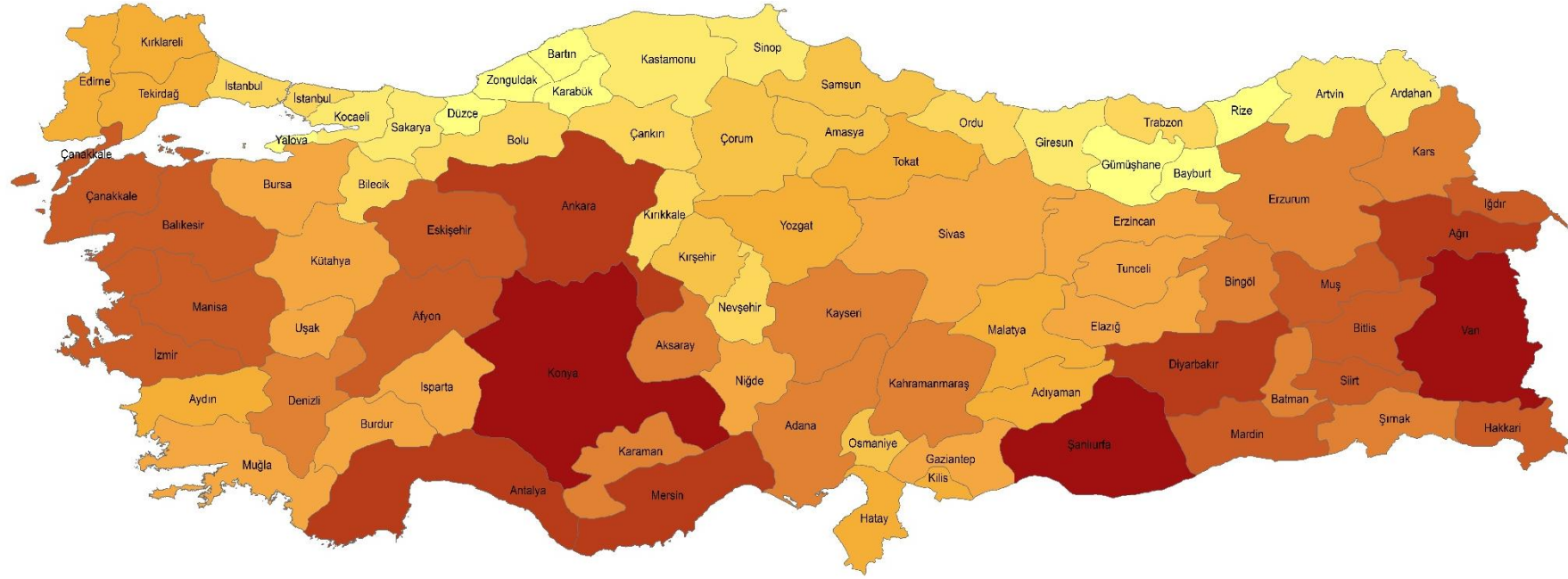
Şekil 4. 4: Türkiye genelinde hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın petrol eşdeğeri (TEP/yıl)

Türkiye genelinde düzey-2 illeri bazında toplam hayvan gübrelerinin enerji değerleri Şekil 4.4' te verilmiştir. Türkiye genelindeki hayvan atıklarının enerji potansiyeli değerlendirildiğinde, tablo 4.4' te de görüldüğü gibi en yüksek yüzdelik değer Manisa-Afyon-Kütahya-Uşak alt bölgesinde %11,77 ve bu bölgeyi Kocaeli-Sakarya-Düzce-Bolu-Yalova alt bölgesi %10,67 ile takip etmektedir. Enerji potansiyeli en düşük alt bölge ise %0,6 ile İstanbul olarak hesaplanmıştır.

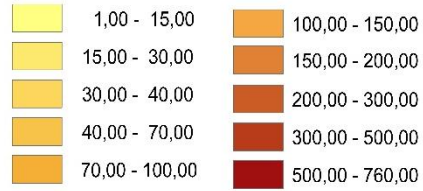
Türkiye genelinde iller bazında, büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının gübrelerinden elde edilebilecek metan miktarlarına bağlı olarak hesaplanan enerji değerleri, hayvan türlerini ve il toplamını yansıtacak şekilde onar sınıfta değerlendirilmiş ve sırasıyla Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7’deki enerji haritalarında gösterilmiştir. Ayrıca Türkiye genelinde iller bazında büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının gübrelerinden elde edilebilecek metan miktarlarının oranları yüzdelik dilim formunda şekil 4.8’deki harita üzerinde gösterilmiştir.



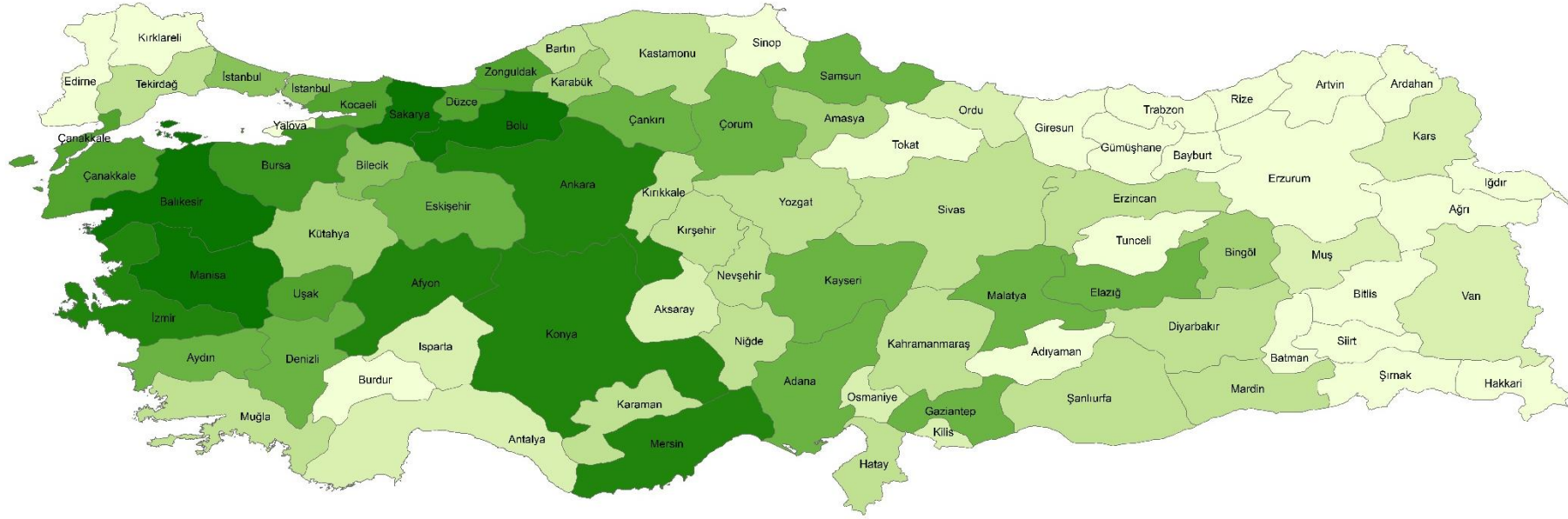
Şekil 4. 5: Türkiye iller bazında büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın enerji değeri



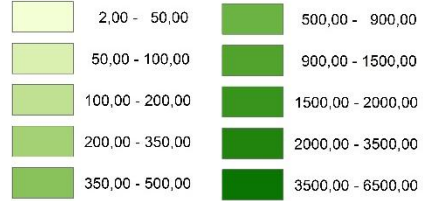
KB TJ/YIL



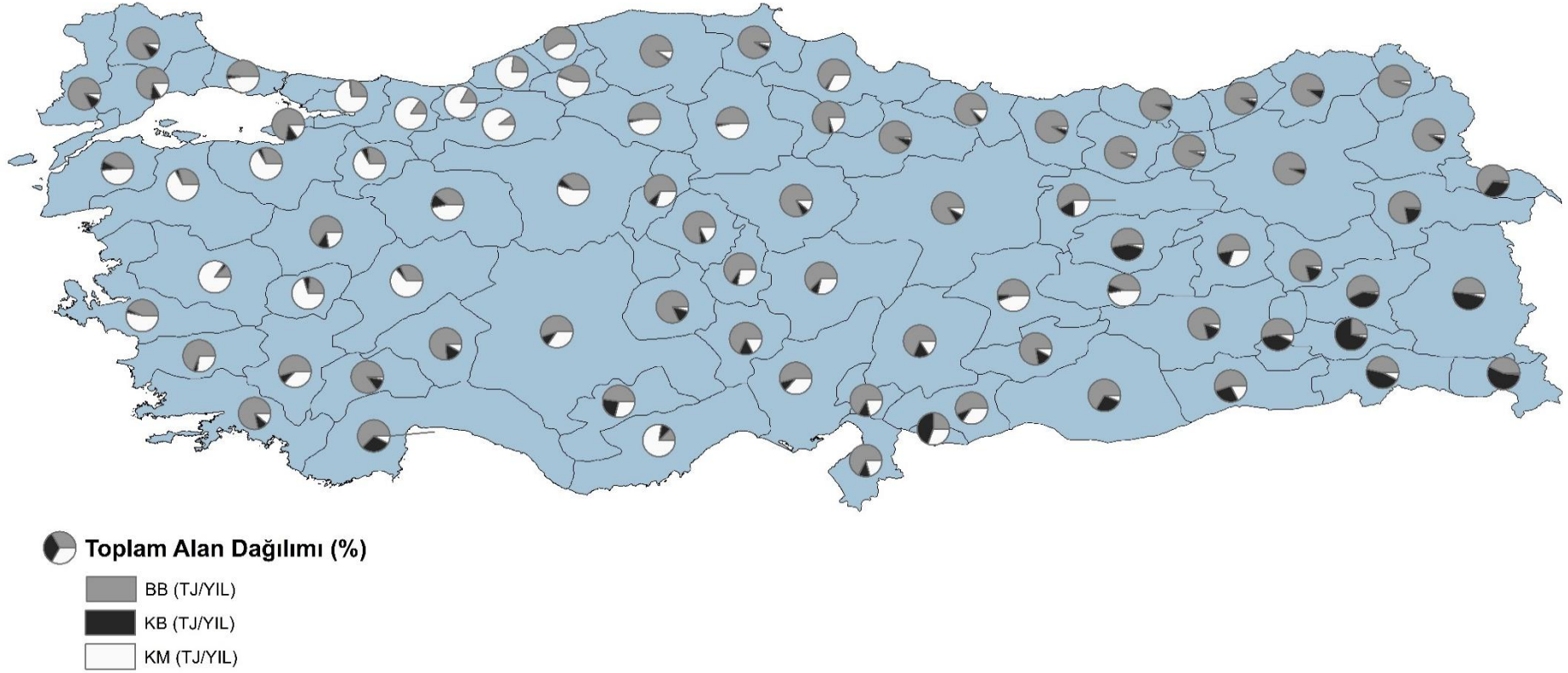
Şekil 4. 6: Türkiye iller bazında küçükbaş hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın enerji değeri



KM TJ/YIL



Şekil 4. 7: Türkiye iller bazında kümes hayvanı gübrelerinden elde edilecek biyogazın enerji değeri



Şekil 4. 8: Türkiye iller bazında hayvan gübrelerinden elde edilecek biyogazın enerji değeri dağılım

Şekil 4.8’ deki büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının gübrelerinden elde edilebilecek enerji yoğunluğunun dağılımına bakıldığında Türkiye genelinde büyükbaş hayvandan elde edilen enerji miktarının fazla olduğu görülmektedir. Marmara Bölgesinin doğusu, Ege Bölgesinin üst kısımları ve Karadeniz Bölgesinin batısında kümes hayvanlarından elde edilebilecek enerji miktarının daha fazla olduğu görülmektedir. Türkiye’nin güneydoğusunda da küçükbaş hayvanlardan elde edilen enerji miktarının fazla olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Enerjiye olan talebin hızla artması, yeni enerji kaynakları bulma gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Sahip olduğu potansiyeli, sosyal ve ekonomik yararları nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan ve kırsal kesimlerdeki hayvansal atıkların havasız koşullarda fermantasyonu sonucu elde edilen biyogaz, diğer alternatif enerji kaynaklarına göre farklı özellikler gösteren enerji kaynağıdır. Günümüzde çevresel sorunlara neden olarak insan sağlığı için tehdit oluşturan organik atıkların zararsız duruma getirilmesini ve enerji elde edilmesinde kullanılabilmesini sağlayan biyogaz teknolojisi, yenilenebilir enerji üretimi açısından önemli bir faktördür. Bu nedenle çevreye duyarlı biyogaz uygulamalarının gelişimi ve yaygınlaştırılması hızlanmış, enerji üretiminde değerlendirilmesi konusu önem kazanmıştır.

