

T.C.  
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



HAYVAN GÜBRESİNDEN BİYOGAZ ÜRETİM POTANSİYELİNİN  
BELİRLENMESİ: ANKARA, GAZİANTEP, MANİSA, MERSİN, KARS,  
SAKARYA, SAMSUN İLLERİ ÖZELİNDE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aytaç ATASAYIN

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Makine Mühendisliği (Tezli) Yüksek Lisans Programı

MAYIS 2023

T.C.  
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



HAYVAN GÜBRESİNDEN BİYOGAZ ÜRETİM POTANSİYELİNİN  
BELİRLENMESİ: ANKARA, GAZİANTEP, MANİSA, MERSİN, KARS,  
SAKARYA, SAMSUN İLLERİ ÖZELİNDE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aytaç ATASAYIN  
(210022003)

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Makine Mühendisliği (Tezli) Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Utku CANCI MATUR

MAYIS 2023



T.C.  
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi**

Enstitümüz, Makine Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı (210022003) numaralı öğrencisi Aytaç ATASAYIN'ın "Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Ankara, Gaziantep, Manisa, Mersin, Kars, Sakarya, Samsun İlleri Özelinde" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 25/05/2023 tarihinde oluşturulan jüri tarafından *oy birliği* ile Yüksek Lisans Tezi olarak *kabul* edilmiştir.

**Öğretim Üyesi Adı Soyadı**

- 1. Tez Danışmanı:** Dr. Öğr. Ü. Utku CANCI MATUR
- 2. Jüri Üyesi:** Prof. Dr. Nilgün BAYDOĞAN
- 3. Jüri Üyesi:** Dr. Öğr. Üyesi Parisa HEİDARNEJAD

## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Ankara, Gaziantep, Manisa, Mersin, Kars, Sakarya, Samsun İlleri Özelinde” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (25/05/2023)

Aytaç ATASAYIN



## ÖNSÖZ

Hayatımızda büyük önem taşıyan enerjinin, yenilenebilir kaynaklarla sağlanması tüm insanlık için faydalık olacaktır. Bu sebepten dolayı yenilenebilir enerjiye karşı olan ilgim ve bu alanda araştırma isteğim doğrultusunda biyogaz ile ilgili çalışmalar yaptım. Bazen farkında olmadığımız ancak bizlere çok faydalı olabilecek kaynaklar ve potansiyel enerjiler keşfettim.

Kendisinden aldığım yenilenebilir enerji dersi ile bu alana olan ilgim ve bilgimin artmasını sağlayan, tez danışmanlığımı üstlenip çalışmamda yardımcı olan, araştırmalarımda yol gösteren, bana bilgisiyle ve tecrübesiyle kaynak olan, değerli hocam Dr. Öğr. Ü. Utku CANCI MATUR' a teşekkür ederim.

Birlikteliğimizden itibaren yaşamımın her alanında her zaman yanımda olan, bana güvenen, her konuda destekleyen saygı değer eşim Damla TANYILDIZ ATASAYIN' a teşekkür ederim.

Eğitim öğretim hayatım boyunca beni destekleyen, beni yetiştiren annem Aysel ATASAYIN' a, babam Murat ATASAYIN' a ve bana güvenen, manevi desteğini esirgemeyen kardeşim Mehmet Şakir ATASAYIN' a teşekkür ederim.

Mayıs 2023

Aytaç ATASAYIN

Makine Mühendisi

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi .....	2
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1 İklim Değişikliği .....	3
2.2 Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji.....	4
<b>3. BİYOKÜTLE VE BİYOGAZ .....</b>	<b>7</b>
3.1 Biyokütle .....	7
3.1.1 Biyokütle enerji çeşitleri.....	7
3.2 Biyogaz.....	8
3.2.1 Biyogaz oluşumu .....	10
3.2.2 Biyogaz oluşumunu etkileyen faktörler.....	11
3.2.3 Biyogaz kullanım alanları.....	14
3.2.4 Biyogaz üretiminde kullanılan ham maddeler.....	15
3.2.5 Hayvansal kaynaklardan elde edilebilecek gübre ve biyogaz miktarı.....	16
<b>4. HAYVANSAL ATIK KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ .....</b>	<b>19</b>
4.1 Biyogaz Tesisindeki Birimler.....	20
4.1.1 Ön depolama.....	21
4.1.2 Karıştırıcılar .....	21
4.1.3 Besleme ünitesi.....	22
4.1.4 Kollektör .....	22
4.1.5. Reaktör .....	23
4.1.6 Desülfürizasyon .....	24
4.1.7. Gaz Yıkama Ünitesi .....	25
4.1.8. Gaz Tankı .....	25
4.1.9 Flare .....	26
4.1.10 Gaz motorları.....	26
4.1.11 Kontrol odası .....	27
4.1.12 Hijyenizasyon .....	27
4.1.13 Laboratuvar.....	28
<b>5. HAYVANSAL ATIKLARDAN ELDE EDİLEBİLECEK ELEKTRİK ENERJİSİNİN POTANSİYELİNİN HESAPLANMASI; ANKARA, GAZİANTEP, KARS, MANİSA, MERSİN, SAKARYA, SAMSUN ÖRNEKLEMESİ .....</b>	<b>29</b>
5.1. Hayvansal Atıklardan Enerji Eldesindeki Kabuller ve Hesap Yöntemi .....	29
5.2 Ankara İlinin İncelenmesi .....	32

5.2.1 Ankara ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri .....	32
5.2.2. Ankara ilinin beşeri ve ekonomik durumu .....	33
5.2.3 Ankara ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli.....	34
5.3. Gaziantep İlinin İncelenmesi.....	39
5.3.1 Gaziantep ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri.....	39
5.3.2. Gaziantep İlinin Beşeri ve Ekonomik Durumu .....	41
5.3.3 Gaziantep ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli .....	41
5.4 Kars İlinin İncelenmesi .....	46
5.4.1 Kars ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri .....	46
5.4.2 Kars ilinin beşeri ve ekonomik durumu .....	47
5.4.3 Kars ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli.....	48
5.5 Manisa İlinin İncelenmesi .....	53
5.5.1 Manisa ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri .....	53
5.5.2. Manisa İlinin Beşeri ve Ekonomik Durumu.....	55
5.5.3. Manisa ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli.....	55
5.6 Mersin İlinin İncelenmesi.....	60
5.6.1 Mersin ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri .....	60
5.6.2. Mersin İlinin Beşeri ve Ekonomik Durumu .....	61
5.5.3 Mersin ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli .....	62
5.7. Sakarya İlinin İncelenmesi .....	67
5.7.1. Sakarya ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri .....	67
5.7.2. Sakarya ilinin beşeri ve ekonomik durumu .....	68
5.7.3. Sakarya ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli.....	69
5.8. Samsun İlinin İncelenmesi .....	74
5.8.1. Samsun İlinin Coğrafi Konumu ve İklim Özellikleri .....	74
5.8.2. Samsun ilinin beşeri ve ekonomik durumu .....	75
5.8.3. Samsun ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli.....	76
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>81</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>85</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>87</b>

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 3.1: Biyogaz İçerisindeki Gazların Oranları Çizelgesi.....	9
Çizelge 3.2: Biyogaz ile Eş Değer Isı Miktarı.....	9
Çizelge 3.3: Biyogaz ile Eş Değer Yakıt Miktarı.....	10
Çizelge 3.4: Besin Miktarı ve Bunlardan Elde Edilecek Metan Gazı Miktarı.....	12
Çizelge 3.5: Organik Maddelerdeki Gaz Oranları.....	13
Çizelge 3.6: Biyogaz Üretiminde Kullanılan Bazı Ham Madde ve Metan Oranı.....	15
Çizelge 3.7: Bitkisel Atıkların Biyogaz Verimi ve Metan Oranı.....	16
Çizelge 3.8: Endüstriyel Atıklarda Biyogaz Verimi ve Metan Oranı.....	16
Çizelge 3.9: Hayvan Türlerine Göre Gübre Miktarı, Gübredeki Katı Madde Uçucu Katı Madde ve Metan Oranı.....	17
Çizelge 5.1: Bu Çalışmada Hayvan Türüne Bağlı Olarak, Hayvanların Kapalı Ortamda Kalma Süreleri İle Biyogaz Potansiyelinin Hesap Edilmesinde Kabul Edilen Değerler.....	30
Çizelge 5.2: Ankara İlinin Yıllara Göre Nüfusu.....	34
Çizelge 5.3: Ankara'daki Hayvan Sayısı.....	35
Çizelge 5.4: Ankara İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı.....	36
Çizelge 5.5: Ankara İlindeki Hayvan Gübrelere Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli.....	37
Çizelge 5.6: Ankara İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli.....	39
Çizelge 5.7: Gaziantep İli Yıllara Göre Nüfusu.....	41
Çizelge 5.8: Gaziantep İlindeki Hayvan Sayısı.....	42
Çizelge 5.9: Gaziantep İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı.....	43
Çizelge 5.10: Gaziantep İlindeki Hayvan Gübrelere Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli.....	44
Çizelge 5.11: Gaziantep İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021.....	45
Çizelge 5.12: Kars İlinin Yıllara Göre Nüfusu.....	48
Çizelge 5.13: Kars İlinin Hayvan Sayısı.....	49
Çizelge 5.14: Kars İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı.....	49
Çizelge 5.15: Kars İlindeki Hayvan Gübrelere Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli 2021.....	51
Çizelge 5.16: Kars İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021.....	52
Çizelge 5.17: Manisa İlinin Yıllara Göre Nüfusu.....	55
Çizelge 5.18: Manisa İlinin Hayvan Sayısı 2021.....	56
Çizelge 5.19: Manisa İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı.....	57
Çizelge 5.20: Manisa İlindeki Hayvan Gübrelere Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli 2021.....	58
Çizelge 5.21: Manisa İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021.....	59
Çizelge 5.22: Mersin İlinin Yıllara Göre Nüfusu.....	62
Çizelge 5.23: Mersin İlinin Hayvan Sayısı.....	63
Çizelge 5.24: Mersin İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı.....	63



<b>Çizelge 5.25:</b> Mersin İlindeki Hayvan Gübrelерinde Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli 2021 .....	65
<b>Çizelge 5.26:</b> Mersin İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021 .....	66
<b>Çizelge 5.27:</b> Sakarya İlinin Yıllara Göre Nüfusu.....	69
<b>Çizelge 5.28:</b> Sakarya İlinin Hayvan Sayısı .....	70
<b>Çizelge 5.29:</b> Sakarya İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı.....	70
<b>Çizelge 5.30:</b> Sakarya İlindeki Hayvan Gübrelерinde Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli .....	72
<b>Çizelge 5.31:</b> Sakarya İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021.....	73
<b>Çizelge 5.32:</b> Samsun İlinin Yıllara Göre Nüfusu.....	75
<b>Çizelge 5.33:</b> Samsun İlinin Hayvan Sayısı .....	76
<b>Çizelge 5.34:</b> Sakarya İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı.....	77
<b>Çizelge 5.35:</b> Samsun İlindeki Hayvan Gübrelерinde Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli 2021 .....	78
<b>Çizelge 5.36:</b> Samsun İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021 .....	79



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1: Sera Gazları İle Küresel Isınmanın Meydana Gelişini Açıklayan Şematik Görünüm.....	4
Şekil 2.2: 2020 Dünya Enerji Arzı .....	5
Şekil 2.3: 2021 Türkiye Enerji Arzı .....	5
Şekil 3.1: Biyokütleden Enerji Üretimi Şeması.....	7
Şekil 3.2: Biyokütle Maddelerin Enerji Kaynağı Olarak Kullanımı .....	8
Şekil 3.3: Metan Gazı Oluşum Diyagramı .....	11
Şekil 3.4: Biyogaz Kullanım Alanları .....	14
Şekil 3.5: Gübrelerinden Faydalanılan Hayvanlar.....	17
Şekil 4.1: Eskişehir Biyogaz Enerji Santrali.....	20
Şekil 4.2: Biyogaz Tesisi .....	20
Şekil 4.3: Ön Depolama.....	21
Şekil 4.4: Karıştırıcı.....	21
Şekil 4.5: Besleme ünitesi .....	22
Şekil 4.6: Kollektör.....	23
Şekil 4.7: Reaktörün İç Kısmı .....	24
Şekil 4.8: Desülfürizasyon Ünitesi .....	24
Şekil 4.9: Yıkama Ünitesi.....	25
Şekil 4.10: Biyogaz Tankı .....	25
Şekil 4.11: Flare.....	26
Şekil 4.12: Gaz Motoru ve Kojenerasyon Ünitesi.....	27
Şekil 4.13: Kontrol Ünitesi.....	27
Şekil 4.14: Hijyenizasyon.....	28
Şekil 5.1: Ankara İl Haritası .....	33
Şekil 5.2: Ankara İli 2021 Yıllık Hava Sıcaklığı.....	33
Şekil 5.3: Gaziantep İl Haritası.....	40
Şekil 5.4: Gaziantep İlinin Yıllık Sıcaklık Grafiği 2021 .....	40
Şekil 5.5: Kars İl Haritası .....	46
Şekil 5.6: Kars İlinin 2021 Yılı Sıcaklık Dağılımı .....	47
Şekil 5.7: Manisa İli Haritası .....	54
Şekil 5.8: Manisa İlinin 2021 Yılı Sıcaklık Dağılımı .....	54
Şekil 5.9: Mersin İli Haritası .....	60
Şekil 5.10: Mersin İlinin 2021 Yılı Sıcaklık Dağılımı .....	61
Şekil 5.11: Sakarya İli Haritası.....	67
Şekil 5.12: Sakarya İlinin 2021 Yılı Sıcaklık Dağılımı.....	68
Şekil 5.13: Samsun İl Haritası .....	74
Şekil 5.14: Samsun İli 2022 Sıcaklık Grafiği .....	75