Türkiye’deki İller bazında, TÜİK 2016 hayvan sayıları verileri kullanılarak hayvansal atıkların (gübrelerin) biyogaz üretiminde kullanılması durumunda metan üretim miktarlarının, üretilen metanın enerji potansiyellerinin hesaplanarak sayısal haritaların oluşturulması amacıyla hazırlanan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Türkiye’deki toplam hayvan sayısı (büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanı) 389.092.722 adettir.
- Türkiye’deki hayvansal atık (gübre) miktarı 627.373.383,16 kg/gün olarak hesaplanmıştır.
- Türkiye genelinde hayvansal atıklardan elde edilecek metan miktarı 3.616.980.957,52 m³/yıl’ olarak hesaplanmıştır.
- TÜİK 2016 yılı hayvan sayıları verileri kullanılarak Türkiye’deki hayvansal atıklardan elde edilecek metanın enerji değerleri hesaplanmış olup bu değerler 130.211,32 TJ/yıl ve 3.109.446,19 TEP/yıl ‘dır.
- Türkiye genelinde iller bazında yapılan hayvansal atıklardan enerji eldesi potansiyeli hesaplama sonuçları değerlendirildiğinde, enerji üretimine en çok katkı sağlayan İl %5,87 oran ile Manisa’dır. Manisa’ yı takip eden iller ve oranları sırasıyla %5,77 Balıkesir, %4,69 İzmir, %4,58 Bolu, %4,54 Konya ve %3,25 ‘lik oran ile Ankara’dır.
- Türkiye’ deki hayvansal atıklardan elde edebilecek enerji miktarı değerlendirildiğinde, metan miktarı 3.616.980.957,52 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Tablo 2.2’ de (Seadi ve ark. 2008, Vij 2011) 1 m³ metanın enerji değeri 6.0-6.5 kWsa/m³ aralığında olduğu belirtilmiştir. Bu değer 6.5 kWsa/m³ olarak kabul

edildiğinde metandan elde edilecek enerji 23.510,38 GWh olarak hesaplanmış ve 2016 yılı Türkiye geneli elektrik tüketimi 231.203,70 GWh (Anonim 2018b) olarak bilinmektedir. Hesaplanan bu değerin Türkiye genelinin yıllık elektrik tüketiminin %10,16' sını karşılayabileceği görülmektedir.

- 2011 yılında, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından yapılan çalışmada, kent merkezinde yaşayan orta gelirli dört kişilik bir ailenin elektrik tüketimi incelenmiştir. Türkiye'de 2011 yılı için iki çocuklu dört kişilik bir ailenin yıllık ortalama elektrik tüketimi 3036 kWh olarak bulunmuştur (Anonim 2018). 2011 yılı Türkiye genelinin yıllık elektrik tüketimi miktarı 186.099,50 GWh ve 2016 yılı Türkiye genelinin yıllık elektrik tüketimi miktarı 231.203,70 GWh olarak bilinmektedir (Anonim 2018b). Türkiye geneli 2011 yılı elektrik tüketimine göre 2016 yılında %24' lük bir artış olduğu gözlenmektedir. Türkiye' deki hayvansal atıklardan elde edebilecek enerji miktarının kaç kişinin elektrik ihtiyacını karşılayabileceğinin belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda daha doğru sonuçlara ulaşabilmek için iki çocuklu dört kişilik bir ailenin yıllık ortalama elektrik tüketimi miktarı 2011-2016 yılları arasındaki Türkiye geneli yıllık elektrik tüketimi artış oranı ile doğru orantılı olarak artırılarak 3765 kWh sonucuna ulaşılmıştır.
- Türkiye' deki hayvansal atıklardan elde edebilecek enerji miktarı değerlendirildiğinde, metan miktarı 23.510.376.340,88 kWh olarak hesaplanmıştır. 4 kişilik bir hanenin yıllık elektrik tüketiminin 3765 kWh olduğu bilinmektedir. Bu veriler doğrultusunda gerekli hesaplamalar yapıldığında 6.244.456 hanenin yıllık elektrik tüketimini karşılayabileceği görülmekte ve bir hane 4 kişi olarak kabul edildiğinden 24.977.823 kişinin elektrik ihtiyacını karşılayabileceği anlamına gelmektedir. 2016 yılı Türkiye geneli nüfusunun 79.814.871 kişi olduğu bilinmekte olup Türkiye' deki hayvansal atıklardan elde edebilecek enerji miktarının (23.510.376.340,88 kWh) Türkiye geneli 2016 yılı nüfusunun %31.29'unun elektrik ihtiyacını karşılayabileceği hesaplanmıştır.
- Türkiye genelinde iller bazında yapılan hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine en çok katkı sağlayan iller olarak belirlenen Manisa, Balıkesir, İzmir, Bolu, Konya ve Ankara değerlendirildiğinde tablo 5.1' deki sonuçlara ulaşılmaktadır. Türkiye genelinde en yüksek orana sahip olan Manisa ilinde Türkiye' deki hayvansal atıklardan elde edebilecek enerji miktarı 1.466.108 kişinin elektrik ihtiyacını karşılayabileceği ve bu değerin Manisa ilinin nüfusunun %104,95' i olduğu görülmektedir.

- Aynı şekilde Balıkesir ve Bolu illerinde hayvansal atıklardan elde edilebilecek olan enerji miktarının, illerin yıllık enerji ihtiyacını karşılayabileceği kişi sayısı kendi nüfuslarının sırasıyla %120,46' sı ve %381,81' i olduğu hesaplanmıştır. Yapılan bu hesaplamalar doğrultusunda Türkiye genelinde yüksek orana sahip olan illerden Ankara ve İzmir' deki hayvansal atıklardan elde edilebilecek olan enerji miktarının karşılayabileceği enerji ihtiyacı illerin nüfusları göz önüne alındığında Ankara için nüfusun %15,18' ini ve İzmir için nüfusun % 27,76' sını karşılayabileceği yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilmiştir.
- Türkiye genelinde düzey-2 illeri (26 alt bölge) bazında değerlendirme yapıldığında hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine en fazla katkı sağlayacak olan bölgelerin %11,77 oran ile Manisa-Afyon-Kütahya-Uşak ve %10,67 oran ile Kocaeli-Sakarya-Düzce-Bolu-Yalova olduğu görülmektedir. Bu iki alt bölgeyi oluşturan iller tek tek değerlendirildiğinde illerin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji değerleri ve bu enerjinin il bazında kaç kişinin elektrik ihtiyacını karşılayabileceği tablo 5.2 ve tablo 5.3' de verilmiştir.
- Türkiye genelinde en yüksek orana sahip olan Manisa-Afyon-Kütahya-Uşak alt bölgesi içinde il nüfusunun elektrik ihtiyacını karşılama yüzdesi % 120,45 oran ile en yüksek olan Uşak ilidir. Aynı zamanda tablo 5.1' de Uşak ili bazında hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji miktarı 860.648 kişinin elektrik ihtiyacını karşılayabileceği görülmektedir.
- Türkiye genelinde düzey-2 illeri (26 alt bölge) bazında hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine en fazla katkı sağlayacak olan bölgelerden diğeri olan Kocaeli-Sakarya-Düzce-Bolu-Yalova alt bölgesi içinde iller bazında değerlendirme yapıldığında Bolu' da hayvansal atıklardan elde edilebilecek olan enerji miktarının 1.145.028 kişinin elektrik ihtiyacını karşılayabileceği görülmektedir. Bolu 2016 yılı il nüfusunun elektrik ihtiyacını karşılama yüzdesi % 381,81 olarak hesaplanmıştır. Bolu ilinde hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji miktarının, il genelindeki nüfusun yıllık elektrik tüketimi ihtiyacından çok daha fazla olduğuna hesaplamalar sonucunda ulaşılmıştır.
- Biyogaz teknolojisi yenilenebilir enerji üretimi açısından önemli bir faktördür. Türkiye' de biyogaz tesisi kurulmak istendiğinde hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine en fazla katkı sağlayacak olan bölgelerin ve illerin değerlendirilmesi sonucunda yer belirlemesi yapılmasının daha uygun olacağı

düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında il bazında yapılan hesaplamalar göz önüne alındığında hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji miktarının kaç kişinin yıllık elektrik ihtiyacını karşılayabileceği değeri ve bu değerin il nüfusu içerisindeki yüzdesinin önemli ölçütler olduğu görülmektedir.

- Biyogaz tesisi kurulması durumunda söz konusu yapılan hesaplamalar ve belirlenen ölçütler doğrultusunda değerlendirmeler yapılarak kurulmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Tablo 5. 1: Hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine en fazla katkı sağlayacak illerin değerlendirilmesi

İl	Metan Miktarı (m3/ yıl)	Enerji Değeri (kWh)	Hane Sayısı (4 Kişilik)	Elektrik İhtiyacı Karşılanan Kişi Sayısı	İl Nüfusu	İl Nüfusunun Elektrik ihtiyacını Karşılama Yüzdesi
Manisa	212.303.790,33	1.379.974.637,15	366.527	1.466.108	1.396.945	104,95
Balıkesir	208.654.249,63	1.356.252.622,60	360.227	1.440.908	1.196.176	120,46
İzmir	169.795.323,06	1.103.669.599,89	293.139	1.172.556	4.223.545	27,76
Bolu	165.808.659,78	1.077.756.288,57	286.257	1.145.028	299.896	381,81
Konya	164.058.147,46	1.066.377.958,49	283.235	1.132.940	2.161.303	52,42
Ankara	117.493.654,58	763.708.754,77	202.844	811.376	5.346.518	15,18

Tablo 5. 2: Hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine düzey-2 bazında en fazla katkı sağlayan alt bölgenin illerinin değerlendirilmesi

İl	Metan Miktarı (m3/ yıl)	Enerji Değeri (kWh)	Hane Sayısı (4 Kişilik)	Elektrik İhtiyacı Karşılanan Kişi Sayısı	İl Nüfusu	İl Nüfusunun Elektrik ihtiyacını Karşılama Yüzdesi
Manisa	212.303.790,33	1.379.974.637,15	366.527	1.466.108	1.396.945	104,95
Afyon	124.628.452,76	810.084.942,94	215.162	860.648	714.523	120,45
Kütahya	32.041.262,00	208.268.203,00	55.317	221.268	573.642	38,57
Uşak	16.779.777,12	109.068.551,28	28.969	115.876	358.736	109,19

Tablo 5. 3: Hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji üretimine düzey-2 bazında en fazla katkı sağlayan alt bölgenin illerinin değerlendirilmesi

İl	Metan Miktarı (m3/ yıl)	Enerji Değeri (kWh)	Hane Sayısı (4 Kişilik)	Elektrik İhtiyacı Karşılanan Kişi Sayısı	İl Nüfusu	İl Nüfusunun Elektrik ihtiyacını Karşılama Yüzdesi
Kocaeli	53.183.088,38	345.690.074,47	91.817	367.267	1.830.772	20,06
Sakarya	124.667.210,77	810.336.870,01	215.229	860.916	970.948	88,67
Düzce	40.592.266,98	263.849.735,37	70.080	280.318	370.371	75,69
Bolu	165.808.659,78	1.077.756.288,57	286.257	1.145.028	299.896	381,81
Yalova	1.613.313,24	10.486.536,06	2.785	11.141	241.665	4,61

6. KAYNAKLAR

- Abdeshahian P, Lim JS, Ho WS, Hashim H, Lee CT (2016). "Potential of Biogas Production from Farm Animal Waste in Malaysia". *Renew Sustain Energy Rev*, 60, 714–723.
- Abouelenien, F, Nakashimada, Y, and Nishio N (2009). "Dry mesophilic fermentation of chicken manure for production of methane by repeated batch culture," *Journal of Bioscience and Bioengineering*, vol. 107, no. 3, pp. 293–295.
- Acaroğlu M (2003). "Biyokütle Enerjisinin Global Potansiyeli. Biyoenerji Politikaları". *Avrupa Birliği ve Türkiye, I. Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, Denizli*.
- Acaroğlu M (2007). *Alternatif Enerji Kaynakları*. Ankara, Türkiye, Nobel Yayın No: 1253.
- Afazeli H, Jafari A, Rafiee S, Nosrati M (2014). "An Investigation of Biogas Production Potential from Livestock and Slaughterhouse Wastes". *Renew Sustain Energy Rev*, 34:380–6.
- Akbulut A, Dikici A. (2004) "Elazığ İli'nin Biyogaz Potansiyeli ve Maliyet Analizi". *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 36-41.
- Alçıçek, A., (1994) "Çiftlik Gübrelerinin Biyogaz Teknolojisinde Kullanılması," *Ekoloji Çevre Dergisi*, pp. 5–9.
- Altıkat S. Çelik A. (2012) "İğdir İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli Biogas Potential From Animal Waste of İğdir Province". *İğdir Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Dergisi*, 2(1), 61-66.
- Angelidaki, I., and Ellegaard, L., (2003) "Codigestion of manure and organic wastes in centralized biogas plants: status and future trends.," *Applied biochemistry and biotechnology*, vol. 109, no. 1–3, pp. 95–105.
- Anonim (2016). *ISAT - AT Information: Biogas*. Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), GATE in Deutsche Gesellschaft fr Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany (1999), http://biogas.ifas.ufl.edu/ad_development/documents/biogasdigestvoll.pdf (20.12.2016)
- Anonim (2017). "Biyogaz | Türk-Alman Biyogaz Projesi." <http://biyogaz.web.tr/tr/biyogaz-nedir> (08.2.2017)
- Anonim (2017a). *Elektrik İşleri Etüt İdaresi*, www.eie.gov.tr (15.02.2017)
- Anonim (2017b), "Anaerobic Digestion of Biomass." <http://www.alternative-energy-news.info/anaerobic-digestion-biomass> (15.02.2017).

- Anonim (2017c), “Güney Ege Yenilenebilir Enerji Çalışma Raporu”, Güney Ege Kalkınma Ajansı, 2011, http://geka.gov.tr/Dosyalar/o_19v5e1ap8d7e12f10k2188bm508.pdf (15.02.2017)
- Anonim (2017d) “Yenilenebilir Enerji Projesi”. Doğal Hayatı Koruma Vakfı –Türkiye, 2011.
- Anonim (2017e) “Yenilenebilir Enerji Raporu”, Çukurova Kalkınma Ajansı, Türkiye, 2012.
- Anonim (2017f) Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK-2016 verileri), <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul> (15.02.2017)
- Anonim (2018). “Türkiye’de Hane Başına Düşen Ortalama Elektrik Tüketimi Ne Kadar?”. <https://gazelektrik.com/faydali-bilgiler/elektrik-tuketimi> (10.02.2018).
- Anonim (2018a) <http://www.biyologlar.com/biyogaz-nedir-> , (18.03.2018)
- Anonim (2018b). “III-Elektrik Enerjisi Üretimi -Tüketimi-Kayıplar”. <https://www.teias.gov.tr/tr/iii-elektrik-enerjisi-uretimi-tuketimi-kayiplar> (20.03.2018).
- Aoki K, Umetsu K, Nishizaki K, Takahaski S, Kishimoto T, Tanı M, Hamamoto O, Misaki T. (2006) “Thermophilic Biogas Plant for Dairy Manure Treatmant as Combined Power and Heat System in Cold Regions”. International Congress Series, 1293, 238-241.
- Arıkan B. (2008) Organik Eysel Katı Atıklardan Anaerobik Ortamda Biyogaz Üretiminin Verimliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- Avan H. (2014) Tokat İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Üretim Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Kullanılarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye.
- Aybek A, Üçok S, İspir MA, Bilgili ME. (2015) “Türkiye’de kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarının biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenerek sayısal haritalarının oluşturulması”. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(3), 109-120.
- Ayol A. (2011) “Atıksu Arıtma Çamurlarının Kurutulması, Bertaraf Edilmesi ve Yararlı Kullanım Alternatifleri ”. Tekirdağ İli Arıtma Çamurlarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Ankara, 17 Ocak 2011
- Başçetinçelik A, Öztürk HH, Karaca C, Kaçıra M, Ekinci K, Kaya D, Baban A, Güneş K, Komitti N, Barnes I, Nieminen M. “A Guide on Exploitation of Agricultural Residues in Turkey. Final Report”. Adana, Türkiye, Annex XIV, LIFE 03 TCY/TR /000061, 2006.
- Berglund, M., and Börjesson, P., “Assessment of energy performance in the life-cycle of biogas production,” Biomass and Bioenergy, vol. 30, no. 3, pp. 254–266, 2006.

- Braun, R., (2007) "Anaerobic digestion: A multi-faceted process for energy, environmental management and rural development," *Improvement of Crop Plants for Industrial End Uses*, pp. 335–416.
- Budzianowski, W. M., and Brodacka, M., "Biomethane storage: Evaluation of technologies, end uses, business models, and sustainability," *Energy Conversion and Management*, 2016.
- Bujoczek, G., Oleszkiewicz, J., Sparling, R., and Cenkowski, S., "High Solid Anaerobic Digestion of Chicken Manure," *Journal of Agricultural Engineering Research*, vol. 76, pp. 51–60, 2000.
- Cantrell, K. B., Ducey, T., Ro, K. S., and Hunt, P. G., "Livestock waste-to-bioenergy generation opportunities," *Bioresource Technology*, vol. 99, no. 17, pp. 7941–7953, 2008.
- Cestonaro, T., Costa, M. S. S. de M., Costa, L. A. de M., Rozatti, M. A. T., Pereira, D. C., Lorin, H. E. F., and Carneiro, L. J., "The anaerobic co-digestion of sheep bedding and 50% cattle manure increases biogas production and improves biofertilizer quality," *Waste Management*, vol. 46, pp. 612–618, 2015.
- Çağlayan GH, Koçer NN. "Muş İlinde Hayvan Potansiyelinin Değerlendirilerek Biyogaz Üretimini Araştırılması". *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 2014.
- Çallı B (2012). *Atıklardan Biyogaz Üretimi*. Marmara Üniversitesi <http://mebig.marmara.edu.tr/Presentations/BiyogazUretimi.pdf> (11.01.2018).
- Dalkılıç, K., and Uğurlu, A., "Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretimi," *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, no. 10, pp. 14–19, 2013.
- Dalkılıç, K., and Uğurlu, A., "Biogas production from chicken manure at different organic loading rates in a mesophilic-thermophilic two stage anaerobic system," *Journal of Bioscience and Bioengineering*, vol. 120, no. 3, pp. 315–322, 2015.
- Debruyne, J., and Hilborn, D., "Anaerobic Digestion Basics," p. 6, 2014.
- Demirci, G., Türkavcı, L., "Biyogaz Atıklardan Enerji", TÜBİTAK Basımevi, Ankara, 9-11, (2001).
- Demirer GN. "Organik Atıklardan Yenilenebilir Enerji Eldesi: Biyogaz Örneği". *İklim Değişikliği İle Mücadelede Sgp Destekleri Bilgilendirme Toplantısı*, 15 Nisan, 2005.
- Doublet, D., and Steinhäuser, A., *Biogas from Waste and Renewable Resources. An Introduction*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008.

- Ekinci K, Kulcu R, Kaya D, Yaldiz O, Ertekin C, Ozturk H. "The prospective of potential biogas plants that can utilize animal manure in Turkey". *Energy Exploration & Exploitation*, 28(3), 187-206, 2010.
- Eryaşar, A., 2007. Kırsal Kesime Yönelik Bir Biyogaz Sisteminin Tasarımı, Kurulumu, Testi ve Performansına Etki Eden Parametrelerin Araştırılması. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, 302 s., İzmir.
- Eryaşar, A., Koçar, G. 2009. Biyogaz Üretiminde Basıncın Etkisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt 15. Sayı 2, s 187-193, Denizli.
- Gül, N. 2006. Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- http://biogas.ifas.ufl.edu/ad_development/documents/biogasdigestvol1.pdf, 21.03.2018
- Gürel A, Şenel, Z, "Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi", Uluslararası II. Trakya Bölgesi Kalkınma - Girişimcilik Sempozyumu, İğneada, Kırklareli, 2010.
- House, H., 3-4 April, 2007, Alternative Energy Sources – Biogas Production, London Swine Conference – Today's Challenges... Tomorrow's Opportunities
- Holm-Nielsen, J. B., Seadi, T. A., Oleskowicz-Popiel, P., "The Future Of Anaerobic Digestion And Biogas Utilization", *Bioresource Technology*, 100, 5478- 5484, (2009).
- Hadin, Å., and Eriksson, O., "Horse manure as feedstock for anaerobic digestion," *Waste Management*, p. 13, 2016.
- Ilgar R. "Hayvan Varlığına Göre Çanakkale Biyogaz Potansiyelinin Tespitine Yönelik Bir Çalışma", *Doğu Coğrafya Dergisi*, 21, 89-106, 2016.
- İlkılıç, C. ve Deviren, H., 2011. Biyogazın Oluşumu ve Biyogazı Saflaştırma Yöntemleri. 6th. International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey.
- Kahraman S. "Hayvansal üretimden kaynaklanan çevre sorunları ve çözüm olanakları". *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 133-139, 2006.
- Karaosmanoğlu F (2010). "Türkiye Biyoyakıt Potansiyeli ve Son Gelişmeler". Türkiye 10.Enerji Kongresi, İstanbul. <http://docplayer.biz.tr/137493-Turkiye-biyoyakit-potansiyeli-ve-son-gelismeler-filiz-karaosmanoglu-itu-kimya-muhendisligi-bolumu.html> (11.01.2018)

- Karataş, A., 2006. Tavuk Gübresinin Anaerobik Parçalanması için Uygun koşulların Belirlenmesi. (Y. Lisans Tezi), Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91 s., Ankara.
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çubuk, Y. ve Kurt, R., 2011. Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13 (19), 63-75, Bartın.
- Kaya, D. ve Öztürk, H.H., 2012. Biyogaz Teknolojisi Üretim-Kullanım- Projeleme. Umuttepe Yayınevi, 253 s., İzmit/Kocaeli.
- Khanal, S. K., Anaerobic Biotechnology for Bioenergy Production Principles and Applications, 1st ed. Wiley-Blackwell, 2008.
- Kılıç, F.Ç., 2011. Biyogaz, Önemi, Genel Durumu ve Türkiye'deki Yeri. Mühendis ve Makine, 52 (617), s. 94-106, Kocaeli.
- Korres, N. E., Kiely, P. O., Jonathan, S. W., and Benzie, J. A. H., Bioenergy Anaerobic by Digestion and wastes: Using agricultural biomass and organic wastes. 2013.
- Lehtomäki, A., Biogas Production from Energy Crops and Crop Residues. Publishing Unit, University of Jyväskylä, 2006.
- Luostarinen S. “Energy Potential of Manure in The Baltic Sea Region: Biogas Potential & Incentives and Barriers for implementation”. Knowledge Report: Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management., 2013.
- Mao C, Feng Y, Wang X, Ren G. “Review on Research Achievements of Biogas from Anaerobic Digestion”. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45, 540-555, 2015.
- Marañón, E., Castrillón, L., Quiroga, G., Fernández-Nava, Y., Gómez, L., and García M. M., “Co-digestion of cattle manure with food waste and sludge to increase biogas production,” Waste Management, vol. 32, no. 10, pp. 1821–1825, 2012.
- Marchaim, U., 1992. Biogas Processes for Sustainable Development, Food and Agriculture Organization of the United Nations, ISBN 92-5-103126-6.
- Mutlu, S. F., “Biyogazın kırsal kesimde kullanımı ve tasarım temelleri”, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, 27: 39-41 (2003).
- Nacar Koçer N, Öner C, Sugözü, İ. “Türkiye’de Hayvancılık Potansiyeli ve Biyogaz Üretimi”. Doğu Anadolu Araştırmaları, 17-20, 2006
- Nachtmann, K., Hofmann, N., Paetzold, J., Baum, S., Pérez, C. M., Falk, O., and Bernhardt, H., “Dry Ice and Liquefied Biomethane — Two Products from Biogas for an