## HAYVAN GÜBRESİNDEN BİYOGAZ ÜRETİM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ: ANKARA, GAZİANTEP, MANİSA, MERSİN, KARS, SAKARYA, SAMSUN İLLERİ ÖZELİNDE

### ÖZET

Enerji ihtiyacının gün geçtikçe arttığı günümüzde, kullanılan enerji kaynakları da tükenmeye başlamıştır. Enerji kaynakları yenilenebilir veya yenilenemez olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesinin dışında doğaya ve insanlığa da zarar vermesi gibi olumsuz tarafları da vardır. Bu kaynaklardan enerji eldesi sırasında çevreye sera gazı olarak isimlendirilen CO<sub>2</sub> ve metan gibi gazların salınımı gerçekleşmektedir. Bu sera gazları dünyamıza gelen güneş ışınlarının daha fazla yüzeyde kalmasını sağladığı için, yeryüzünün sıcaklığının artmasına sebep olmaktadır. Küresel ısınma sebeplerinden biri olan sera gazlarının yanı sıra kirli havanın solunması ile birlikte insan sağlığı tehlike altına girmektedir. Bunun aksine yenilenebilir enerji kaynağı olarak gösterilen güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle gibi kaynaklardan enerji elde edilmesi, yenilenebilir olması sebebi ile temel kaynak olan Güneş' in ömrü ile paraleldir. Yenilenebilir enerji kaynakları çevre dostu olduğu için bu kaynakların kullanımı ile küresel ısınmanın ve atmosferdeki kirli gaz miktarının düşmesi sağlanabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyokütle çeşitli proseslerden geçerek enerji edilmek için kullanılmaktadır. Bunlar biyogaz, biyoetanol, pelet, cips gibi dönüşümler sonrasında kullanıma uygun hale getirilmiş ürünlerdir. Bu ürünler yakılarak ısı enerjisi, elde edilen ısı enerjisi ile elektrik enerjisi elde edilmektedir. Taşıtlarda yakıt olarak da biyokütle kullanılmaktadır.

Hayvan dışkıların doğaya saldığı metan gazı, sera gazı etkisi açısından CO<sub>2</sub>' in 26 kat daha fazladır. Bu sebepten dolayı bu metan gazının bertaraf edilmesi gerekmektedir. Dışkının sulara karışması, insanların yaşadığı ortamlarda dışkıların kalması sağlık açısından sorun teşkil etmektedir. Bu dışkıların bertarafı biyogaz tesisleri ile sağlandığı zaman elektrik enerjisi, ısı enerjisi elde edilir. Isı enerjisi hem tesisin ısınması hem de çevresinde bulunan yapıların ısınma ihtiyacının karşılanmasını sağlamaktadır. Biyogaz tesislerinde görülen işlemler sonrasında kalan dışkının eski haline göre daha verimli bir gübre eldesi de sağlanmaktadır.

Dünya genelinde ve Türkiye biyogazdan elektrik eldesi yöntemi kullanılmaktadır. Hayvancılık yapılan ve hayvan dışkılarının toplanabildiği yerlerde potansiyeller daha fazla olmaktadır. Türkiye' de hayvancılığın önde olduğu Ankara, Gaziantep, Kars, Manisa, Mersin, Sakarya, Samsun illeri biyogazdan elektrik enerjisi elde etme potansiyeli incelenmiştir. Bu illere bakıldığında Ankara ilinde 375.497,55 MWhe/ yıl elektrik enerjisi potansiyeli bulunmuştur. Sırasıyla Gaziantep 115.452,27 MWhe/ yıl, Kars 198.691,40 MWhe/ yıl, Manisa Manisa 472.489,23 MWhe/yıl, Mersin 276.944,13 MWhe/yıl, Sakarya 290.541,56 MWhe/yıl, Samsun 134.450,74 MWhe/yıl olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Enerji, Biyogaz, Elektrik*

**DETERMINATION OF BIOGAS PRODUCTION POTENTIAL FROM  
ANIMAL MANURE: SPECIFIC TO THE PROVINCES OF ANKARA,  
GAZIANTEP, MANISA, MERSIN, KARS, SAKARYA, SAMSUN**

**ABSTRACT**

In today's world, where the need for energy is increasing day by day, the energy sources used have started to run out. Energy resources are divided into two categories as renewable or non-renewable. Apart from the depletion of non-renewable energy sources, there are also negative aspects such as harming nature and humanity. During the production of energy from these sources, gases such as CO<sub>2</sub> and methane, which are called greenhouse gases, are released to the environment. These greenhouse gases cause the sun's rays to stay on the surface more, causing the temperature of the earth to increase. In addition to greenhouse gases, which is one of the causes of global warming, human health is endangered by breathing polluted air. On the contrary, obtaining energy from sources such as the sun, wind, geothermal, and biomass, which are shown as renewable energy sources, is parallel to the life of the Sun, which is the main source because it is renewable. Since renewable energy sources are environmentally friendly, the use of these sources can reduce global warming and the amount of polluted gas in the atmosphere.

Biomass, one of the renewable energy sources, is used for energy through various processes. These are products made suitable for use after transformations such as biogas, bioethanol, pellets, and chips. By burning these products, heat energy is obtained, and electrical energy is obtained with the heat energy obtained. Biomass is also used as fuel in vehicles.

Methane gas released by animal feces is 26 times more than CO<sub>2</sub> in terms of greenhouse gas effect. For this reason, this methane gas must be disposed of. Mixing of feces into the waters and remaining of feces in the environments where people live pose a health problem. When the disposal of these feces is provided by biogas facilities, electrical energy and heat energy are obtained. The heat energy provides both the heating of the facility and the heating needs of the surrounding buildings. After the processes in biogas plants, a more efficient fertilizer is obtained than the old feces.

The method of obtaining electricity from biogas is used throughout the world and in Türkiye. Potentials are greater in places where livestock is made and where animal excrement can be collected. In Turkey, the potential of obtaining electrical energy from biogas in Ankara, Gaziantep, Kars, Manisa, Mersin, Sakarya, Samsun provinces, where animal husbandry is at the forefront, has been examined. Considering these provinces, an electrical energy potential of 375,497.55 MWh/year was found in Ankara. Gaziantep 115.452.27 MWh/year, Kars 198.691.40 MWh/year, Manisa Manisa 472.489.23 MWh/year, Mersin 276.944.13 MWh/year, Sakarya 290.541.56 MWh/year, Samsun 134.450.74 MWh/year was found.

**Keywords:** *Energy, Biogas, Electric*

## 1. GİRİŞ

İş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji, gün geçtikçe daha fazla tüketilmeye başlanmıştır. Nüfus artışı ve gelişen teknoloji, enerjiye duyulan ihtiyacın artmasına sebep olan etmenlerdir (Koç, E., Kaya, K., 2015). Enerjiyi elde etmek için farklı kaynaklar kullanılmaktadır. Enerji kaynağı olarak en yüksek oranda petrol, doğalgaz ve kömür kullanılmaktadır. Bunun en büyük sebeplerinden biri elde edilen enerji veriminin daha yüksek olması görülmüyor. Bu kaynaklardan enerji elde edilirken dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunur. En önemlileri çevreye verilen zarar, kaynağın tükenebiliyor olmasıdır. Çevreye verilen zararların başında hava, toprak ve suların kirlenmesini sayabiliriz. Kirliliğin sonuçlarında hastalıklar çoğalıyor, iklim değişiklikleri gerçekleşiyor. Kullanılan birincil enerji kaynaklarının belirli ömürleri mevcuttur. Kaynakların azalıyor olması zamanla ekonomik yönden de ulaşımı zorlaştıracaktır. Bu sebeplerden dolayı alternatif enerji kaynaklarına yönelinmeye başlanmıştır. Alternatif enerji kaynaklarında aranan özellikler çevreye karşı duyarlı, yenilenebilir ve ulaşılabilir olmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynağı başlığı altında toplanan bu kaynaklara güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, gel-git dalga enerjisi, hidrolik enerji ve biyokütle enerjisini örnek verebiliriz (Mao ve ark. 2015).

Enerji kaynağı olarak biyokütlenin kullanılması tarım ve hayvancılık alanında gelişmeye sebep olacaktır. Yapılan tarım ve hayvancılıkta atık olarak görünen ürünler değerlendirilecek, geri kazanım artacaktır. Aynı zamanda bu atıkların çevreye verdikleri zararların da önüne geçilmiş olunmaktadır. Hayvan gübrelere biyogaz elde edilerek, gerekli işlemler uygulandığında elektrik ve ısı enerjisi üretilmektedir. Böylece hem atık olan hayvan gübresi bertaraf edilmiş hem de enerji üretilmiş olunmaktadır. Bölgesel olarak hayvan gübrelere enerji eldesi çalışmaları yapıldığında, o bölgede biyokütle kaynağı olarak görülen ürünler değerlendirilirken, bölgenin de enerji ihtiyacı karşılanmış olacaktır. Doğru çalışmalar yapıldığında elde edilecek verim artacaktır. Enerji eldesi için gerekli olan tesislerin kurulması, yeni istihdam ve yeni iş alanlarının açılmasına, çoğalmasına sebep olacaktır.

## 1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi

Enerji ihtiyacının karşılanması için çevreci ve yenilenebilir olan kaynaklara yönelmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle yer almaktadır. Biyokütle kullanılarak farklı yöntemlerle elektrik ve ısı enerjisi elde edilebilir. Bu yöntemlerden biri de hayvan gübresinden biyogaz üretilmesi ve bu biyogazdan enerji elde edilmesidir. Türkiye’deki belirlenen bölgeleri incelediğimizde hayvan gübrelerinden elde edilecek enerjinin potansiyeli hesaplanıp, buradaki ihtiyacın biyokütle enerji kaynağı kullanılarak ne kadar karşılanacağı tespit edilecektir. Bu tespit sonrasında incelenen bölgelerdeki potansiyele göre tesislerin kurulup kurulmaması, şehirler arasındaki potansiyel farklar belirlenecektir.

Bu çalışmanın sonrasında, yenilenebilir enerji kaynağına geçilmesi için bir adım daha atılmış olacağından hem çevre korunumu hem de tükenmeyen bir kaynaktan enerji elde edilme potansiyeli belirlendiği için önem arz etmektedir. Bu bilgiler ışığında kararlar alınıp, uygulamalara geçilebilir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Yaşamlarımızı idam ettirebilme ve kolaylaştırmak için enerjiye ihtiyaç duyarız. Sıcaklığımızı sabit tutmak için ısı enerjisine, aydınlanmak, teknolojik aletleri kullanmak için elektrik enerjisine gibi çeşitli kullanım amaçları ve buna göre farklı enerji türleri mevcuttur. Bu enerjilerin eldesi insanlığın başlangıcından beri belirli yöntemlerle sağlanıyordu. Sanayileşmenin başladığı dönemden itibaren enerjiye olan ihtiyaç artış gösterdi. Nüfusun artması ile birlikte ısınmak için harcanan enerjinin, gıda üretimi için harcanan enerjinin artması, kişilerin ulaşımlarında kullandıkları araçların, teknolojik alet gibi ürünlerin sayılarının artması ile enerji arzı da artmış olmaktadır. Bu enerji arzının artışı, bizlere elde edilme kaynağına göre olumsuz geri dönüşleri olmaktadır. En önemlilerinden biri de iklim değişikliğidir. Dünya genelinde bu konuyla ilgili hem lokal hem de global anlamda kurum ve kuruluşlar mevcuttur.

### 2.1 İklim Değişikliği

Artan karbon salınımı ve insan kaynaklı faktörlerden dolayı, sanayi faaliyetlerin artması ile beraber küresel ısınma gerçekleşmektedir. 1988 yılında kurulan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 'nin 8 Ağustos tarihinde yayınladığı raporda iklim değişikliklerine sebep olan insan kaynaklı etkilerin azaltılması gerektiği, sıcaklığın 1,5 °C artması durumunda dünya genelinde geri dönüşü olmayacak zararlara sebep olabileceği açıklanmıştır. Sıcaklığın artmasının sebeplerinden biri de sera gazı dediğimiz gazların etkileridir.

Güneş ışınlarının Dünya' da kalıp, sıcaklığın artmasını sağlayan gazlar mevcuttur. Bunlar karbondioksit, kloroflourkarbon, ozon, su buharı, azotoksitler ve metandır. Metan gazı organik artıkların (bitkiler, yemek artıkları, hayvan dışkıları) oksijensiz ortamda ayrışması sonucu oluşur. Bu oksijensiz ayrışmaya anaerobik ayrışma denir. Doğada atık olarak bulunan hayvan dışkılarından salınan metan gazını, biyogaz olarak değerlendirilebiliriz. Dışkılardaki bakterilerin aracılığı ile salınan metan gazı gübreden ayrıştırıldığında, daha verimli gübre elde edilmektedir. Böylece atıklar

bertaraf edilmiş, metan gazı kullanılarak biyogazdan enerji elde edilmiş, ayrıca daha verimli gübre sağlanmış olur (Kandil, E. 2008).



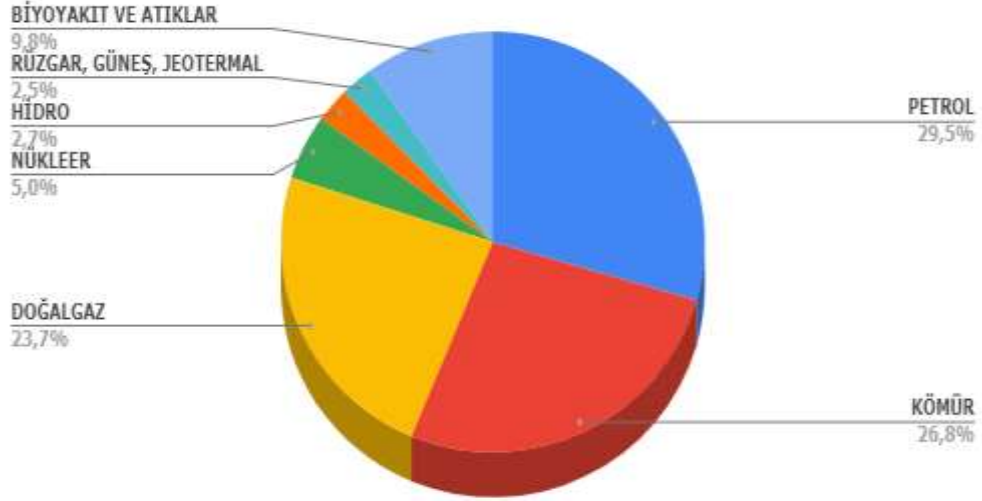
**Şekil 2.1:** Sera Gazları İle Küresel Isınmanın Meydana Gelişini Açıklayan Şematik Görünüm

**Kaynak:** TEMA Vakfı Arşivi

## 2.2 Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji

Dünya genelinde enerji üretimi için petrol, doğalgaz, kömür, nükleer gibi yenilenemeyen, bunun yanı sıra yenilenebilir enerji olarak sayabileceğimiz hidro, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle ve atıklar kullanılmaktadır. Başlarda elde edilen enerjinin çoğu tükenbilir kaynaklardan olduğu için şu an erişimi daha kolay ve daha fazla enerji elde edilmektedir. Zamanla enerji elde etme yöntemi eğilimi değiştirilmeye çalışılmaktadır. Her sene International Energy Agency' nin yapmış olduğu çalışmalara dayanarak bazı veriler elde ediyoruz. Bu verilere göre dünya genelinde 2020 yılında toplam 13.961 MTEP ' lik enerji arzı gerçekleşmiştir. Bu enerji arzının dağılımını incelediğimizde 4.114 MTEP ile %29,5 ' lik paya sahip olan petrolü görüyoruz. Arkasından %26,8' lik paya sahip olan kömürden 3.741 MTEP ' lik enerji eldesi sağlanmıştır. Doğalgazdan 3.306 MTEP, biyoyakıt ve atıklardan 1.373 MTEP, nükleerden 697 MTEP, hidrolik santrallerden 373 MTEP, rüzgar ve güneş gibi kaynaklardan 354 MTEP enerji elde edilmiştir. Biyoyakıtın içerisinde odun da bulunmaktadır.



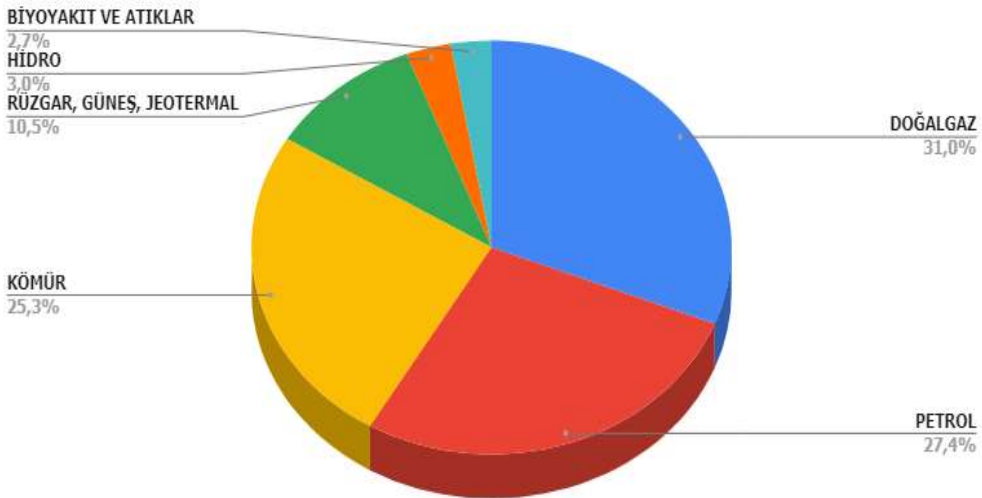


**Şekil 2.2:** 2020 Dünya Enerji Arzı

**Kaynak:** (IEA,2022)

Bu verileri değerlendirecek olursak, dünya genelinde tüketilebilir enerjinin payı %85'lik bir dilime sahiptir. Bu payı giderek düşürüp, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmaktadır.

Türkiye' nin 2021 yılındaki enerji arzının kaynakları incelenmiştir. Toplamda 158,43 MTEP enerji arzı yapılmıştır. International Energy Agency' nin paylaştığı verilere dayanarak doğalgazdan enerji %31 pay ile 49,11 MTEP, %27,4 pay ile 43,47 MTEP petrolden, %25,3 ' lik pay ile kömürden 40,14 MTEP, %10,5' lik pay ile rüzgar, güneş ve jeotermal kaynaklarından 16,56 MTEP, %3 ' lik pay ile hidroelektrik santrallerden 4,78 MTEP, %2,7' lik bir pay ile de biyoyakıt ve atıklardan 4,34 MTEP enerji elde edilmiştir.



**Şekil 2.3:** 2021 Türkiye Enerji Arzı

**Kaynak:** (IEA, 2022)

Bu değerlere bakıldığında Türkiye kendi ürettiği enerji arzında %83,8 'lk payını tükenebilir enerji kaynaklarından elde etmektedir.

Dünya, yenilenebilir enerji kaynaklarından, tüm ürettiği enerjiye kıyasla %15' ini sağlarken, Türkiye %16,2' sini sağlamaktadır. IPCC'nin planlarına göre bu oranların daha da arttırılması gerekmektedir.

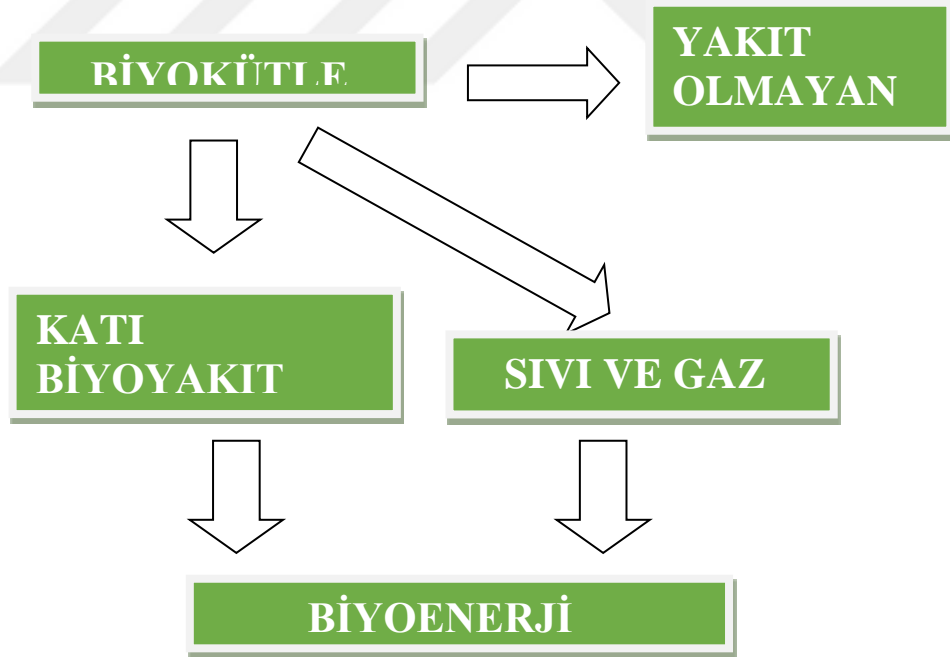


### 3. BİYOKÜTLE VE BİYOGAZ

#### 3.1 Biyokütle

Biyolojik kökenli olan, yenilenebilen, fosil olarak değerlendirilmeyen organik bileşimlere biyokütle denmektedir. Bunlara örnek verecek olursak bitkiler, ağaçlar, atıklar sayılabilir. Bunların dışında bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat, orman artıkları, orman ve tarım ürünlerinin işlenmesi sonucu açığa çıkan yan ürünleri de biyokütle olarak sıralayabiliriz (TMMOB, 2021).

Biyokütle ürünleri enerji eldesi için kullanılmaktadır. Bunun geçmişten günümüze gelen yöntemleri olduğu gibi, gelişen teknolojiler ile yöntem değişiklikleri de mevcuttur. Biyokütleden enerji üretiminin genel şablonu aşağıda belirtilmiştir. Bu ürünler sayesinde ülkemizde ve dünyada yenilenebilir enerji elde edilmektedir.



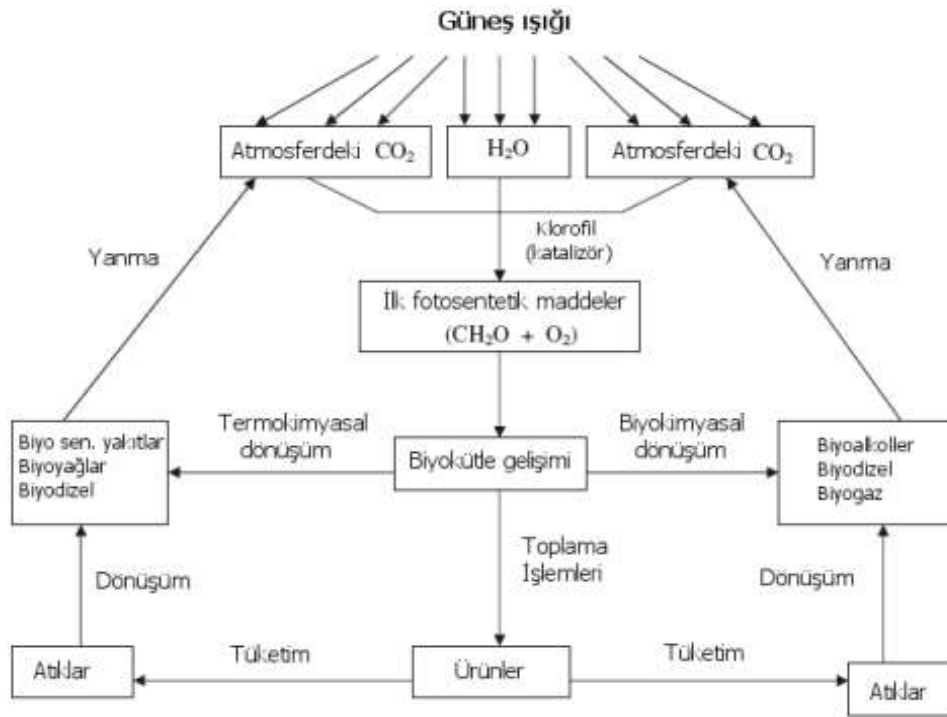
Şekil 3.1: Biyokütleden Enerji Üretimi Şeması

#### 3.1.1 Biyokütle enerji çeşitleri

Biyokütlenin temeli, bitkilerin fotosentez yapmasından kaynaklanmaktadır. Bitkiler, bünyelerinde bulunan klorofil yardımı ile güneş ışınlarını kullanarak karbon ve

hidrojen temelli besin üretimini, kendi enerji kaynaklarını sağlarlar. Bu enerji kaynağının kendisi ve bu kaynağı tüketenlerin atıkları, çeşitli işlemlerden geçirildikten sonra biyoyakıt elde edilir. Kaynak olarak orman atıkları, tarım atıkları, enerji bitkileri, hayvansal atıklar, çöpler (organik), algler, enerji ormanları, bitkisel ve hayvansal yağlar kullanılmaktadır.