- Energetic and Economical Upgrading of Biogas Plants,” *Modern Agricultural Science and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2015.
- Novak, S. M., and Fiorelli, J. L., “Greenhouse gases and ammonia emissions from organic mixed crop-dairy systems: A critical review of mitigation options,” *Sustainable Agriculture*, vol. 2, pp. 529–556, 2009.
- Qi X, Zhang S, Wang Y, Weng R, “Advantageous of the Integrated Pig Biogas- Vegetable Green House System in North China”. *Ecological Engineering*, 34, 175-185, 2005.
- Onurbaş Avcioğlu A, Eliçin AK. “Ankara’nın hayvansal atıklardan biyogaz potansiyeli ve uygun reaktör büyüklüğünün belirlenmesi”. 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Hatay, Türkiye, 22-23 Eylül 2010.
- Onurbaş Avcioğlu A, Türker U. “Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey”. *Renew Sustain Energy Reviews*, 16(3), 1557–1561, 16, 2012.
- Onurbaş Avcioğlu A, Türker Ç. “Türkiye’nin Tavuk Atıklarından Biyogaz Potansiyeli”. *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 2013.
- Ostrem, K., 2004. *Greening Waste: Anaerobic Digestion for Treating The Organic Fraction of Municipal Solid Wastes*. Earth Engineering Center Colombia University, 59s.
- Özbaşer, T. ve Erdem, E., 2013. *Biyogaz Üretimi ve Kullanımı*. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 53 (2), 115-124, Ankara.
- Özcan M, Öztürk S, Yıldırım M. “Türkiye’nin Farklı Kaynak Türlerine Göre Biyogaz Potansiyellerinin Belirlenmesi”. IV. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, Kocaeli 2011.
- Öztürk, H., 2005. *Enerji Bitkileri ve Biyoyakıt Üretimi*. Hasat Yayıncılık, 272 s.. İstanbul.
- Öztürk, İ.,1999, —*Anaerobik Biyoteknoloji ve Atık Arıtımındaki Uygulamaları* II, Birsen Yayınevi, Eyüp, 1-25, 35-38
- Öztürk, M., 2005. *Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Müsteşarlığı, 53 s., Ankara.
- Rao PV, Banal SS, Dey R, Mutmuri S. “Biogas Generation Potential by Anaerobic Digestion for Sustainable Energy Development in India”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 2086-2094, 2010.
- Rykebosch, E., Drouillon, M., and Vervaeren, H., “Techniques for transformation of biogas to biomethane,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 35, no. 5, pp. 1633–1645, 2011.
- Samsunlu, A., ‘Çevre Mühendisliği Kimyası’ İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi yayınları, istanbul, (1999).

- Seadi, T. A., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., and Janssen, R., Biogas Handbook, no. 1. Esbjerg: University of Southern Denmark, 2008.
- Thamsiriroy, T., and Murphy, J. D., Fundamental science and engineering of the anaerobic digestion process for biogas production 104. 2013.
- Tınmaz Köse E (2017) Determination and Digital Mapping of Biogas Energy Potential of Animal Manures in Thrace Region. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences 23(6), 762-772. doi: 10.5505/pajes.2016.33600
- Trouw Nutrition International, ‘Çınar, E., “Biyogaz teknolojisi: doğaya saygılı enerji üretimi” Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Enstitüsü, 124-133.(2006).
- Vij, S., “Biogas Production From Kitchen Waste,” p. 48, 2011.
- Yadvika, Santosh, Sreekrishnan, T. R., Kohli, S., and Rana, V., “Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques - A review,” Bioresource Technology, vol. 95, no. 1, pp. 1–10, 2004.
- Yılmaz M. “Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi”. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 4(2), 33-54, 2012
- Yokuş İ, Onurbaş Avcıoğlu A. “Sivas ilindeki hayvansal atıklardan biyogaz potansiyelinin belirlenmesi”. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Samsun, Türkiye, 5-7 Eylül 2012.
- Ward, A. J., Hobbs, P. J., Holliman, P. J., and Jones, D. L., “Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources,” Bioresource Technology, vol. 99, no. 17, pp. 7928–7940, 2008.
- Weiland, P., “Biogas production: Current state and perspectives,” Applied Microbiology and Biotechnology, vol. 85, no. 4, pp. 849–860, 2010.
- White A J, Kirk DW, Graydon JW. “Analysis of Small Scale Biogas Utilization Systems on Ontario Cattle farms”. Renewable Energy, 36, 1019-1025, 2011.
- World Bioenergy Association, “WBA fact sheet: BIOGAS – An Important Renewable Energy Source,” 2013.

EKLER

EK 1- Büyükbaş hayvan sayıları kullanılarak elde edilebilecek metan miktarı ve enerji eşdeğeri hesaplama tablosu

Düze-2 adı	Yıl	gübre üretimi (kg/hayvan-gün)		erişebilir gübre *0.5		KM, kg/gün		UKM, kg/gün		metan miktarı, m3/gün		metan miktarı, m3/yıl		Toplam m3/gün	Toplam m3/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji MJ/yıl	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl		
		Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru									
Adana	2016	173444	42.914	7.458.092,00	106.426,72	3.729.046,00	53.213,36	520.201,92	4.464,60	433.484,26	1.974,69	78.027,17	651,65	28.479.915,71	237.851,77	78.678,82	28.717.767,48	2.832.437,34	1.033.839.629,39	2,83	1.033,84	24.688,09
Mersin	2016	80176	21657	3.447.568,00	53.709,36	1.723.784,00	26.854,68	240.467,87	2.253,11	200.381,87	996,55	36.068,74	328,86	13.165.089,15	120.034,39	36.397,60	13.285.123,54	1.310.313,55	478.264.447,35	1,31	478,26	11.420,96
		253620	64.571	10905660	160136,08	5452830	80068,04	760669,785	6717,708556	633866,1318	2971,242494	114095,9037	980,5100231	41645004,86	357886,1584	115076,4138	42002891,02	4142750,895	1512104077	4,142750895	1512,104077	36109,04535
Düze-2 adı	Yıl	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Toplam m3/gün	Toplam m3/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji MJ/yıl	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl		
Ağrı	2016	245551	76341	10.558.693,00	189.325,68	5.279.346,50	94.662,84	736.468,84	7.942,21	613.699,48	3.512,84	110.465,91	1.159,24	40.320.055,95	423.121,64	111.625,14	40.743.177,58	4.018.505,19	1.466.754.392,96	4,02	1.466,75	35.026,09
Kars	2016	345053	106315	14.837.279,00	263.661,20	7.418.639,50	131.830,60	1.034.900,21	11.060,59	862.382,35	4.892,10	155.228,82	1.614,39	56.658.520,08	589.253,18	156.843,21	57.247.773,26	5.646.355,72	2.060.919.837,27	5,65	2.060,92	49.214,77
İğdır	2016	84603	23557	3.637.929,00	58.421,36	1.818.964,50	29.210,68	253.745,55	2.450,78	211.446,16	1.083,98	38.060,31	357,71	13.892.013,04	130.565,18	38.418,02	14.022.578,22	1.383.048,81	504.812.815,79	1,38	504,81	12.054,93
Ardahan	2016	213967	89652	9.200.581,00	222.336,96	4.600.290,50	111.168,48	641.740,52	9.327,04	534.762,38	4.125,35	96.257,23	1.361,36	35.133.888,32	496.898,14	97.618,59	35.630.786,46	3.514.269,35	1.282.708.312,54	3,51	1.282,71	30.631,07
		889174	295865	38234482	733745,2	19117241	366872,6	2666855,12	30780,61114	2222290,371	13614,26431	400012,2668	4492,707221	146004477,4	1639838,136	404504,974	147644315,5	14562179,06	5315195359	14,56217906	5315,195359	126926,8652
Düze-2 adı	Yıl	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Toplam m3/gün	Toplam m3/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji MJ/yıl	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl		
Ankara	2016	267483	90809	11.501.769,00	225.206,32	5.750.884,50	112.603,16	802.248,39	9.447,41	668.513,58	4.178,59	120.332,44	1.378,93	43.921.342,31	503.310,84	121.711,38	44.424.653,14	4.381.609,63	1.599.287.513,18	4,38	1.599,29	38.190,99
		267483	90809	11501769	225206,32	5750884,5	112603,16	802248,3978	9447,405124	668513,5815	4178,587286	120332,4447	1378,933804	43921342,31	503310,8386	121711,3785	44424653,14	4381609,625	1599287513	4,381609625	1599,287513	38190,98581
Düze-2 adı	Yıl	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Toplam m3/gün	Toplam m3/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji MJ/yıl	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl		
Antalya	2016	112155	48791	4.822.665,00	121.001,68	2.411.332,50	60.500,84	336.380,88	5.076,02	280.306,19	2.245,12	50.455,11	740,89	18.416.116,71	270.425,17	51.196,01	18.686.541,88	1.843.056,19	672.715.507,67	1,84	672,72	16.064,45
İsparta	2016	107138	40650	4.606.934,00	100.812,00	2.303.467,00	50.406,00	321.333,65	4.229,06	267.767,33	1.870,51	48.198,12	617,27	17.592.313,43	225.303,50	48.815,39	17.817.616,93	1.757.354,00	641.434.209,33	1,76	641,43	15.317,45
Burdur	2016	144643	54001	6.219.649,00	133.922,48	3.109.824,50	66.961,24	433.820,52	5.618,05	361.502,64	2.484,86	65.070,47	820,00	23.750.723,28	299.301,71	65.890,48	24.050.024,99	2.372.057,26	865.800.899,48	2,37	865,80	20.675,33
		363936	143442	15649248	355736,16	7824624	177868,08	1091535,048	14923,13191	909576,1555	6600,501245	163723,708	2178,165411	59759153,42	795030,3749	165901,8734	60554183,79	5972467,442	2179950616	5,972467442	2179,950616	52057,22072
Düze-2 adı	Yıl	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Toplam m3/gün	Toplam m3/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji MJ/yıl	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl		
Aydın	2016	243518	97081	10.471.274,00	240.760,88	5.235.637,00	120.380,44	730.371,36	10.099,92	608.618,46	4.467,19	109.551,32	1.474,17	39.986.232,53	538.073,53	111.025,50	40.524.306,06	3.996.917,86	1.458.875.018,25	4,00	1.458,88	34.837,94
Denizli	2016	174106	68283	7.486.558,00	169.341,84	3.743.279,00	84.670,92	522.187,42	7.103,89	435.138,78	3.142,05	78.324,98	1.036,88	28.588.617,68	378.460,00	79.361,86	28.967.077,68	2.857.026,84	1.042.814.796,49	2,86	1.042,81	24.902,42
Muğla	2016	153809	55040	6.613.787,00	136.499,20	3.306.893,50	68.249,60	461.311,64	5.726,14	384.410,99	2.532,67	69.193,98	835,78	25.255.802,20	305.060,39	70.029,76	25.560.862,58	2.521.071,38	920.191.052,92	2,52	920,19	21.974,16
		571433	220404	24571619	546601,92	12285809,5	273300,96	1713870,425	22929,95054	1428168,225	10141,91713	257070,2806	3346,832651	93830652,41	1221593,918	260417,1132	95052246,32	9375016,076	3421880868	9,375016076	3421,880868	81714,51512
Düze-2 adı	Yıl	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Toplam m3/gün	Toplam m3/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji MJ/yıl	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl		
Balkesir	2016	365910	146577	15.734.130,00	363.510,96	7.867.065,00	181.755,48	1.097.455,57	15.249,28	914.509,72	6.174,76	164.611,75	2.225,77	60.083.288,89	812.406,18	166.837,52	60.895.695,07	6.006.150,75	2.192.245.022,62	6,01	2.192,25	52.350,81
Çanakkale	2016	148843	57012	6.400.249,00	141.389,76	3.200.124,50	70.694,88	446.417,37	5.931,30	371.999,59	2.623,41	66.959,93	865,73	24.440.373,23	315.990,24	67.825,65	24.756.363,47	2.441.723,52	891.229.084,86	2,44	891,23	21.282,55
		514753	203589	22134379	504900,72	11067189,5	252450,36	1543872,935	21180,5852	1286509,317	9368,172836	231571,677	3091,497036	84523662,12	1128396,418	234663,1741	85652058,54	8447874,267	3083474107	8,447874267	3083,474107	73633,36169
Düze-2 adı	Yıl	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Toplam m3/gün	Toplam m3/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji MJ/yıl	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl		
Bursa	2016	136465	49680	5.867.995,00	123.206,40	2.933.997,50	61.603,20	409.292,65	5.168,51	341.063,57	2.286,03	61.391,44	754,39	22.407.876,31	275.352,47	62.145,83	22.683.228,78	2.237.249,96	816.596.235,91	2,24	816,60	19.500,32
Eskişehir	2016	100734	30725	4.331.562,00	76.198,00	2.165.781,00	38.099,00	302.126,45	3.196,51	251.761,97	1.413,81	45.317,15	466,56	16.540.761,45	170.293,97	45.783,71	16.711.055,43	1.648.213,69	601.597.995,39	1,65	601,60	14.366,16
Bilecik	2016	24013	8148	1.032.559,00	20.207,04	516.279,50	10.103,52	72.020,99	847,69	60.015,09	374,93	10.802,72	123,73	3.942.991,49	45.160,47	10.926,44	3.988.151,96	393.351,97	143.573.470,41	0,39	143,57	3.428,53
		261212	88553	11232116	219611,44	5616058	109805,72	783440,091	9212,699908	652840,6278	4074,777169	117511,313	1344,676466	42891629,25	490806,91	118855,9895	43382436,16	4278815,621	1561767702	4,278815621	1561,767702	37295,01272
Düze-2 adı	Yıl	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Yetiştiren	Genç-Yavru	Toplam m3/gün	Toplam m3/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji MJ/yıl	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl		
Erzurum	2016	482579	168384	20.750.897,00	417.592,32	10.375.448,50	208.796,16	1.447.375,07	17.518,00	1.206.097,64	7.748,21	217.097,58	2.556,91	79.240.615,10	933.271,95	219.654,49	80.173.887,05	7.907.561,46	2.886.259.933,64	7,91	2.886,26	68.923,89
Erzincan	2016	67028	26048	2.882.204,00	64.599,04	1.441.102,00	32.299,52	201.033,73	2.709,93	167.521,41	1.198,60	30.153,85	395,54	11.006.156,40	144.371,60	30.549,39	11.500.528,00					