Biyokütle kaynakları termokimyasal, biyokimyasal çevrimler ve fiziksel yöntemlerle biyoyakıtlara dönüştürülmektedir. Bu biyoyakıtlar katı, sıvı ve gaz halinde olmaktadır. Katı biyoyakıtlar pelet ve briket, sıvı biyoyakıtlar biyodizel ve biyoethanol, gaz biyoyakıtlar ise biyosentez, biyohidrojen ve biyogazdır.



**Şekil 3.2:** Biyokütle Maddelerin Enerji Kaynağı Olarak Kullanımı

**Kaynak:** (Demirbaş, 2008)

### 3.2 Biyogaz

Biyokütle atıklarının oksijensiz ortamda fermante edilmesi ile oluşan gazlara biyogaz denilmektedir. Biyokütle atık olarak biyolojik atıklar kullanılmaktadır. Bitkilerden ve hayvansal atıklardan elde edilen organik maddeler gibi, gıda sanayisinde kullanılan atıklar da biyogazın eldesinde yer alır. Biyogazın içerisinde farklı türde bileşik ve elementlerin gaz hali, hacimsel olarak farklı oranlarda bulunmaktadır. Biyogazın ısıl değerini oluşturan gaz ise metan gazıdır. Metan gazı sera etkisinde önemli bir rol oynamaktadır. Karbondioksit oranla 23 kat daha etkilidir. Biyogazdan enerji elde

edildiğinde, atmosfere salınacak olan metan gazı atığını da bertaraf ederek, iklim değişikliğinin önüne geçilmesinde yüksek oranda destek sağlanmış olmaktadır. (TMMOB,2021)

**Çizelge 3.1:** Biyogaz İçerisindeki Gazların Oranları Çizelgesi

Bileşen Adı	Hacimsel Oran	Birim
Metan (CH <sub>4</sub> )	40-75	%
Karbon dioksit (CO <sub>2</sub> )	15-60	%
Su buharı (H <sub>2</sub> O)	1-5	%
Azot (N <sub>2</sub> )	0-5	%
Oksijen (O <sub>2</sub> )	<2	%
Hidrojen (H <sub>2</sub> )	<1	%
Amonyak (NH <sub>3</sub> )	0-500	%
Hidrojen Sülfür (H <sub>2</sub> S)	0-5000	%

**Kaynak:** (Bharathiraja, B., Sudharsana, T., Jayamuthunagai, J., Praveenkumar, R., Chozhavendhan, S., Iyyappan, J., 2018.)

Çizelge 3.1. incelendiğinde biyogazın içerisinde %40-%75 oranında metan gazının olduğu görülmektedir. Daha sonra karbondioksit ve su gelmektedir. Bu Çizelgeden de anlaşılacağı üzere biyogazdaki metan gazı oranı oldukça yüksektir.

Biyogazdan elde edilecek enerji miktarı incelendiğinde ve kıyaslandığında sonuç olarak aşağıdaki Çizelgeyi elde ediyoruz. 1 m<sup>3</sup> biyogazın ısı miktarı 4.700-5.700 kCal' dir.

Çizelge 3.2.'e bakıldığında 1 m<sup>3</sup> biyogazdan elde edilecek ısı 0,62 litre gaz yağından, 1,46 kg odun kömüründen, 3,47 kg odundan, 0,43 kg bütan gazından, 12,3 kg tezekten ve 4,7 kWh elektrik enerjisi kullanılarak elde ediliyor. Karşılık gelen yakıt miktarının ise Çizelge 3.3.'e baktığımız da 0,66 litre motorin, 0,75 litre benzin 0,25 m<sup>3</sup> propan olduğunu görüyoruz.

**Çizelge 3.2:** Biyogaz ile Eş Değer Isı Miktarı

Biyogaz Miktarı	Eş Değer Isı Miktarını Sağlayan
1 m <sup>3</sup>	0,62 litre gaz yağı
1 m <sup>3</sup>	1,46 kg odun kömürü
1 m <sup>3</sup>	3,47 kg odun
1 m <sup>3</sup>	0,43 kg bütan gazı
1 m <sup>3</sup>	12,3 kg tezek
1 m <sup>3</sup>	4,70 kWh elektrik enerjisi

**Kaynak:** (<http://www.eie.gov.tr>).

**Çizelge 3.3: Biyogaz ile Eş Değer Yakıt Miktarı**

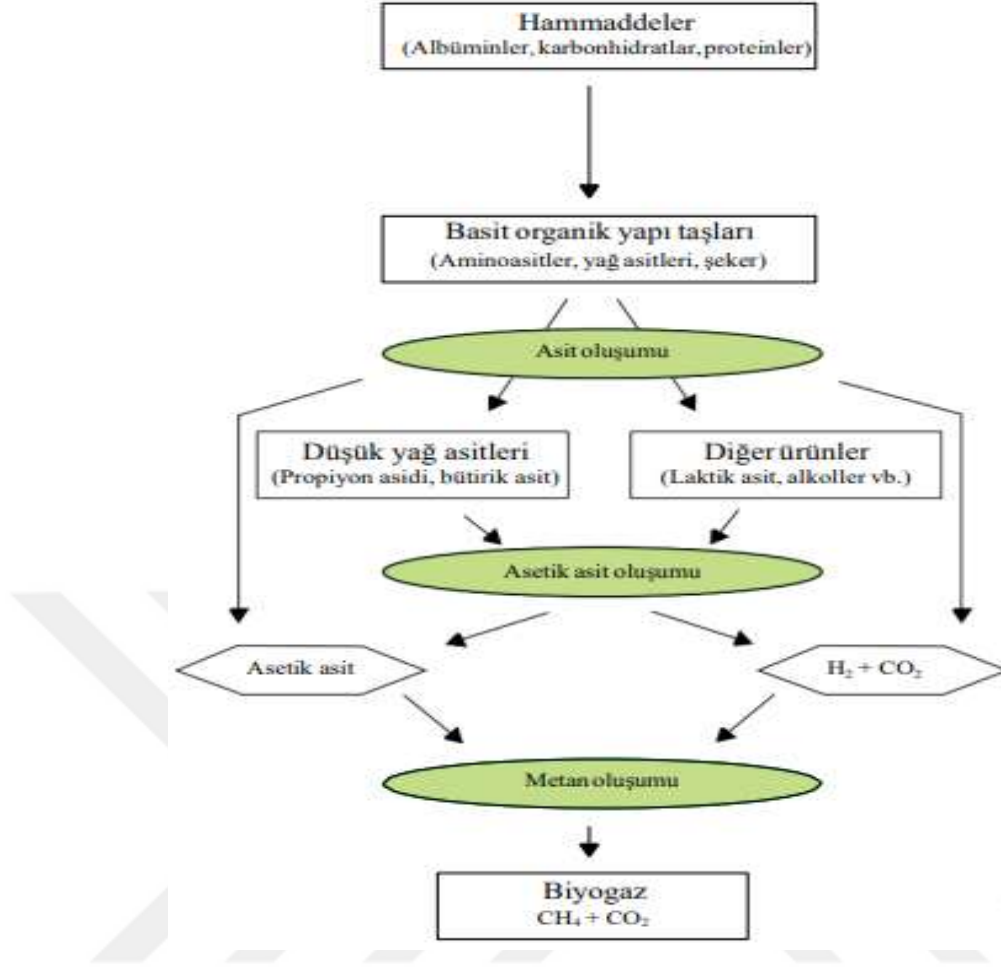
<b>Biyogaz Miktarı</b>	<b>Eş Değer Yakıt Miktarı</b>
1 m <sup>3</sup>	0,66 litre motorin
1 m <sup>3</sup>	0,75 litre benzin
1 m <sup>3</sup>	0,25 m <sup>3</sup> propan

**Kaynak:** (<http://www.eie.gov.tr>).

### **3.2.1 Biyogaz oluşumu**

Biyogaz, bakterilerin yardımıyla, biyokütle atıklarının oksijensiz ortamda fermante olmalarıyla gerçekleşir. Bu gerçekleşme farklı sıcaklıklarda olabilir. Belirli bir sırası mevcuttur ancak aynı anda birkaç proses de gerçekleşmektedir. Biyogaz üretiminde proses sırası önce hidroliz, sonrasında asetojeniz ve son olarak da metanojeniz olayı gerçekleşir

Hidroliz olayında ham madde, hidrolitik bakteriler tarafından protein, karbonhidrat, yağ kompleks yapıları daha basit yapı olan aminoasit, yağ asidi ve şekere dönüşür. Daha sonrasında asetojeniz dediğimiz olay gerçekleşmeye başlar. Bu olay sırasında ise asit üreten bakteriler çalışmaya başlar. Bu bakteriler ortamdaki ürünleri düşük yağ asidi olan asetik asit, propiyon ve bütrik aside dönüştürür. Bunun yanı sıra karbondioksit ve hidrojen de ortaya çıkmaktadır. Bu olayda oluşan hidrojenin yoğunluğu, ürünün türünü belirlemektedir. Hidrojen yoğunluğunun fazla olması, ara ürün oluşumunda negatif etki yapmaktadır. Bundan dolayı, hidrojeni kullanarak metan gazı üretimi sağlayan bakterilerin de bu süreçte devreye girmesi gerekmektedir. Son aşamada ise metanojeniz dediğimiz bölüm gerçekleşmektedir. Burada hidrojen, karbondioksit ve asetik asitler metan gazına dönüştürülür. Hidrojen kullanan bakteriler hidrojen ile karbondioksitten metan üretir. Bunun yanı sıra asetoklastik metan oluşturan bakteriler ise asetik asidi ayrıştırarak metan gazı oluşturmaktadır. (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2010).



Şekil 3.3: Metan Gazı Oluşum Diyagramı

### 3.2.2 Biyogaz oluşumunu etkileyen faktörler

Biyogaz oluşumu sırasında bu prosesi etkileyen bazı faktörler vardı. Prosesin her aşamasında farklı uygulama şartları sağlanması gerekebilir. Bu şartlar biyogazın oluşma hızını, kalitesini, istenilen gazların istenilen yaklaşık değerlerde oluşmasını sağlamaktadır. Çevresel koşullar başlığı altında toplayabileceğimiz bu unsurlar sıcaklık, pH değeri, besin değeri, zararlı maddeler, işletme parametreleridir.

Kimyasal reaksiyonlarda genelde ısının artırılması, reaksiyon hızını arttıran bir durumdur. Ancak bu kimyasal reaksiyonları sağlayan bakteriler olduğu için, bu bakterilerin yaşam sıcaklıkları önem kazanmaktadır. Belirli sıcaklıkların altında ya da üstünde olduğunda, bu organizmalarda kalıcı hasarlar söz konusu olmaktadır. Ortam sıcaklığına göre yaşamını sürdüren bakterileri üç gruba ayırmaktayız. Bunlardan biri düşük sıcaklıklarda yaşamını sürdüren, organik atığın ekstradan ısıtılmasına gerek duyulmayan ortamlarda yaşayan bakterilerdir. Bu bakterilere sakrolifik mikroorganizmalar denmektedir. Bunların çalışma sıcaklıkları 25°C ve

altındadır. Ortam ekstra ısıtılmaya gerek duyulmadığı için bir avantajı olsa da süre açısından ürettiği biyogaz miktarı düşüktür. Bu yüzden bu yöntem pek tercih edilmemektedir. En çok tercih edilen çalışma sıcaklığı 37°C-42°C arasında olan, nispeten daha fazla biyogaz elde edilen mezofilik mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra 40°C ve 70°C arasındaki sıcaklığa gereksinim duyan termofilik mikroorganizmaların olduğu proseslerde, reaktörlerin ayrıca ısıtılması gerekmektedir.

Biyogaz üretimini sağlayan mikroorganizmaların belirli bir sıcaklıkta çalışabildiği gibi, belirli bir pH değerleri de mevcuttur. Bu pH değeri, proseste bulunan her mikroorganizma için farklılık göstermektedir. Ortamın farklı pH'larda olması mikroorganizmaların çalışmalarını etkilemektedir. Hatta durma noktasına gelebilmektedirler. Bunun için ortamın pH değeri düzenli olarak kontrol edilmelidir. Örneğin asit üreten bakterilerin çalışma pH aralığı 5,2-6,3 iken, asetik asit üreten metanojenik arkeler için pH 6,5-8 arasında olması gerekmektedir. Asit üretimi arttığında ortamın pH değeri değişeceği için, metan üreten bakterilerin çalışması zamanla azalır ve durma noktasına gelmektedir. Asit üreten bakteriler, metan üreten bakterilere göre daha hızlı çoğalmaktadır. Bu yüzden ortamın asit oranı daha hızlı artabilir. Genelde pH değeri 7 olarak tutulmaktadır. Bu değer besleme ve reaksiyon hızına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Asit değeri arttığında besleme azaltılmalıdır. Bazı durumlarda besleme direk durdurulabilir. Besleme devam edecekse pH değerini korumak için alkali maddeler ortama eklenebilir.

Mikroorganizmaların verimli çalışabilmesi için, biyogaza dönüştürülecek olan besinin yeterliliği önemlidir. Metan gazına çevirmek ve kendi yaşamlarını idam ettirebilecek düzeyde maddenin bulunması gerekmektedir. Üretilecek olan metan gazı miktarı besinlerde bulunan yağ, karbonhidrat ve protein miktarına bağlıdır (Weiland, P., 2010).

**Çizelge 3.4:** Besin Miktarı ve Bunlardan Elde Edilecek Metan Gazı Miktarı

<b>Organik Maddeler</b>	<b>Spesifik Gaz Üretimi (l/kg)</b>	<b>Gaz Oranı</b>
Karbonhidratlar	790	% 50CH <sub>4</sub> , % 50 CO <sub>2</sub>
Lipitler	1.250	% 68 CH <sub>4</sub> , % 32 CO <sub>2</sub>
Proteinler	700	% 71 CH <sub>4</sub> , % 29 CO <sub>2</sub>



**Çizelge 3.5:** Organik Maddelerdeki Gaz Oranları

Organik Maddeler	Ağırlık %'si Olarak Biyogaz Karışımı		Birim Organik Kuru Maddeden Gaz Üretimi(m <sup>3</sup> /kg)		Hacimsel Olarak
	% CO <sub>2</sub>	% CH <sub>4</sub>	Biyogaz	Metan	% Metan
Karbonhidratlar	73	27	0,75	0,37	50
Lipitler	52	48	1,44	1,04	72
Proteinler	73	27	0,98	0,49	50

Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5. incelendiğinde Lipitlerin 1.250 l/kg olarak daha çok gaz salınımı yaptığını ve %72 'lik hacimsel oran ile daha fazla metan gazı içerdiği görülmektedir.

Mikroorganizmaların çoğalması için azot gerekmektedir. Bu yüzden biyogaz elde edilirken besleme tarafında azot miktarına dikkat edilmesi gerekiyor. Azot beslemesi yaparken mikroorganizmalar çoğalır ancak çoğalan bakterilerle beraber enerji eldesinde kullanılan karbon miktarı da bu noktada önem kazanmaktadır. Karbon ve azotu reaktörler içerisindeki oranı, metan eldesinde belirli seviyelerde tutulması gerekmektedir. Bu oran C/N olarak ifade edilir ve ideal bir proses için 20 ile 30 arasında olması beklenmektedir.

Proses sırasında tepkimedeki maddeler ya da tesisin işletimi ile ilgili bazı problem çıkabilir. Bu problem gaz üretimini azaltma, hatta durdurma seviyesine getirebilir. Bu yüzden prosesi etkileyecek olan zararlı maddelere ve prosteki maddelerin miktarlarına dikkat edilmesi gerekiyor. Bu zararlı maddeleri olması gereken miktarları ile birlikte incelediğimizde ağır metallerin Cu<50mg/l, Zn<150 mg/l, Cr<100 mg/l, hidrojen sülfürün 50 mg/l' den düşük, amonyum azotun 3500 mg/l (pH=7)' den düşük, uçucu yağ asitleri 2000 mg/l (pH=7) den düşük, oksijenin 0,1 mg/l' den düşük olması beklenmektedir. Dezenfeksiyon maddeleri de ürünlere bağlı olarak prosesi etkilemektedir. Oksijenin fazla olması oksijensiz ortamda gaz üretimini sağlayan metanojen arkelerini engellemektedir. Hidrojen sülfür, uçucu yağ asileri ve amonyum azot pH değerini değiştirebilir. Düşen pH değeri de prosesi olumsuz etkilemektedir. Çözünebilen ağır metallerin gaz üretimini engelleme özelliği mevcuttur. Salınım yapan gazlardan sülfürün insan sağlığına zararlı olacağından dolayı, sülfür oranının %0,05' in altında tutulması çalışmaktadır (Kılıç Çanka, F. 2011).

İşletmenin doğru çalışması farklı parametreler bulunmaktadır. Bunlar arasında bekleme süresi, besleme miktarı, verim, fermantörün karıştırılması, reaktörün üretkenliği, gazın oluşumu, fermantörün karıştırılması yer almaktadır. Doğru reaktör hacminin seçilmesi, verimin doğru hesaplanması, tesisin buna göre kurulması gerekmektedir.

### 3.2.3 Biyogaz kullanım alanları

Dünya genelinde alternatif enerji kaynaklarına yönelim artmaktadır. Bunlardan biri biyokütleden biyogaz eldesidir. Bu biyogazdan elektrik üretimi elde edildiği gibi direk şehir şebekelerine de gönderilmektedir. Bu konuda yüksek yatırımlar yapan Almanya’ da 2019 verilerine göre 9523 adet biyogaz tesisi bulunmaktadır. Bunların belirli bir miktarını şebekeye göndermekte, belirli bir miktarı ile elektrik üretimi yapmakta, belirli bir miktarını ısınma için kullanmaktadır (Sobczak, A., Pierzecka, E., Kokieli, A., Rózycka, M., Stasiaki J., Sobo, D., 2022). Bu gaz sıkıştırıldığında taşıtlarda yakıt olarak da kullanılabilir. Isınma amaçlı kullanılan gaz yakıtlı fırın ve ocaklarda da biyogaz kullanımı mümkündür.



Isı Elde Edilen Motorlar



Biyogaz Dolum İstasyonu

BİYOĞAZ



Elektrik Şebekesi



Biyogaz ile Çalışan Araç

Şekil 3.4: Biyogaz Kullanım Alanları

### 3.2.4 Biyogaz üretiminde kullanılan ham maddeler

Biyogaz eldesi için organik atık ya da artıklara ihtiyaç vardır. Bunlar şehir atıkları, hayvansal atıklar, bitki atıkları ve endüstriyel sanayisi atıkları olabilir. Hayvansal atıklara baktığımızda

**Çizelge 3.6:** Biyogaz Üretiminde Kullanılan Bazı Ham Madde ve Metan Oranı

Kaynak	Biyogaz Verimi (l/kg)	Metan Oranı (Hacmin %'si)
Sığır Gübresi	90-310	65
Kanatlı Gübresi	310-620	60
Domuz Gübresi	340-550	65-70

**Kaynak:** (Koçer, N., Öner C., Sugözü, İ., 2006).

Hayvansal atık olarak nitelendirdiğimiz koyun, sığır, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları veya hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklardır. Bitkisel atıkların kimisi direk olarak kimisi ise dolaylı yollardan ham madde olarak kullanılmaktadır. Diğer ham madde olan endüstriyel atıklar ise gıda sanayisinden, deri ya da tekstil sanayinin, yağ endüstrisi gibi atıklardır. Evsel katı atıklar ve atık sular da kullanılabilir.

Çizelge 3.6. 'ya bakıldığında hayvanların dışkılarının da kendi aralarında metan gazı oranlarının değiştiğini, buna göre verimlerinin de farklılık gösterdiğini görebiliyoruz. Kanatlılarda biyogaz oranının ve bundan çıkacak metan gazının daha yüksek olduğu görülmektedir. Hayvansal dışkılarından farklı olarak bitkisel atıklardan da metan gazı elde edilmektedir. Çizelge 3.7. 'de de görüldüğü gibi başlıca bitkiler buğday samanı, arpa samanı, çavdar samanı, mısır sapları ve artıkları, keten, kenevir, çimen, sebze atıkları, yarfıstığı kabuğu, algler ve dökülmüş ağaç yapraklarıdır. Farklı verimlere sahip olsalar da çimen ve alglerin yüksek kapasiteye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Bazı işlemlerden sonraki sanayi atıkları ya da yağmur suları ile karıştıktan sonra açığa çıkan çamur atıkları mevcuttur. Çizelge 3.8. ' e bakıldığında ziraat atıklarından ve çamur atıklardan da metan gazı eldesi olabileceği, bu atıklardan da enerji elde edilebileceği görülmektedir. Atık su çamurlarının içerisindeki organik madde miktarı değişkenlik gösterebildiği için alınan değerler farklılık göstermektedir.

**Çizelge 3.7:** Bitkisel Atıkların Biyogaz Verimi ve Metan Oranı

<b>Kaynak</b>	<b>Biyogaz Verimi (l/kg)</b>	<b>Metan Oranı (Hacimsel %' si)</b>
Buğday Samanı	200-300	50-60
Çavdar Samanı	200-300	59
Arpa Samanı	290-310	59
Mısır Sapları ve Artıkları	380-460	59
Keten	360	59
Kenevir	360	59
Çimen	280-550	70
Sebze Atıkları	330-360	Değişken
Yerfıstığı Kabuğu	365	-
Dökülmüş Ağaç Yaprakları	210-290	58
Alg	420-500	63

**Kaynak:** (Koçer, N., Öner C., Sugözü, İ., 2006).

**Çizelge 3.8:** Endüstriyel Atıklarda Biyogaz Verimi ve Metan Oranı

<b>Kaynak</b>	<b>Biyogaz Verimi (l/kg)</b>	<b>Metan Oranı (Hacimsel %' si)</b>
Atık Su Çamuru	310-800	65-80
Ziraat Atıkları	310-430	60-70

**Kaynak:** (Koçer, N., Öner C., Sugözü, İ., 2006).

### 3.2.5 Hayvansal kaynaklardan elde edilebilecek gübre ve biyogaz miktarı

Hayvansal atıklar doğru şekilde bertaraf edilmediğinde çevreye zarar vermektedir. Kötü koku, sinek, haşere ve hatta yeraltı sularını karışmasıyla yer altı sularının kirlenmesine sebep olur. Bu gübre direk tarım amaçlı kullanıldığında faydadan çok zararı olmaktadır. Toprak yapısını bozmakta ve mahsulün kalitesini düşürmektedir (Yağlı, H. 2016)

Hayvansal atıklardan biyogaz eldesinde en çok kullanılan ham madde hayvan gübreleridir. Her hayvan gübresinin özelliği farklılık göstermektedir. Bu gübrelerin nemlilik oranı, hayvana bağlı olarak gübre üretim miktarı farklılık gösterebilir. Gübredeki katı madde oranları ve miktarı, uçucu katı madde miktarı ve oranı, elde edilecek olan biyogazı etkilemektedir.

Dünyada genel olarak sığır gübresi kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise günlük elde edilen gübre miktarının fazla olması, katı madde ve uçucu katı madde miktarının

yüksek olmasıdır. Kümes hayvanlarının gübrelerinin katı madde ve uçucu katı miktarı fazladır. %20-25 katı madde, bunun da %55-65 oranında olması biyogaz açısından zengin olduğunu göstermektedir. Ancak proses esnasında salınan yüksek miktarda azot, metan gazı üretimini olumsuz etkilemektedir. Bu unsura da dikkat edilmesi gerekir. Koyun ve keçi gübrelerinin, sığır gübresi ile karıştırılarak kullanılması, yalnız koyun ve keçi gübresi kullanılmasından daha verimli olmaktadır (Görmüş, C., 2018).