EK 2- Küçükbaş hayvan sayıları kullanılarak elde edilebilecek metan miktarı ve enerji eşdeğeri hesaplama tablosu

Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR621	Adana	2016	638.280	1.531.872,00	199.143,36	54.764,42	45.804,96	13.741,49	5.015.643,58	180.563.169,01	494.693,61	0,49	180,56	4.311,85
TR622	Mersin	2016	1296313	3.111.151,20	404.449,66	111.223,66	93.027,47	27.908,24	10.186.507,46	366.714.268,51	1.004.696,63	1,00	366,71	8.757,14
TOPLAM			1934593	4643023,2	603593,016	165988,0794	138832,4296	41649,72888	15202151,04	547277437,5	1499390,24	1,49939024	547,2774375	13068,98521
Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TRA22	Ağrı	2016	1338007	3.211.216,80	417.458,18	114.801,00	96.019,56	28.805,87	10.514.141,48	378.509.093,31	1.037.011,21	1,04	378,51	9.038,80
TRA22	Kars	2016	563927	1.353.424,80	175.945,22	48.384,94	40.469,16	12.140,75	4.431.373,13	159.529.432,55	437.066,94	0,44	159,53	3.809,56
TRA23	İğdir	2016	903045	2.167.308,00	281.750,04	77.481,26	64.805,33	19.441,60	7.096.183,27	255.462.597,85	699.897,53	0,70	255,46	6.100,45
TRA24	Ardahan	2016	72736	174.566,40	22.693,63	6.240,75	5.219,76	1.565,93	571.563,97	20.576.302,97	56.373,43	0,06	20,58	491,36
TOPLAM			2877715	6906516	897847,08	246907,947	206513,8069	61954,14206	22613261,85	814077426,7	2230349,114	2,230349114	814,0774267	19440,16895
Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR510	Ankara	2016	1183522	2.840.452,80	369.258,86	101.546,19	84.933,23	25.479,97	9.300.188,83	334.806.797,82	917.278,90	0,92	334,81	7.995,19
TOPLAM			1183522	2840452,8	369258,864	101546,1876	84933,23131	25479,96939	9300188,828	334806797,8	917278,8981	0,917278898	334,8067978	7995,186332
Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR611	Antalya	2016	1141951	2.740.682,40	356.288,71	97.979,40	81.949,97	24.584,99	8.973.521,35	323.046.768,52	885.059,64	0,89	323,05	7.714,36
TR612	İsparta	2016	466436	1.119.446,40	145.528,03	40.020,21	33.472,90	10.041,87	3.665.282,84	131.950.182,21	361.507,35	0,36	131,95	3.150,97
TR613	Burdur	2016	437867	1.050.880,80	136.614,50	37.568,99	31.422,70	9.426,81	3.440.785,88	123.868.291,54	339.365,18	0,34	123,87	2.957,97
TOPLAM			2046254	4911009,6	638431,248	175568,5932	146845,5714	44053,67141	16079590,06	578865242,3	1585932,171	1,585932171	578,8652423	13823,30199
Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR321	Aydın	2016	304.197	730.072,80	94.909,46	26.100,10	21.830,13	6.549,04	2.390.398,78	86.054.355,96	235.765,36	0,24	86,05	2.054,98
TR322	Denizli	2016	588517	1.412.440,80	183.617,30	50.494,76	42.233,82	12.670,14	4.624.602,86	166.485.703,04	456.125,21	0,46	166,49	3.975,68
TR323	Muğla	2016	429871	1.031.690,40	134.119,75	36.882,93	30.848,88	9.254,67	3.377.952,82	121.606.301,35	333.167,95	0,33	121,61	2.903,96
TOPLAM			1.322.585	3174204	412646,52	113477,793	94912,82607	28473,84782	10392954,45	374146360,3	1025058,522	1,025058522	374,1463603	8934,615085
Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR221	Balıkesir	2016	991.521	2.379.650,40	309.354,55	85.072,50	71.154,64	21.346,39	7.791.433,14	280.491.592,87	768.470,12	0,77	280,49	6.698,14
TR222	Çanakkale	2016	716475	1.719.540,00	223.540,20	61.473,56	51.416,48	15.424,94	5.630.104,71	202.683.769,69	555.298,00	0,56	202,68	4.840,09
TOPLAM			1.707.996	4099190,4	532894,752	146546,0568	122571,1219	36771,33657	13421537,85	483175362,6	1323768,117	1,323768117	483,1753626	11538,22766
Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR411	Bursa	2016	441.859	1.060.461,60	137.860,01	37.911,50	31.709,18	9.512,75	3.472.155,26	124.997.589,29	342.459,15	0,34	125,00	2.984,94
TR412	Eskişehir	2016	765014	1.836.033,60	238.684,37	65.638,20	54.899,79	16.469,94	6.011.527,17	216.414.978,03	592.917,75	0,59	216,41	5.167,99
TR413	Bilecik	2016	126810	304.344,00	39.564,72	10.880,30	9.100,28	2.730,08	996.480,80	35.873.308,68	98.283,04	0,10	35,87	856,65
TOPLAM			1.333.683	3200839,2	416109,096	114430,0014	95709,25317	28712,77595	10480163,22	377285876	1033659,934	1,033659934	377,285876	9009,586719
Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TRA11	Erzurum	2016	705.953	1.694.287,20	220.257,34	60.570,77	50.661,39	15.198,42	5.547.422,19	199.707.198,80	547.143,01	0,55	199,71	4.769,01
TRA12	Erzincan	2016	417704	1.002.489,60	130.323,65	35.839,00	29.975,74	8.992,72	3.282.343,78	118.164.376,05	323.738,02	0,32	118,16	2.821,77
TRA13	Bayburt	2016	48200	115.680,00	15.038,40	4.135,56	3.458,98	1.037,69	378.758,57	13.635.308,56	37.357,01	0,04	13,64	325,61
TOPLAM			1.171.857	2812456,8	365619,384	100545,3306	84096,11451	25228,83435	9208524,539	331506883,4	908238,0367	0,908238037	331,5068834	7916,384376
Düzey 2 kod	Düzey 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TRC11	Gaziantep	2016	487.930	1.171.032,00	152.234,16	41.864,39	35.015,38	10.504,61	3.834.184,02	138.030.624,58	378.166,09	0,38	138,03	3.296,17
TRC12	Adıyaman	2016	297730	714.552,00	92.891,76	25.545,23	21.366,03	6.409,81	2.339.580,69	84.224.904,91	230.753,16	0,23	84,22	2.011,29
TRC13	Kilis	2016	295666	709.598,40	92.247,79	25.368,14	21.217,91	6.365,37	2.323.361,65	83.641.019,50	229.153,48	0,23	83,64	1.997,35
TOPLAM			1.081.326	2595182,4	337373,712	92777,7708	77599,3275	23279,79825	8497126,361	305896549	838072,737	0,838072737	305,896549	7304,80959

Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR631	Hatay	2016	332.005	796.812,00	103.585,56	28.486,03	23.825,71	7.147,71	2.608.915,75	93.920.967,17	257.317,72	0,26	93,92	2.242,83
TR632	Kahramanmaraş	2016	659267	1.582.240,80	205.691,30	56.565,11	47.311,06	14.193,32	5.180.560,72	186.500.186,04	510.959,41	0,51	186,50	4.453,62
TR633	Osmaniye	2016	190307	456.736,80	59.375,78	16.328,34	13.657,02	4.097,11	1.495.444,14	53.835.988,91	147.495,86	0,15	53,84	1.285,60
TOPLAM			1.181.579	2835789,6	368652,648	101379,4782	84793,79557	25438,13867	9284920,615	334257142,1	915772,9921	0,915772992	334,2571421	7982,060554
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR100	İstanbul	2016	111319	267.165,60	34.731,53	9.551,17	7.988,60	2.396,58	874.751,56	31.491.056,29	86.276,87	0,09	31,49	752,01
TOPLAM			111319	267165,6	34731,528	9551,1702	7988,598755	2396,579627	874751,5637	31491056,29	86276,86656	0,086276867	31,49105629	752,0064243
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR310	İzmir	2016	823771	1.977.050,40	257.016,55	70.679,55	59.116,38	17.734,91	6.473.243,30	233.036.758,63	638.456,87	0,64	233,04	5.564,92
TOPLAM			823771	1977050,4	257016,552	70679,5518	59116,37713	17734,91314	6473243,295	233036758,6	638456,873	0,638456873	233,0367586	5564,917796
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR821	Kastamonu	2016	99.390	238.536,00	31.009,68	8.527,66	7.132,54	2.139,76	781.012,75	28.116.458,87	77.031,39	0,08	28,12	671,42
TR822	Çankırı	2016	114078	273.787,20	35.592,34	9.787,89	8.186,59	2.455,98	896.431,96	32.271.550,41	88.415,21	0,09	32,27	770,64
TR823	Sinop	2016	101772	244.252,80	31.752,86	8.732,04	7.303,48	2.191,04	799.730,65	28.790.303,37	78.877,54	0,08	28,79	687,51
TOPLAM			315.240	756576	98354,88	27047,592	22622,60595	6786,781785	2477175,351	89178312,65	244324,1442	0,244324144	89,17831265	2129,578106
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR721	Kayseri	2016	647.070	1.552.968,00	201.885,84	55.518,61	46.435,76	13.930,73	5.084.715,95	183.049.774,03	501.506,23	0,50	183,05	4.371,23
TR722	Sivas	2016	468220	1.123.728,00	146.084,64	40.173,28	33.600,93	10.080,28	3.679.301,62	132.454.858,36	362.890,02	0,36	132,45	3.163,02
TR723	Yozgat	2016	312306	749.534,40	97.439,47	26.795,85	22.412,05	6.723,62	2.454.119,80	88.348.312,75	242.050,17	0,24	88,35	2.109,76
TOPLAM			1.427.596	3426230,4	445409,952	122487,7368	102448,7431	30734,62292	11218137,37	403852945,1	1106446,425	1,106446425	403,8529451	9644,00833
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR711	Kırıkkale	2016	112973	271.135,20	35.247,58	9.693,08	8.107,29	2.432,19	887.748,80	31.958.956,72	87.558,79	0,09	31,96	763,18
TR712	Aksaray	2016	545671	1.309.610,40	170.249,35	46.818,57	39.159,05	11.747,72	4.287.916,35	154.364.988,71	422.917,78	0,42	154,36	3.686,24
TR713	Niğde	2016	500389	1.200.933,60	156.121,37	42.933,38	35.909,48	10.772,84	3.932.087,61	141.555.153,82	387.822,34	0,39	141,56	3.380,34
TR714	Nevşehir	2016	120812	289.948,80	37.693,34	10.365,67	8.669,85	2.600,95	949.348,14	34.176.533,14	93.634,34	0,09	34,18	816,14
TR715	Kırşehir	2016	219317	526.360,80	68.426,90	18.817,40	15.738,87	4.721,66	1.723.406,50	62.042.634,17	169.979,82	0,17	62,04	1.481,58
TOPLAM			1499162	3597988,8	467738,544	128628,0996	107584,5425	32275,36275	11780507,4	424098266,6	1161913,059	1,161913059	424,0982666	10127,46661
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR421	Kocaeli	2016	101005	242.412,00	31.513,56	8.666,23	7.248,43	2.174,53	793.703,52	28.573.326,57	78.283,09	0,08	28,57	682,33
TR422	Sakarya	2016	59692	143.260,80	18.623,90	5.121,57	4.283,68	1.285,11	469.063,42	16.886.282,95	46.263,79	0,05	16,89	403,24
TR423	Düzce	2016	13944	33.465,60	4.350,53	1.196,40	1.000,66	300,20	109.572,81	3.944.621,21	10.807,18	0,01	3,94	94,20
TR424	Bolu	2016	129926	311.822,40	40.536,91	11.147,65	9.323,90	2.797,17	1.020.966,52	36.754.794,60	100.698,07	0,10	36,75	877,70
TR425	Yalova	2016	25044	60.105,60	7.813,73	2.148,78	1.797,24	539,17	196.797,30	7.084.702,65	19.410,14	0,02	7,08	169,18
TOPLAM			329611	791066,4	102838,632	28280,6238	23653,91375	7096,174124	2590103,555	93243727,99	255462,2685	0,255462268	93,24372799	2226,660224
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR521	Konya	2016	2.088.454	5.012.289,60	651.597,65	179.189,35	149.873,98	44.962,19	16.411.200,26	590.803.209,51	1.618.638,93	1,62	590,80	14.108,38
TR522	Karaman	2016	558462	1.340.308,80	174.240,14	47.916,04	40.076,98	12.023,09	4.388.428,82	157.983.437,51	432.831,34	0,43	157,98	3.772,64
TOPLAM			2.646.916	6352598,4	825837,792	227105,3928	189950,9505	56985,28516	20799629,08	748786647	2051470,266	2,051470266	748,786647	17881,02513
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yil	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TRB11	Malatya	2016	285991	686.378,40	89.229,19	24.538,03	20.523,61	6.157,08	2.247.334,91	80.904.056,63	221.654,95	0,22	80,90	1.931,99
TRB12	Elazığ	2016	511232	1.226.956,80	159.504,38	43.863,71	36.687,60	11.006,28	4.017.292,57	144.622.532,46	396.226,12	0,40	144,62	3.453,59
TRB13	Bingöl	2016	575840	1.382.016,00	179.662,08	49.407,07	41.324,08	12.397,22	4.524.986,21	162.899.503,73	446.300,01	0,45	162,90	3.890,04
TRB14	Tunceli	2016	412116	989.078,40	128.580,19	35.359,55	29.574,73	8.872,42	3.238.432,93	116.583.585,51	319.407,08	0,32	116,58	2.784,02
TOPLAM			1785179	4284429,6	556975,848	153168,3582	128110,0148	38433,00444	14028046,62	505009678,3	1383588,16	1,38358816	505,0096783	12059,63112

Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR331	Manisa	2016	907551	2.178.122,40	283.155,91	77.867,88	65.128,69	19.538,61	7.131.591,70	256.737.301,18	703.389,87	0,70	256,74	6.130,89
TR332	Afyon	2016	768078	1.843.387,20	239.640,34	65.901,09	55.119,67	16.535,90	6.035.604,27	217.281.753,66	595.292,48	0,60	217,28	5.188,69
TR333	Kütahya	2016	474860	1.139.664,00	148.156,32	40.742,99	34.077,44	10.223,23	3.731.479,15	134.333.249,41	368.036,30	0,37	134,33	3.207,88
TR334	Uşak	2016	493591	1.184.618,40	154.000,39	42.350,11	35.421,63	10.626,49	3.878.668,50	139.632.066,11	382.553,61	0,38	139,63	3.334,41
TOPLAM			2644080	6345792	824952,96	226862,064	189747,4303	56924,2291	20777343,62	747984370,4	2049272,248	2,049272248	747,9843704	17861,86676
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TRC31	Mardin	2016	966545	2.319.708,00	301.562,04	82.929,56	69.362,28	20.808,69	7.595.170,19	273.426.126,76	749.112,68	0,75	273,43	6.529,42
TRC32	Batman	2016	706374	1.695.297,60	220.388,69	60.606,89	50.691,60	15.207,48	5.550.730,43	199.826.295,58	547.469,30	0,55	199,83	4.771,85
TRC33	Şırnak	2016	550740	1.321.776,00	171.830,88	47.253,49	39.522,82	11.856,85	4.327.748,87	155.798.959,23	426.846,46	0,43	155,80	3.720,48
TRC34	Siirt	2016	1034876	2.483.702,40	322.881,31	88.792,36	74.265,93	22.279,78	8.132.119,40	292.756.298,32	802.072,05	0,80	292,76	6.991,02
TOPLAM			3258535	7820484	1016662,92	279582,303	233842,6382	70152,79147	25605768,89	921807679,9	2525500,493	2,525500493	921,8076799	22012,7674
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR831	Samsun	2016	198941	477.458,40	62.069,59	17.069,14	14.276,63	4.282,99	1.563.290,64	56.278.463,07	154.187,57	0,15	56,28	1.343,93
TR832	Tokat	2016	338175	811.620,00	105.510,60	29.015,42	24.268,49	7.280,55	2.657.400,00	95.666.399,82	262.099,73	0,26	95,67	2.284,51
TR833	Çorum	2016	205637	493.528,80	64.158,74	17.643,65	14.757,15	4.427,15	1.615.908,22	58.172.695,97	159.377,25	0,16	58,17	1.389,16
TR834	Amasya	2016	194612	467.068,80	60.718,94	16.697,71	13.965,96	4.189,79	1.529.273,09	55.053.831,31	150.832,41	0,15	55,05	1.314,69
TOPLAM			937365	2249676	292457,88	80425,917	67268,23698	20180,47109	7365871,949	265171390,2	726496,9594	0,7264969594	265,1713902	6332,292797
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TRC21	Şanlıurfa	2016	1.784.820	4.283.568,00	556.863,84	153.137,56	128.084,25	38.425,28	14.025.225,58	504.908.120,75	1.383.309,92	1,38	504,91	12.057,21
TRC22	Diyarbakır	2016	1.280.990	3.074.376,00	399.668,88	109.908,94	91.927,84	27.578,35	10.066.098,38	362.379.541,69	992.820,66	0,99	362,38	8.653,62
TOPLAM			3.065.810	7357944	956532,72	263046,498	220012,0909	66003,62728	24091323,96	867287662,4	2376130,582	2,376130582	867,2876624	20710,82938
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR211	Tekirdağ	2016	302.399	725.757,60	94.348,49	25.945,83	21.701,10	6.510,33	2.376.269,98	85.545.719,35	234.371,83	0,23	85,55	2.042,83
TR212	Edirne	2016	335005	804.012,00	104.521,56	28.743,43	24.041,00	7.212,30	2.632.489,94	94.769.637,83	259.642,84	0,26	94,77	2.263,10
TR213	Kırklareli	2016	285908	686.179,20	89.203,30	24.530,91	20.517,65	6.155,30	2.246.682,69	80.880.576,75	221.590,62	0,22	80,88	1.931,43
TOPLAM			923.312	2215948,8	288073,344	79220,1696	66259,74985	19877,92496	7255442,609	261195933,9	715605,2984	0,7156052984	261,1959339	6237,358902
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR901	Trabzon	2016	126897	304.552,80	39.591,86	10.887,76	9.106,52	2.731,96	997.164,45	35.897.920,13	98.350,47	0,10	35,90	857,24
TR902	Ordu	2016	121608	291.859,20	37.941,70	10.433,97	8.726,97	2.618,09	955.603,16	34.401.713,76	94.251,27	0,09	34,40	821,51
TR903	Giresun	2016	92013	220.831,20	28.708,06	7.894,72	6.603,14	1.980,94	723.043,83	26.029.577,72	71.313,91	0,07	26,03	621,59
TR904	Rize	2016	27214	65.313,60	8.490,77	2.334,96	1.952,96	585,89	213.849,29	7.698.574,42	21.091,98	0,02	7,70	183,84
TR905	Artvin	2016	105852	254.044,80	33.025,82	9.082,10	7.596,27	2.278,88	831.791,54	29.944.495,47	82.039,71	0,08	29,94	715,07
TR906	Gümüşhane	2016	29464	70.713,60	9.192,77	2.528,01	2.114,43	634,33	231.529,93	8.335.077,41	22.835,83	0,02	8,34	199,04
TOPLAM			503048	1207315,2	156950,976	43161,5184	36100,29399	10830,0882	3952982,192	142307358,9	389883,1751	0,3898831751	142,3073589	3398,299731
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TRB21	Van	2016	2658215	6.379.716,00	829.363,08	228.074,85	190.761,80	57.228,54	20.888.417,32	751.983.023,61	2.060.227,46	2,06	751,98	17.957,35
TRB22	Muş	2016	1021142	2.450.740,80	318.596,30	87.613,98	73.280,34	21.984,10	8.024.196,78	288.871.084,05	791.427,63	0,79	288,87	6.898,24
TRB23	Bitlis	2016	718029	1.723.269,60	224.025,05	61.606,89	51.528,00	15.458,40	5.642.316,14	203.123.381,09	556.502,41	0,56	203,12	4.850,59
TRB24	Hakkari	2016	757597	1.818.232,80	236.370,26	65.001,82	54.367,52	16.310,26	5.953.243,92	214.316.781,27	587.169,26	0,59	214,32	5.117,88
TOPLAM			5154983	12371959,2	1608354,696	442297,5414	369937,6636	110981,2991	40508174,17	1458294270	3995326,767	3,995326767	1458,29427	34824,06717
Düzye 2 kod	Düzye 2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR811	Zonguldak	2016	35.830	85.992,00	11.178,96	3.074,21	2.571,27	771,38	281.554,35	10.135.956,55	27.769,74	0,03	10,14	242,05
TR812	Karabük	2016	22322	53.572,80	6.964,46	1.915,23	1.601,90	480,57	175.407,65	6.314.675,47	17.300,48	0,02	6,31	150,79
TR813	Bartın	2016	4043	9.703,20	1.261,42	346,89	290,14	87,04	31.770,14	1.143.725,16	3.133,49	0,00	1,14	27,31
TOPLAM			62.195	149268	19404,84	5336,331	4463,307248	1338,992175	488732,1437	17594357,17	48203,71828	0,048203718	17,59435718	420,1532493
Genel Sütunlar Toplam			41.329.232	99.190.156,80	12894720,38	3546048,106	2965914,636	889774,3907	324767652,6	11691635493	32031878,06	32,03187806	11691,63549	279.196,2556