Sığır



Kümes Hayvanı



Koyun

Şekil 3.5: Gübrelerinden Faydalanılan Hayvanlar

Çizelge 3.9: Hayvan Türlerine Göre Gübre Miktarı, Gübredeki Katı Madde Uçucu Katı Madde ve Metan Oranı

Hayvan Türü	Hayvan Başına Ortalama Günlük Gübre Üretimi	Katı Madde Oranı (KM)	Yaş Gübredeki Uçucu Katı Madde Oranı(UKM)	Katı Maddedeki (KM)Uçucu Katı Madde Oranı(UKM)	Metan Üretimi
	Kg/gün-hayvan	%	%	%	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg-UKM
Süt Sığırı	43,00	13,95	11,63	83,36	0,18
Et Sığırı	29,00	14,66	12,41	84,65	0,33
Buzağı	2,48	8,39	3,71	44,23	0,33

**Çizelge 3.9:** (Devamı) Hayvan Türlerine Göre Gübre Miktarı, Gübredeki Katı Madde Uçucu Katı Madde ve Metan Oranı

Hayvan Türü	Hayvan Başına Ortalama Günlük Gübre Üretimi	Katı Madde Oranı (KM)	Yaş Gübredeki Uçucu Katı Madde Oranı(UKM)	Katı Maddedeki (KM)Uçucu Katı Madde Oranı(UKM)	Metan Üretimi
	Kg/gün-hayvan	%	%	%	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg-UKM
Koyun	2,40	27,50	23,00	83,63	0,30
Keçi	2,05	31,71	23,17	73,06	0,30
At	20,40	29,41	19,61	66,67	0,30
Et Tavuğu	0,19	25,88	20,00	77,278	0,35
Yumurta Tavuğu	0,13	25,00	18,75	75,00	0,35
Hindi	0,38	25,53	19,36	75,83	0,35
Ördek ve Kaz	0,33	28,18	17,27	61,28	0,35

**Kaynak:** (Yağlı, H., 2019)

Çizelge 3.9.' a bakıldığında sığır hayvanlarının gübresinin diğer hayvanlara oranla ne kadar fazla olduğu görünmektedir. Kanatlı hayvanların metan oranları, büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan daha fazladır. Gübre miktarları ortalama olarak alınmıştır. Ortalamalara göre süt sığırından günde 43 kg, et sığırından 29 kg, buzağıdan 2,48 kg, koyundan 2,4 kg, keçiden 2,05 kg, attan 20,4 kg, et tavuğundan 0,19 kg, yumurta tavuğundan 0,13 kg, hindiden 0,38 kg, ördek ve kazdan ise 0,33 kg gübre elde edilmektedir.

#### **4. HAYVANSAL ATIK KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ**

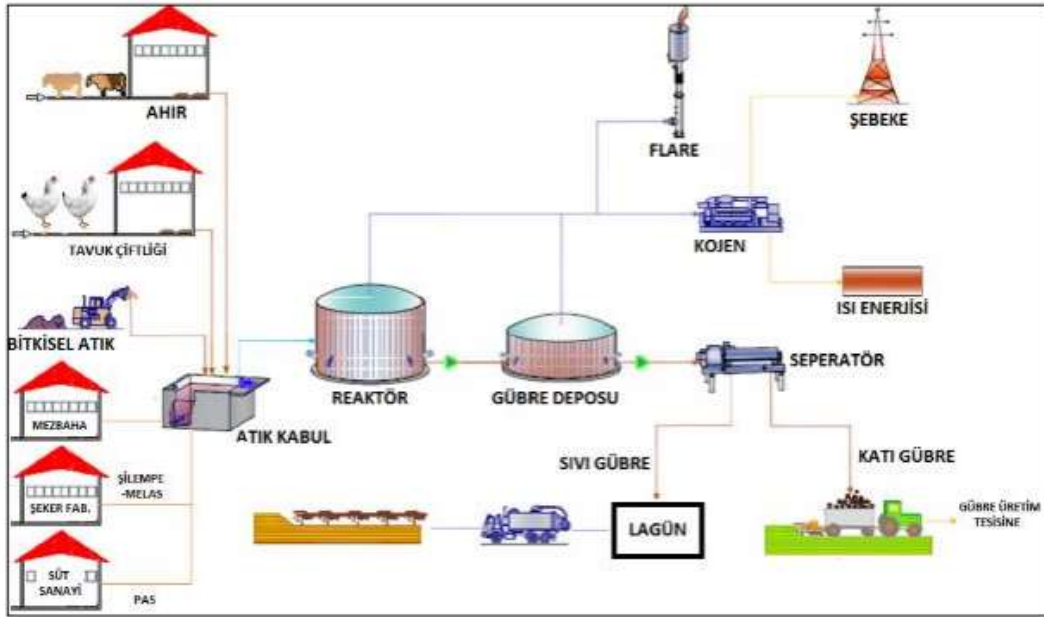
Biyogaz tesisi kurulumunda yer seçimi önemlidir. Kaynağa ulaşımı kolay olması ve kapasiteye göre gerekli alanın olması gerekmektedir. Yapılacak tesisin kapasitesine göre gerekli olan ham madde miktarının olup olmadığı, yeterli potansiyelin olup olmadığı kontrol edilmesi gerekmektedir.

Yer seçiminden sonra tesis içerisinde üretim için gerekli olan bölümler mevcuttur. Kimi bölümler elde edilecek yan ürünlere göre ve kullanılan ürünlere göre seçenekli olarak da kurulum yapılabilir. Ham maddenin çiftliklerden çıktıktan sonra prosesi başlamış olur. Tesisin dört farklı uygulama aşaması vardır. Bunlar ham maddenin yönetimi, biyogazın eldesi, biyogaz eldesinden sonra kalan organik gübrenin depolanması ve tanktan çıkartılması, elde edilen biyogazın depolanması, hazırlanması ve değerlendirilmesidir. Bu bölümler işletme tarzından bağımsızdır.

Biyogaz üretim sürecinde önce ham maddeler toplanır. Tesiste ilk konulan kısım ön depolama alanıdır. Bu ön depolama alanında materyale göre istenilen seviyede sıvı hale getirilir. Materyaller homojen olması için karıştırıcılar ile karıştırılır. İstenilen miktar ve oran geldiğinde hayvan gübresi pompalar yardımı ile fermante edilmek üzere fermantasyon tankına gönderilir. Buradaki tankta, prosesin verimli ilerlemesi için gereken şartlar sağlanır. Biyogaz bu tanklarda elde edilir. Elde edilen biyogaz blowerlarla toplanır. Toplandıktan sonra içerisindeki nemi almak için soğutma işlemi yapılır. Biyogazın içerisinde kojenerasyon ünitesine zarar verecek maddeler bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı nemi alınmış olan biyogaz, gaz temizleme ünitesine gönderilir. Temizlenmiş olan gaz, elektrik ve ısı üretimi için kojenerasyona gönderilir. Üretilen elektrik hem işletme için kullanılır hem de şebekeye gönderilir. Aynı zamanda ısı enerjisi de edilmektedir. Isı enerjisi hem işletme için kullanılır hem de çevresindeki ısı gereken uygulamalar için gönderilir.

Biyogaz üretiminden sonra tanklarda gübre kalmaktadır. Bu gübrenin tanktan uzaklaştırılması gerekir. Katı ve sıvı olarak iki ayrı şekilde depolanmak üzere uzaklaştırılır. Sıvı durumundaki gübrede az da olsa hala salınımı mevcuttur. Bu

yüzden sıvı gübre kapalı bir tankta depolanır. Sıvı gübre direk tarlalarda kullanılabilirdiği gibi işlemden geçirilerek kaliteli gübre üretimi de elde edilmektedir.



Şekil 4.1: Eskişehir Biyogaz Enerji Santrali

#### 4.1 Biyogaz Tesisindeki Birimler

Ham maddeye göre işletmelerdeki üretim sistemi değişmektedir. Ham madde olarak kullanılan hayvan gübresi çeşitlilik gösteriyorsa, bunların öncesinde karıştırılması gerekmektedir. İstenilen şartlara ulaşılması için, şartlandırıcı ünitelerinde gerekli malzemeler kullanılabilir. Biyogaz eldesi için prosesin bazı adımları mevcuttur. Bu adımları gerçekleştirmek için farklı üniteler kullanılmaktadır. Her ünitenin kapasitesi üretilmek istenen enerjinin, organik gübre elde etme isteğinin ve besleme miktarına bağlı olarak ölçülendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 4.2: Biyogaz Tesisi

Kaynak: (Biyoenjerji Dergisi, 2018)



#### 4.1.1 Ön depolama

Anlaşmalı çiftliklerden ya da işletmenin de sahip olduğu çiftlik varsa ondan alınan ürünler ön depo olarak isimlendirilen depoya getirilir. Bu deponun üzeri açık olmaktadır. Ön deponun kapasitesi, gelecek olan ham maddeyi en az bir gün saklayabilecek ölçüde seçilmesi gerekmektedir. Farklı tip hayvanlardan, örneğin büyükbaş ya da kümes hayvanından alınan gübreler burada homojen bir karışım olması için karıştırılır. Çiftliklerden gelen gübreler ile yabancı ve pompaya zarar veren maddeler varsa bunlar kesici denilen ortamda ayrıştırılırlar.



Şekil 4.3: Ön Depolama

#### 4.1.2 Karıştırıcılar

Karıştırıcılarda ön depolamadan gelen ürünler, katı madde oranı istenilen seviyeye gelene kadar karıştırılır. Karıştırma ünitelerinde farklı hayvan gübreleri için farklı karıştırıcılar kullanılabilir. İstenilen kuru madde miktarları hayvan gübresine bağlı olarak farklılık gösterebilir. Karıştırıcıların bazılarında kum toplama kısımları da bulunmaktadır. Alınan gübreler ile birlikte yabancı maddeler de gelebilir. Belirli aralıklarla karıştırıcıdaki bu maddeler kum alma yöntemi denilen yöntem ile içindeki yabancı maddeler alınır.



Şekil 4.4: Karıştırıcı

### 4.1.3 Besleme ünitesi

Karıştırıcılardan alınan sıvı durumundaki gübreler besleme ünitesine alınır. Besleme ünitesi reaktörlere gelmeden önceki bölümdür. Burada karıştırıcılarda istenilen şartları sağlamış olan gübreler toplanır. Bu besleme ünitesinin olmasının sebeplerinden biri de adetli olan reaktörlerin besleme zamanları farklılık gösterebilmesidir. Bu yüzden öncesinde besleme ünitesine gübreler alınır, ihtiyaca göre burada dağıtım yapılır.



Şekil 4.5: Besleme ünitesi

### 4.1.4 Kollektör

Besleme ünitesinden gübreler reaktörlere gönderileceği zaman kollektörler aracılığı ile aktarım yapılır. Her reaktörün beslenme ve içerisindeki gübrenin alınması gereken durumlar mevcuttur. Bunların sağlanması için kollektörle bölümler oluşturulur. Her reaktörün içerisindeki fermante edilmesi beklenen gübrenin bir ömrü vardır. Reaktörlerin içerisindeki gübrenin 28-32 gün arasında bekleme süresi mevcuttur. Bu bekleme süresini tamamlamış olan ürünlerin alınması, alınan miktar kadar da yeni gübre beslenmesi gerekmektedir. Bunun için kollektörler aracılığı ile pompalar vasıtası ile önce beklemiş gübre alınır. Daha sonra alınan gübre kadar besleme yapılır. Besleme kollektörleri yukarıdan besleme yapacak şekilde tasarlanır. Fermante edilmiş gübre ise alttan boşaltılır. Bu sayede yukarıdan gönderilen gübre, alt tarafa inene kadar boşaltım süresi boyunca reaktörün içerisinde kalmış olur.



**Şekil 4.6:** Kollektör

#### **4.1.5. Reaktör**

Gübrenin fermante edildiği kısımdır. Fermanter olarak da adlandırılmaktadır. Tesisin güç kapasitesini göre birden fazla reaktör olabilmektedir. Bunun yanı sıra yedek olarak reaktörler de bulunmaktadır. Sürekli bir gaz eldesi istendiğinde, reaktörlerin temizlenmesi durumunda yedek reaktör de devreye girebilmektedir. Reaktörlerin içerisinde gübre, verimli gaz eldesi için istenil koşullara getirilmektedir. Bunun için reaktörlerde dikey şekilde ya da biraz daha açılı olacak şekilde karıştırıcılar yerleştirilir. Bu karıştırıcılar reaktörlerin alt kısmına yakın tarafta olurlar. 3 ya da 4 adet karıştırıcı kullanılabilir. Düzenli olarak bu karıştırıcılar çalışmaktadır. Yedekli olarak karıştırıcı kullanılmaktadır. Çünkü herhangi bir arıza söz konusu olduğunda karıştırıcıların tamiri ya da verimin düşmesinden dolayı oluşacak kayıpların maliyeti daha yüksek olacaktır.

Gübrenin belirli bir sıcaklıkta tutulması için reaktörün iç kısmında ısıtma su borusu tesisatı çekilmektedir. Bu sıcak su ile reaktörün içi 25-38 °C aralığında tutulmaya çalışılmaktadır. Bu sıcak suyun eldesi ise gaz motorların ceketlerinde bulunan soğutma sularından elde edilmektedir.

Reaktörün içerisinde oksijensiz (anaerobik) reaksiyon gerçekleşmektedir. Bu yüzden içerisine oksijen sokulmamaya çalışılmaktadır. Üzeri membran ile kapalıdır. Membranlar iki kademedен oluşmaktadır. Dış kısımdaki membran ile iç kısımdaki membran arasında sürekli basınçlı hava bulunmaktadır. Bunun hava şartlarından dolayı reaktörün üzerine düşebilecek kar ve yağmurun, oluşacak biyogazın basıncına etkilememesidir. İç membran da fermantasyon oldukça gerilmektedir. Reaktördeki biyogazın basıncının 0-5 mbar seviyelerinde tutulması gerekmektedir. 5 mbar' dan fazla olduğu zaman gaz motorlarına bir blower ile fazla gaz gönderilmektedir. Basıncın sensörler aracılığı ile otomasyonel olarak takibi yapılır. Bunu yanı sıra mekanik olarak kontrolü için emniyet valfleri de bulunmaktadır.

Fermentasyon sonucu  $H_2S$  oluşmaktadır. İstenilen seviyede tutmak için reaktörün içerisinde metal filtreler bulunmaktadır. Bu filtreler  $H_2S$ ' in burada tutunmasını, çevreye salınması ve gaz motorlarına gitmesini engellemeye çalışmaktadır.  $H_2S$  hem doğaya zarar vermekte hem de gaz motorlarının ömrünü kısaltmaktadır.



Şekil 4.7: Reaktörün İç Kısmı

#### 4.1.6 Desülfürizasyon

Reaktörlerde miktarı düşürülmüş olsa bile gaz motorlarına gönderilmeden önce sülfür  $H_2S$  miktarını düşürmek için desülfürizasyon yapılır. Burada hem  $H_2S$  miktarı düşümü sağlanır. Bundan sonra gaz yıkama ünitelerine gönderilir (www.mühendisbeyinler.net, 2021).



Şekil 4.8: Desülfürizasyon Ünitesi



#### 4.1.7. Gaz Yıkama Ünitesi

Gazın içerisindeki yabancı maddelerin tutunmasını ve ayrıştırılmasını sağlamak için su kullanılmaktadır. Yukarı tarafından su gönderilir. Gaz ise aşağıdan yukarı doğru çıkmaktadır. Bu şekilde yukarıdan gelen su ile tepkimeye girip tutunarak yabancı maddeler gazdan ayrıştırılmış olur. Metan oranı daha yüksek gaz, gaz tanklarına gönderilmiş olacaktır.



Şekil 4.9: Yıkama Ünitesi

#### 4.1.8. Gaz Tankı

Gaz motorlarını gönderilmeden önce, şartlandırılmış gazın depolandığı kısımdır. İşlemlerden geçen gaz, burada depolanır ve ihtiyaca göre motorlara gönderimi sağlanır



Şekil 4.10: Biyogaz Tankı

#### 4.1.9 Flare

Tesisin güvenliği için konulmuş bir birimdir. Burada eğer reaktörlerdeki basınçlı gazı motorlar bozuk olduğu için gönderemiyorsak, gaz oluşumunu engelleyemiyorsak, bu üniteye fazla olan gazı yakarak uzaklaştırılır. Böylece tesis için sorun yaratabilecek olan fazla basınçlı gaz bertaraf edilmiş olur.



Şekil 4.11: Flare

#### 4.1.10 Gaz motorları

Reaktörde oluşan biyogaz blowerlar aracılığı ile gaz motorlarına gelir. Burada %35 ortalamalı verim ile gazlar elektrik enerjisine çevrilir. Bu çevrim sırasında motorların çalışma sıcaklığı korunması gerektiği için motorların ceketleri mevcuttur. Bu ceketlerde soğutma suları dolaştırılmaktadır. Soğutma sularının sıcaklıkları 90 °C'ye kadar ulaşmaktadır. Bu sıcak su tesis içerisinde bulunan idari, yönetim ve kontrol binası gibi kısımların ısıtılmasında kullanıldığı gibi, reaktörün sıcaklığını belirlemede de kullanılmaktadır. Tesisin yakınlarında olabilecek bir seranın da ısıtılmasında kullanılabilir. Motorların seçimi tesisin kapasitesine göre seçilmektedir. Burada üretilen elektrik şebeke değerlerine getirilerek, şebekeye verilmektedir.



**Şekil 4.12:** Gaz Motoru ve Kojenerasyon Ünitesi

#### **4.1.11 Kontrol odası**

Tesisteki ünitelerin içerisinde sensörler mevcuttur. Bu sensörler sayesinde reaktörün içerisindeki pH değeri, sıcaklığı, dolun miktarları tespit edilebilir. Gaz motorların çalışma kapasiteleri de kontrol odalarındaki üniteler aracılığı ile ayarlanır. Burada ne kadar gaz üretimi yapıldığı, elektrik üretim miktarı, suyun sıcaklığı gibi bilgiler de edinilmektedir. Bu bilgilere göre tesisin işletmesi yapılmaktadır.



**Şekil 4.13:** Kontrol Ünitesi

#### **4.1.12 Hijyenizasyon**

Fermante edilmiş olan gübre organik gübre olarak kullanılmak istendiğinde içerisinde bulunan inorganik maddelerin belirli seviyelerde olması istenmektedir.

Bunun sağlandığı birime de hijyenizasyon denmektedir. İşlemlerden sonraki gübre organik gübre olarak kullanılabilir.



**Şekil 4.14:** Hijyenizasyon

#### **4.1.13 Laboratuvar**

Tesise gelen ham maddenin laboratuvarında inceleme yapılarak alımı sağlanır. Gelen ham maddenin kuru madde oranı, kuru madde içerisindeki organik kuru madde oranına bakılmaktadır. Reaktörlerin içerisinde de düzenli olarak numune alınır ve bu numunelerin sonuçlarına göre hareket edilmektedir.



## **5. HAYVANSAL ATIKLARDAN ELDE EDİLEBİLECEK ELEKTRİK ENERJİSİNİN POTANSİYELİNİN HESAPLANMASI; ANKARA, GAZİANTEP, KARS, MANİSA, MERSİN, SAKARYA, SAMSUN ÖRNEKLEMESİ**

Hayvansal atıkların doğada kalması sonucu çevre kirlilikleri ve sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır. Atıkların metan gazı salgılaması sebebiyle atmosferdeki metan oranı artmaktadır. Metan gazı güneş ışınlarının atmosferde tutunmasını sağladığı için sera etkisi oluşmaktadır. Hava sıcaklığının artış sebeplerinden biri de budur. Hayvan atıklarının bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu bertaraf sırasında metan gazı, gaz motorlarında yakılarak elektrik enerjisi eldesi sağlanır. Motorların çalışırken ısınması sonucu, soğutma sularının sıcaklığı artar. Böylece sıcaklığı artmış sulardaki ısı enerjisi de kullanılabilir. Bu şekilde üretilen enerji sayesinde yenilenemeyen enerji kaynaklarından dolayı oluşan karbon salınımı da düşürülmüş olur. 1 kWh 'lık elektrik tasarrufu yaklaşık olarak 0,58 kg CO<sub>2</sub> salınımına denk gelmektedir (Yağlı, H. 2019).

Bazı hayvanlar kapalı ortamlarda beslendiği için atıklarının toplanması daha kolay olmaktadır. Açık alanlarda yapılan besicilikte atıkların toplanması zordur. Bu sebepten dolayı hayvansal atıklardan elde edilecek enerji hesabında potansiyeli bulurken toplam gübrenin ancak yarısı toplanabilir olarak kabul edilir. Besicilik bölgelerden bölgelere farklılık göstermektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında standart olarak %50 toplanma olarak kabul edilmiştir.

### **5.1. Hayvansal Atıklardan Enerji Eldesindeki Kabuller ve Hesap Yöntemi**

Hayvan türüne göre atıkların günlük miktarı değişmektedir. Kümes hayvanı ile büyükbaşın birer adet bazında düşünüldüğünde gübre miktarı farklıdır. Gübre özellikleri de farklılık gösterir. Metan gazının eldesindeki önemli değer gübre içerisindeki kuru maddenin içinde bulunun uçucu kuru maddedir. Biyogaz buradan elde edilir. Atıklardaki kuru madde oranı ve bu kuru madde içerisindeki uçucu kuru madde oranları farklılık göstermektedir. Literatüre göre çıkarılmış olan değerler baz

alınarak hesaplamalar yapılır. Tesislere alınan atıklar öncesinde laboratuvarlarda inceleme yapıldıktan sonra alınır ve istenilen değerlerde ise kullanılır.

**Çizelge 5.1:** Bu Çalışmada Hayvan Türüne Bağlı Olarak, Hayvanların Kapalı Ortamda Kalma Süreleri İle Biyogaz Potansiyelinin Hesap Edilmesinde Kabul Edilen Değerler

Hayvan Türü	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Yaş Gübredeki Katı Madde Oranı	Katı Madde İçerisindeki Uçucu Katı Madde Oranı (UKM)	Metan Üretimi
	%	%	%	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg-UKM
Kültür ve Melez Süt Sığırtı (Yetişkin)	41	17,27	83,36	0,108
Kültür ve melez Et sığırtı (Yetişkin)	41	12,41	84,65	0,22
Yerli Sığırtı	41	17,27	83,36	0,22
Genç Yavru (Buzağı)	41	3,71	44,23	0,22
Koyun	41	23,00	83,63	0,2
Keçi	41	23,17	73,06	0,2
At-Katır-Eşek	33	19,61	66,67	0,18
Et Tavuğu	99	20,00	77,28	0,2
Yumurta Tavuğu	99,00	18,75	75,00	0,2
Hindir	99	19,36	75,83	0,2
Kaz	99	17,27	61,28	0,2
Ördek	99	17,27	61,28	0,2

**Kaynak:** (Yağlı, Hüseyin.2019, Aktaş, T., Özer, B., Soyak, G., Ertürk, M.C., 2015.)

Araştırmalar sonrasında elde edilen değerler üzerinden hayvansal atıklardan elde edilebilecek elektrik enerjisi hesaplanabilir. Bu hesap için kullanılan denklemler aşağıda belirtilmiştir. Formüllerdeki bulguların kısaltmaları;

Yıllık Toplam Hayvan Gübresi; YTHG

Hayvan Sayısı; HS

Ortalama Günlük Gübre Miktarı; OGGM

Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı; TFGM

Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı; TFGO

Katı Madde Miktarı; KM

Yaş Gübredeki Katı Madde Oranı; YGKMO

Uçucu Katı Madde Miktarı; UKM

Katı Maddedeki Uçucu Katı Madde Oranı; KMUKMO

Katı Maddedeki Uçucu Katı Maddedeki Metan Oranı; MO

Metan Miktarı; MM

Metan Enerji Değeri; Q

Elektrik Enerjisi; E

Motor Verimi;  $\eta$

Metan Gazının Elektrik Enerjisi Değeri; W

Hesaplamalar yapılırken öncelikle bulunması gereken değer bizim toplamdaki yaş gübre miktarımızdır. Senelik toplam gübre miktarını bulmak için hesaplanan hayvan türünün sayısı ve ortalama günlük gübre miktarı kullanılır. Yılın 365 gün olduğu bilinerek hesap yapılır. (Eşitlik 1)

$$YTHG = HS \times OGGM \times 365 \quad (1)$$

Toplam gübre miktarımız bulduktan sonra bu gübrelerin toplanma durumu önem kazanmaktadır. Yapılan besiciliğe göre toplanma miktarı hayvanlara göre değişkenlik göstermektedir. Toplanan gübreden enerji eldesi olacağı için toplanabilir gübre miktarı bulunmalıdır. (Eşitlik 2)

$$TFGM = YTHG \times TFGO \quad (2)$$

Toplanan gübrelerdeki katı madde miktarı ve bu katı maddedeki uçucu katı madde miktarı bizim için önemlidir. Toplanabilir gübre miktarı ile yaş gübre katı madde miktarı çarpımından katı madde miktarı bulunur. (Eşitlik 3)

$$KM = TFGM \times YGKMO \quad (3)$$

Katı madde içerisindeki uçucu katı maddeyi de bulunma oranı ile hesaplayabiliriz. (Eşitlik 4). Biyogaz bu uçucu maddeden elde edilmektedir.