EK 3- KÜMES HAYVANI SAYILARI KULLANILARAK ELDE EDİLEBİLECEK METAN MİKTARI VE ENERJİ EŞDEĞERİ HESAPLAMA TABLOSU

Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR621	Adana	2016	4.221.371	759.846,78	752.248,31	194.681,86	150.430,68	52.650,74	19.217.518,82	691.830.677,51	1.895.426,51	1,90	691,83	16.520,92
TR622	Mersin	2016	17.939.270	3.229.068,60	3.196.777,91	827.326,12	639.274,90	223.746,21	81.667.367,98	2.940.025.247,28	8.054.863,69	8,05	2.940,03	70.207,80
TOPLAM			22160641	3988915,38	3949026,226	1022007,987	789705,5718	276396,9501	100884886,8	3631855925	9950290,205	9,950290205	3631,855925	86728,71948
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TRA21	Ağrı	2016	212.594	38.266,92	37.884,25	9.804,44	7.575,89	2.651,56	967.820,45	34.841.536,33	95.456,26	0,10	34,84	832,02
TRA22	Kars	2016	570763	102.737,34	101.709,97	26.322,54	20.339,43	7.118,80	2.598.361,69	93.541.020,91	256.276,77	0,26	93,54	2.233,76
TRA23	İğdir	2016	110735	19.932,30	19.732,98	5.106,89	3.946,10	1.381,13	504.113,94	18.148.101,67	49.720,83	0,05	18,15	433,38
TRA24	Ardahan	2016	285641	51.415,38	50.901,23	13.173,24	10.178,96	3.562,64	1.300.362,20	46.813.039,31	128.254,90	0,13	46,81	1.117,90
TOPLAM			1.179.733	212351,94	210228,4206	54407,11525	42040,37795	14714,13228	5370658,284	193343698,2	529708,7622	0,529708762	193,3436982	4617,047513
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR510	Ankara	2016	14.007.626	2.521.372,68	2.496.158,95	646.005,94	499.168,79	174.709,08	63.768.812,61	2.295.677.254,12	6.289.526,72	6,29	2.295,68	54.820,77
TOPLAM			14.007.626	2521372,68	2496158,953	646005,9371	499168,7876	174709,0757	63768812,61	2295677254	6289526,724	6,289526724	2295,677254	54820,77283
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR611	Antalya	2016	511.860	92.134,80	91.213,45	23.606,04	18.240,39	6.384,14	2.330.209,59	83.887.545,21	229.828,89	0,23	83,89	2.003,23
TR612	İsparta	2016	421582	75.884,76	75.125,91	19.442,59	15.023,29	5.258,15	1.919.224,83	69.092.093,70	189.293,41	0,19	69,09	1.649,92
TR613	Burdur	2016	171558	30.880,44	30.571,64	7.911,94	6.113,56	2.139,74	781.006,71	28.116.241,71	77.030,80	0,08	28,12	671,42
TOPLAM			1105000	198900	196911	50960,5668	39377,22997	13782,03049	5030441,128	181095880,6	496153,0976	0,496153098	181,0958806	4324,569629
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR321	Aydın	2016	3.513.452	632.421,36	626.097,15	162.033,94	125.203,63	43.821,27	15.994.763,30	575.811.478,68	1.577.565,70	1,58	575,81	13.750,38
TR322	Denizli	2016	4274741	769.453,38	761.758,85	197.143,19	152.332,54	53.316,39	19.460.482,30	700.577.362,71	1.919.390,03	1,92	700,58	16.729,79
TR323	Muğla	2016	802088	144.375,84	142.932,08	36.990,82	28.582,81	10.003,98	3.651.453,81	131.452.337,28	360.143,39	0,36	131,45	3.139,08
TOPLAM			8.590.281	1546250,58	1530788,074	396167,9536	306118,9777	107141,6422	39106699,41	1407841179	3857099,12	3,85709912	1407,841179	33619,24735
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR221	Balikesir	2016	30.745.548	5.534.198,64	5.478.856,65	1.417.928,10	1.095.633,04	383.471,57	139.967.121,42	5.038.816.371,09	13.804.976,36	13,80	5.038,82	120.326,93
TR222	Çanakkale	2016	6186931	1.113.647,58	1.102.511,10	285.329,87	220.474,39	77.166,04	28.165.603,76	1.013.961.735,52	2.777.977,36	2,78	1.013,96	24.213,41
TOPLAM			36.932.479	6647846,22	6581367,758	1703257,976	1316107,438	460637,6032	168132725,2	6052778107	16582953,72	16,58295372	6052,778107	144540,3412
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TR411	Bursa	2016	11.191.583	2.014.484,94	1.994.340,09	516.135,22	398.817,68	139.586,19	50.948.958,74	1.834.162.514,81	5.025.102,78	5,03	1.834,16	43.799,80
TR412	Eskişehir	2016	4390969	790.374,42	782.470,68	202.503,41	156.474,39	54.766,03	19.989.602,76	719.625.699,38	1.971.577,26	1,97	719,63	17.184,66
TR413	Bilecik	2016	2179332	392.279,76	388.356,96	100.506,78	77.661,59	27.181,56	9.921.268,17	357.165.654,02	978.536,04	0,98	357,17	8.529,12
TOPLAM			17.761.884	3197139,12	3165167,729	819145,4082	632953,6569	221533,7799	80859829,67	2910953868	7975216,077	7,975216077	2910,953868	69513,57837
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TRA11	Erzurum	2016	174.203	31.356,54	31.042,97	8.033,92	6.207,81	2.172,73	793.047,91	28.549.724,61	78.218,42	0,08	28,55	681,77
TRA12	Erzincan	2016	1003783	180.680,94	178.874,13	46.292,62	35.770,31	12.519,61	4.569.657,27	164.507.661,84	450.705,92	0,45	164,51	3.928,44
TRA13	Bayburt	2016	88151	15.867,18	15.708,51	4.065,36	3.141,31	1.099,46	401.301,73	14.446.862,42	39.580,44	0,04	14,45	344,99
TOPLAM			1.266.137	227904,66	225625,6134	58391,90875	45119,42789	15791,79976	5764006,913	207504248,9	568504,7914	0,568504791	207,5042489	4955,201463
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji Tj/gün	Enerji Tj/yıl	Enerji TEP/yıl
TRC11	Gaziantep	2016	3.171.447	570.860,46	565.151,86	146.261,30	113.016,11	39.555,64	14.437.807,62	519.761.074,47	1.424.002,94	1,42	519,76	12.411,89
TRC12	Adıyaman	2016	278939	50.209,02	49.706,93	12.864,15	9.940,13	3.479,05	1.269.851,78	45.714.664,11	125.245,66	0,13	45,71	1.091,67
TRC13	Kilis	2016	352405	63.432,90	62.798,57	16.252,27	12.558,13	4.395,35	1.604.301,00	57.754.836,03	158.232,43	0,16	57,75	1.379,19
TOPLAM			3.802.791	684502,38	677657,3562	175377,7238	135514,3672	47430,02851	17311960,41	623230574,6	1707481,026	1,707481026	623,2305746	14882,74612

Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR631	Hatay	2016	1.022.445	184.040,10	182.199,70	47.153,28	36.435,34	12.752,37	4.654.614,82	167.566.133,63	459.085,30	0,46	167,57	4.001,48
TR632	Kahramanmaraş	2016	1135957	204.472,26	202.427,54	52.388,25	40.480,40	14.168,14	5.171.370,87	186.169.351,36	510.053,02	0,51	186,17	4.445,72
TR633	Osmaniye	2016	600177	108.031,86	106.951,54	27.679,06	21.387,61	7.485,66	2.732.267,03	98.361.612,98	269.483,87	0,27	98,36	2.348,88
TOPLAM			2.758.579	496544,22	491578,7778	127220,5877	98303,34811	34406,17184	12558252,72	452097098	1238622,186	1,238622186	452,097098	10796,0787
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR100	İstanbul	2016	2.284.962	411.293,16	407.180,23	105.378,24	81.425,77	28.499,02	10.402.141,92	374.477.109,11	1.025.964,68	1,03	374,48	8.942,51
TOPLAM			2.284.962	411293,16	407180,2284	105378,2431	81425,76845	28499,01896	10402141,92	374477109,1	1025964,682	1,025964682	374,4771091	8942,513365
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR310	İzmir	2016	19.802.883	3.564.518,94	3.528.873,75	913.272,53	705.685,68	246.989,99	90.151.345,79	3.245.448.448,51	8.891.639,58	8,89	3.245,45	77.501,31
TOPLAM			19.802.883	3564518,94	3528873,751	913272,5267	705685,6813	246989,9885	90151345,79	3245448449	8891639,585	8,891639585	3245,448449	77501,30895
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR821	Kastamonu	2016	674.089	121.336,02	120.122,66	31.087,74	24.021,50	8.407,53	3.068.746,63	110.474.878,79	302.670,90	0,30	110,47	2.638,14
TR822	Çankırı	2016	3236929	582.647,22	576.820,75	149.281,21	115.349,59	40.372,36	14.735.910,20	530.492.767,19	1.453.404,84	1,45	530,49	12.668,17
TR823	Sinop	2016	136514	24.572,52	24.326,79	6.295,77	4.864,74	1.702,66	621.471,17	22.372.962,03	61.295,79	0,06	22,37	534,27
TOPLAM			4.047.532	728555,76	721270,2024	186664,7284	144235,8356	50482,54247	18426128	663340608	1817371,529	1,817371529	663,340608	15840,57372
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR721	Kayseri	2016	3.701.454	666.261,72	659.599,10	170.704,25	131.903,17	46.166,11	16.850.630,26	606.622.689,31	1.661.979,97	1,66	606,62	14.486,15
TR722	Sivas	2016	672211	120.997,98	119.788,00	31.001,13	23.954,58	8.384,10	3.060.197,16	110.167.097,74	301.827,67	0,30	110,17	2.630,79
TR723	Yozgat	2016	747825	134.608,50	133.262,42	34.488,31	26.649,12	9.327,19	3.404.425,01	122.559.300,38	335.778,91	0,34	122,56	2.926,72
TOPLAM			5.121.490	921868,2	912649,518	236193,6953	182506,8683	63877,40391	23315252,43	839349087,4	2299586,541	2,299586541	839,3490874	20043,65621
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR711	Kırkkale	2016	685.858	123.454,44	122.219,90	31.630,51	24.440,89	8.554,31	3.122.324,25	112.403.672,84	307.955,27	0,31	112,40	2.684,20
TR712	Aksaray	2016	316072	56.892,96	56.324,03	14.576,66	11.263,38	3.942,18	1.438.897,36	51.800.305,14	141.918,64	0,14	51,80	1.236,99
TR713	Niğde	2016	1081432	194.657,76	192.711,18	49.873,65	38.537,37	13.488,08	4.923.149,33	177.233.375,90	485.570,89	0,49	177,23	4.232,33
TR714	Neveşehir	2016	831200	149.616,00	148.119,84	38.333,41	29.620,23	10.367,08	3.783.984,31	136.223.435,26	373.214,89	0,37	136,22	3.253,02
TR715	Kırşehir	2016	972119	174.981,42	173.231,61	44.832,34	34.641,95	12.124,68	4.425.508,96	159.318.322,50	436.488,55	0,44	159,32	3.804,52
TOPLAM			3.886.681	699602,58	692606,5542	179246,5762	138503,8295	48476,34031	17693864,21	636979111,6	1745148,251	1,745148251	636,9791116	15211,06119
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR421	Kocaeli	2016	8.555.086	1.539.915,48	1.524.516,33	394.544,82	304.864,79	106.702,68	38.946.476,44	1.402.073.151,95	3.841.296,31	3,84	1.402,07	33.481,51
TR422	Sakarya	2016	23.146.269	4.166.328,42	4.124.665,14	1.067.463,34	824.828,92	288.690,12	105.371.894,61	3.793.388.205,89	10.392.844,40	10,39	3.793,39	90.586,11
TR423	Düzce	2016	7.383.054	1.328.949,72	1.315.660,22	340.492,87	263.098,84	92.084,59	33.610.876,46	1.209.991.552,72	3.315.045,35	3,32	1.209,99	28.894,60
TR424	Bolu	2016	32629215	5.873.258,70	5.814.526,11	1.504.799,36	1.162.758,46	406.965,46	148.542.393,77	5.347.526.175,76	14.650.756,65	14,65	5.347,53	127.698,93
TR425	Yalova	2016	54269	9.768,42	9.670,74	2.502,79	1.933,90	676,87	247.056,12	8.894.020,22	24.367,18	0,02	8,89	212,39
TOPLAM			71.767.893	12918220,74	12789038,53	3309803,172	2557484,911	895119,7189	326718697,4	11761873107	32224309,88	32,22430988	11761,87311	280873,5298
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR521	Konya	2016	12.494.818	2.249.067,24	2.226.576,57	576.238,02	445.259,11	155.840,69	56.881.851,91	2.047.746.668,63	5.610.264,85	5,61	2.047,75	48.900,19
TR522	Karaman	2016	1182063	212.771,34	210.643,63	54.514,57	42.123,41	14.743,19	5.381.265,46	193.725.556,50	530.754,95	0,53	193,73	4.626,17
TOPLAM			13.676.881	2461838,58	2437220,194	630752,5863	487382,5234	170583,8832	62263117,36	2241472225	6141019,795	6,141019795	2241,472225	53526,35674
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TRB11	Malatya	2016	3.380.406	608.473,08	602.388,35	155.898,10	120.462,47	42.161,86	15.389.079,98	554.006.879,10	1.517.827,07	1,52	554,01	13.229,68
TRB12	Elazığ	2016	4637191	834.694,38	826.347,44	213.858,72	165.248,63	57.837,02	21.110.512,51	759.978.450,43	2.082.132,74	2,08	759,98	18.148,29
TRB13	Bingöl	2016	1832055	329.769,90	326.472,20	84.491,01	65.286,20	22.850,17	8.340.312,06	300.251.233,99	822.606,12	0,82	300,25	7.170,00
TRB14	Tunceli	2016	72893	13.120,74	12.989,53	3.361,69	2.597,58	909,15	331.840,67	11.946.264,28	32.729,49	0,03	11,95	285,28
TOPLAM			9.922.545	1786058,1	1768197,519	457609,5179	353594,8745	123758,2061	45171745,22	1626182828	4455295,419	4,455295419	1626,182828	38833,24593

Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR331	Manisa	2016	39.492,535	7.108.656,30	7.037.569,74	1.821.323,05	1.407.336,32	492.567,71	179.787.214,77	6.472.339.731,72	17.732.437,62	17,73	6.472,34	154.559,47
TR332	Afyon	2016	17401182	3.132.212,76	3.100.890,63	802.510,50	620.099,86	217.034,95	79.217.757,12	2.851.839.256,14	7.813.258,24	7,81	2.851,84	68.101,92
TR333	Kütahya	2016	1582349	284.822,82	281.974,59	72.975,02	56.387,80	19.735,73	7.203.541,62	259.327.498,28	710.486,30	0,71	259,33	6.192,74
TR334	Uşak	2016	8773763	1.579.277,34	1.563.484,57	404.629,81	312.657,45	109.430,11	39.941.989,36	1.437.911.617,01	3.939.483,88	3,94	1.437,91	34.337,33
TOPLAM			67.249.829	12104969,22	11983919,53	3101438,374	2396481,431	838768,501	306150502,9	11021418103	30195666,04	30,19566604	11021,4181	263191,4643
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TRC31	Mardin	2016	1.068.503	192.330,54	190.407,23	49.277,39	38.076,64	13.326,82	4.864.290,89	175.114.472,15	479.765,68	0,48	175,11	4.181,73
TRC32	Batman	2016	222197	39.995,46	39.995,51	10.247,32	7.918,10	2.771,34	1.011.537,49	36.415.349,67	99.768,08	0,10	36,42	869,60
TRC33	Şırnak	2016	158521	28.533,78	28.248,44	7.310,70	5.648,98	1.977,14	721.656,61	25.979.638,09	71.177,09	0,07	25,98	620,39
TRC34	Siirt	2016	89525	16.114,50	15.953,36	4.128,73	3.190,27	1.116,59	407.556,78	14.672.044,08	40.197,38	0,04	14,67	350,37
TOPLAM			1.538.746	276974,28	274204,5372	70964,13423	54833,98652	19191,89528	7005041,778	252181504	690908,2301	0,69090823	252,181504	6022,094315
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR831	Samsun	2016	4.054.062	729.731,16	722.433,85	186.965,88	144.468,54	50.563,99	18.455.855,40	664.410.794,53	1.820.303,55	1,82	664,41	15.866,13
TR832	Tokat	2016	194618	35.031,24	34.680,93	8.975,42	6.935,31	2.427,36	885.985,87	31.895.491,49	87.384,91	0,09	31,90	761,66
TR833	Çorum	2016	5396730	971.411,40	961.697,29	248.887,26	192.315,18	67.310,31	24.568.264,75	884.457.531,03	2.423.171,32	2,42	884,46	21.120,85
TR834	Amasya	2016	1431938	257.748,84	255.171,35	66.038,35	51.027,83	17.859,74	6.518.805,26	234.676.989,23	642.950,66	0,64	234,68	5.604,09
TOPLAM			11.077.348	1993922,64	1973983,414	510866,9074	394746,8594	138161,4008	50428911,29	1815440806	4973810,428	4,973810428	1815,440806	43352,72645
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TRC21	Şanlıurfa	2016	726.730	130.811,40	129.503,29	33.515,45	25.897,39	9.064,09	3.308.391,39	119.102.089,88	326.307,10	0,33	119,10	2.844,16
TRC22	Diyarbakır	2016	735650	132.417,00	131.092,83	33.926,82	26.215,26	9.175,34	3.348.999,11	120.563.967,94	330.312,24	0,33	120,56	2.879,07
TOPLAM			1.462.380	263228,4	260596,116	67442,27482	52112,64575	18239,42601	6657390,495	239666057,8	656619,3365	0,6566193365	239,6660578	5723,225461
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR211	Tekirdağ	2016	795.985	143.277,30	141.844,53	36.709,36	28.365,33	9.927,86	3.623.670,30	130.452.130,80	357.403,10	0,36	130,45	3.115,20
TR212	Edirne	2016	302115	54.380,70	53.836,89	13.932,99	10.766,02	3.768,11	1.375.359,02	49.512.924,86	135.651,85	0,14	49,51	1.182,37
TR213	Kırklareli	2016	295103	53.118,54	52.587,35	13.609,61	10.516,14	3.680,65	1.343.437,35	48.363.744,49	132.503,41	0,13	48,36	1.154,93
TOPLAM			1.393.203	250776,54	248268,7746	64251,95887	49647,48862	17376,62102	6342466,671	228328800,1	625558,3566	0,6255583566	228,3288001	5452,491747
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR901	Trabzon	2016	49.760	8.956,80	8.867,23	2.294,84	1.773,22	620,63	226.529,19	8.155.050,70	22.342,60	0,02	8,16	194,74
TR902	Ordu	2016	468.013	84.242,34	83.399,92	21.583,90	16.677,88	5.837,26	2.130.598,95	76.701.562,33	210.141,27	0,21	76,70	1.831,63
TR903	Giresun	2016	90.804	16.344,72	16.181,27	4.187,71	3.235,85	1.132,55	413.379,34	14.881.656,42	40.771,66	0,04	14,88	355,37
TR904	Rize	2016	19401	3.492,18	3.457,26	894,74	691,36	241,98	88.321,80	3.179.584,78	8.711,19	0,01	3,18	75,93
TR905	Artvin	2016	17954	3.231,72	3.199,40	828,01	639,80	223,93	81.734,43	2.942.439,31	8.061,48	0,01	2,94	70,27
TR906	Gümüşhane	2016	88249	15.884,82	15.725,97	4.069,88	3.144,80	1.100,68	401.747,87	14.462.923,41	39.624,45	0,04	14,46	345,37
TOPLAM			734.181	132152,58	130831,0542	33859,07683	26162,90866	9157,018032	3342311,582	120323216,9	329652,6492	0,3296526492	120,3232169	2873,318421
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR821	Van	2016	427.186	76.893,48	76.124,55	19.701,03	15.222,99	5.328,05	1.944.736,67	70.010.520,23	191.809,64	0,19	70,01	1.671,85
TR822	Muş	2016	452929	81.527,22	80.711,95	20.888,25	16.140,35	5.649,12	2.061.930,02	74.229.480,64	203.368,44	0,20	74,23	1.772,60
TR823	Bitlis	2016	83928	15.107,04	14.955,97	3.870,60	2.990,82	1.046,79	382.076,80	13.754.764,77	37.684,29	0,04	13,75	328,46
TR824	Hakkari	2016	37973	6.835,14	6.766,79	1.751,24	1.353,19	473,62	172.869,63	6.223.306,67	17.050,16	0,02	6,22	148,61
TOPLAM			1.002.016	180362,88	178559,2512	46211,13421	35707,3434	12497,57019	4561613,12	164218072,3	449912,5269	0,449912527	164,2180723	3921,527567
Düze2 kod	Düze2 adı	Yıl	TOPLAM	Gübre Miktarı kg/gün	Erişilebilir Gübre kg/gün	KM kg/gün	UKM kg/gün	Metan Miktarı m3/gün	Metan Miktarı m3/yıl	Enerji MJ/yıl	Enerji MJ/gün	Enerji TJ/gün	Enerji TJ/yıl	Enerji TEP/yıl
TR811	Zonguldak	2016	6.607.374	1.189.327,32	1.177.434,05	304.719,93	235.457,09	82.409,98	30.079.643,37	1.082.867.161,16	2.966.759,35	2,97	1.082,87	25.858,87
TR812	Karabük	2016	1450023	261.004,14	258.394,10	66.872,39	51.672,30	18.085,30	6.601.136,05	237.640.897,83	651.070,95	0,65	237,64	5.674,86
TR813	Bartın	2016	950144	171.025,92	169.315,66	43.818,89	33.858,86	11.850,60	4.325.469,19	155.716.890,85	426.621,62	0,43	155,72	3.718,52
TOPLAM			9.007.541	1621357,38	1605143,806	415411,217	320988,2474	112345,8866	41006248,61	1476224950	4044451,917	4,044451917	1476,22495	35252,2518
Genel Sütunlar Toplam			333.541.262	60.037.427,1600	59.437.052,8884	15.382.309,2875	11.885.910,3865	4.160.068,6353	1.518.425.051,8709	54.663.301.867,3530	149.762.470,8695	149,7625	54.663,3019	1.305.359,6486

ÖZGEÇMİŞ

Cemre GÖRMÜŞ, 1992 yılında İstanbul' da doğdu. Lise Eğitimini 2010 yılında Gürpınar 80. Yıl Cumhuriyet Lisesi'nde tamamladı. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. Lisans eğitimini 2014 yılında tamamladı ve aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü' nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2017 yılından itibaren İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı' Atık Yönetimi Müdürlüğü' nde Çevre Mühendisi olarak görev yapmaktadır.