$$UKM = KM \times KMUKMO \quad (4)$$

Katı madde içerisindeki uçucu katı maddeyi bulduktan sonra metan miktarı bulunur. Her gübrenin içerisindeki metan oranı farklılık gösterebilir. Hacimsel olarak metan gazı miktarı, uçucu katı madde miktarının kg birim başına belirli bir oranı mevcuttur. (Eşitlik 5)

$$MM = UKM \times MO \quad (5)$$

Metan miktarı bulduktan sonra elde edilebilecek enerji miktarı bulunabilir. Biyogazın içerisindeki metan oranı %100 olduğunda metan gazının enerji değeri 36 MJ/Nm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Metan gazının ısıl değeri 36 MJ/Nm<sup>3</sup> dür. (YAĞLI, Hüseyin. 2019) (Eşitlik 6)

$$Q = MM \times 36 \text{ MJ/Nm}^3 \quad (6)$$

Biyogazdan elektrik eldesi için gaz motorları bulunmaktadır. Bu motorlar aracılığı ile biyogaz yakılarak elektrik enerjisi elde edilmektedir. Elektrik enerji miktarını belirleyen parametrelerden biri de kullanılan motorun verimidir. Motor verimleri %35-%40 arasında değişiklik göstermektedir. Hesaplamalarda motor verimi %35 olarak alınacaktır. Metan gazının kWh değeri yaklaşık olarak 10 kWh olarak alınmıştır. Buna göre hesaplandığında elektrik enerjisi değeri E' yi buluruz (Eşitlik 7)

$$E = MM \times \eta \times W \quad (7)$$

## 5.2 Ankara İlinin İncelenmesi

### 5.2.1 Ankara ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri

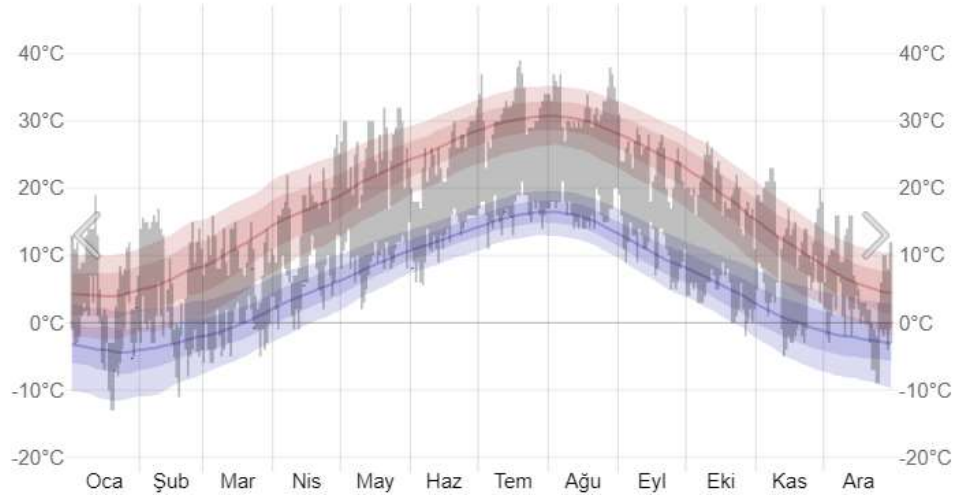
Türkiye'nin başkenti olan Ankara, İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Ankara 26.897 km<sup>2</sup>'lik bir alan sahip olup, 39.57 K enlem ile 32,53 D boylamları arasında yer almaktadır. Rakım 890 m'dir. Komşu illeri ise Doğu'da Kırıkkale ve Kırşehir, Kuzey' de Çankırı, Batı'da Eskişehir, Güney'de Konya ve Aksaray, Kuzeybatı yönünde ise Bolu'dur. Ankara toplamda 25 ilçe bulunmaktadır. Bunlar Akyurt, Altındağ, Ayaş, Bala, Beypazarı, Çamlıdere, Çankaya, Çubuk, Elmadağ, Etimesgut, Evren, Gölbaşı, Güdül, Haymana, Kalecik, Kazan, Keçiören, Kızılcahamam, Mamak, Nallıhan, Polat, Pursaklar, Sincan, Şereflikoçhisar, Yenimahalle'dir.



**Şekil 5.1:** Ankara İl Haritası

**Kaynak:** Coğrafya.com., Saygılı, R., (2019)

Kuzey tarafı ve Güney tarafı olarak farklı iklim özellikleri görünmektedir. Kuzey tarafında Karadeniz iklimine benzer özellikler mevcuttur. Güney kısmında daha çok karasal iklim görünür. Hava sıcaklığı yıl içerisinde en yüksek 40,8 °C iken en düşük -24,9 °C dir. Don olayları yaşanmaktadır ve kış aylarında sis oluşmaktadır.



**Şekil 5.2:** Ankara İli 2021 Yıllık Hava Sıcaklığı

### 5.2.2. Ankara ilinin beşeri ve ekonomik durumu

Başkent olan Ankara Türkiye'nin en kalabalık 2. Nüfusuna sahiptir. 2021 verilerine göre 5.747.325'dir. Sürekli göç alan bir şehirdir. En çok Çorum ve Yozgat illerinden göç almaktadır. Gün geçtikçe nüfusu artış göstermektedir. Memurların ve öğrencilerin yoğunlukta olduğu bir şehir olduğu için nüfusu değişkenlik

gösterebilmektedir. Çizelge 5.2’de görüldüğü gibi nüfus her sene artış göstermiştir. 2021 yılına bakıldığında 5.747.325 kişilik nüfusun 2.843.409’ unu erkekler, 2.903.916’ sını ise kadınlar oluşturmaktadır.

**Çizelge 5.2: Ankara İlinin Yıllara Göre Nüfusu**

Yıl	Ankara Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2021	5.747.325	2.843.409	2.903.916
2020	5.663.322	2.805.877	2.857.445
2019	5.639.076	2.793.850	2.845.226
2018	5.503.985	2.728.900	2.775.085
2017	5.445.026	2.702.492	2.742.534
2016	5.346.518	2.653.431	2.693.087
2015	5.270.575	2.621.235	2.649.340
2014	5.150.072	2.562.805	2.587.267
2013	5.045.083	2.507.525	2.537.558
2012	4.965.542	2.474.456	2.491.086
2011	4.890.893	2.439.058	2.451.835

**Kaynak:** TÜİK, (2022)

Sanayinin ve yatırımların yoğun olduğu bir şehir olan Ankara’da devlet kurumları da mevcuttur. Sanayi olarak imalat ve gıda sektöründe oldukça gelişmiştir. Şeker, yağ, dokuma fabrikası, et kombinaları, un ve makarna gibi gıda alanında fabrikalar mevcuttur. Bunun yanı sıra tuğla, kiremit, çimento ve inşaat makinaları imal eden fabrikalar da bulunmaktadır. Savunma sanayi de bu ilimizde önemli yer tutmaktadır. İlin ihtiyacı olan elektriğin çoğu hidroelektrik santrallerden sağlanmaya çalışılmaktadır.

Tarla tarımı yapılan Ankara’da, buğday başta olmak üzere yulaf, arpa, sanayi bitkileri, şeker pancarı, yumru bitkileri, patates ve çeşitli meyve üretimi yapılmaktadır. Meyvelerde genelde kayısı, kiraz, elma, armut ve üzüm yetiştirilmektedir.

Hayvancılık olarak Tiftik keçisi yetiştiriciliği önemli yer almaktadır. Yününden de faydalanılmaktadır. Küçükbaş hayvancılık da yapılmaktadır.

### **5.2.3 Ankara ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli**

Ankara’ da yoğunlukla küçük baş hayvancılık yapılmaktadır. Çizelge 5.3.’ te görüldüğü gibi Kültür ve Melez Süt Sığırtı (Yetişkin) 246.640 adet, Kültür ve melez

Et sığır (Yetişkin) 211.437 adet, Yerli Sığır 14.819 adet, Genç Yavru ( Buzağı) 139.242 adet, Koyun 1.940.304 adet, Keçi 349.337 adet, At-Katır-Eşek toplamı 3.628 adet, Et Tavuğu 9.867.362 adet, Yumurta Tavuğu 5.599.003 adet, Hindi 18.670 adet, Kaz 22.239 adet, Ördek 24.359 adet bulunmaktadır. Toplam hayvan sayısına bakıldığında ise 18.430.040 adet olduğu görülmektedir. Hayvan sayılarının TÜİK' in 2021 yılındaki verileridir. Hayvanların kapalı ortamlarda yetiştirilme durumlarına göre değerlendirmeler yapılmalıdır. Çünkü bu hayvanların gübrelerinden biyogaz eldesi sağlanması için gübrelerin toplanabilirliği önemlidir.

TÜİK verileri elde edilen hayvan sayılarına göre biyogaz hesabı yapılmaya başlanacaktır. Her hayvanın dışkılama miktarı ve toplanabilirliği farklı olabilir. Gübre miktarlarını kabullerimizdeki gibi alınarak hesaplandığında, aşağıdaki Çizelgeyi elde ediyoruz. Bu çizelgeye göre Kültür ve Melez Süt Sığır (Yetişkin) 1.587.116,07 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 917.604,86 ton/yıl, Yerli Sığır 64.312,24 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 51.677,16 ton/yıl, Koyun 696.879,58 ton/yıl, Keçi 107.170,48 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 8.914,65 ton/yıl, Et Tavuğu 677.458,54 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 263.015,97 ton/yıl, Hindi 2.563,63 ton/yıl, Kaz 2.651,90 ton/yıl, Ördek 2.904,70 ton/yıl bulunmaktadır. Toplam gübreye bakıldığı zaman ise 4.382.269,78 ton/yıl miktarında hayvansal gübrenin elde edilebileceği hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.3: Ankara'daki Hayvan Sayısı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı
	Adet
Kültür ve Melez Süt Sığır (Yetişkin)	246.640
Kültür ve Melez Et Sığır (Yetişkin)	211.437
Yerli Sığır	14.819
Genç Yavru (Buzağı)	139.242
Koyun	1.940.304
Keçi	349.337
At-Katır-Eşek	3.628
Et Tavuğu	9.867.362
Yumurta Tavuğu	5.599.003
Hindi	18.670
Kaz	22.239
Ördek	24.359
<b>TOPLAM</b>	<b>18.437.040</b>

**Çizelge 5.4:** Ankara İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	246.640	43,00	41,00	1.587.116,07
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	211.437	29,00	41,00	917.604,86
Yerli Sığırı	14.819	29,00	41,00	64.312,24
Genç Yavru (Buzağı)	139.242	2,48	41,00	51.677,16
Koyun	1.940.304	2,40	41,00	696.879,58
Keçi	349.337	2,05	41,00	107.170,48
At-Katır-Eşek	3.628	20,40	33,00	8.914,65
Et Tavuğu	9.867.362	0,19	99,00	677.458,54
Yumurta Tavuğu	5.599.003	0,13	99,00	263.015,97
Hindi	18.670	0,38	99,00	2.563,63
Kaz	22.239	0,33	99,00	2.651,90
Ördek	24.359	0,33	99,00	2.904,70
<b>TOPLAM</b>	<b>18.437.040</b>			<b>4.382.269,78</b>

Kaynak: TÜİK, (2022)

Hayvanların türlerine göre gübrelereindeki organik madde miktarı, katı madde miktarı, uçucu katı madde miktarları ve metan oranı farklılık gösterir. Çizelge 5.5'te, kabullerimizdeki oranlara göre, Ankara ilindeki hayvan gübrelereindeki içerisindeki katı madde miktarını, uçucu katı madde miktarını verilmiştir. Çizelge 5.5.' incelendiğinde gübrelereindeki katı madde miktarı hayvan çeşitlerine göre; Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 274.094,94 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 113.874,76 ton/yıl, Yerli Sığırı 11.106,72 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 1.917,22 ton/yıl, Koyun 160.282,30 ton/yıl, Keçi 24.831,40 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 1.748,16 ton/yıl, Et Tavuğu 135.491,71 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 49.315,49 ton/yıl, Hindi 496,32 ton/yıl, Kaz 457,98 ton/yıl, Ördek 501,64 ton/yıl bulunmaktadır. Toplama bakıldığında 774.118,67 ton/ yıl katı madde eldesi sağlanmaktadır.

Katı maddelerin içerisinde de buna bağlı olarak uçucu katı madde bulunmaktadır. Metan eldesi bu uçucu katı maddeden elde edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan Çizelge 5.5. verilerini incelediğimizde, Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 228.485,55 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 96.394,99 ton/yıl, Yerli Sığırı 9.258,56 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 847,99 ton/yıl, Koyun 134.044,09



ton/yıl, Keçi 18.141,82 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 1.165,50 ton/yıl, Et Tavuğu 104.705,28 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 36.986,62 ton/yıl, Hindi 376,36 ton/yıl, Kaz 280,65 ton/yıl, Ördek 307,41 ton/yıl olduğu görülmektedir. Toplamda ise 630.994,82 ton/ yıl uçucu madde olduğu görülmüştür.

Uçucu katı maddenin içerisindeki organik besinlerden elde edilen metan miktarı literatür verilerine göre incelendiğinde Çizelge 5.5.' te çıkan değerler Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 24.676.438,98 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 21.206.897,24 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yerli Sığırı 2.036.884,21 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Genç Yavru (Buzağı) 186.557,27 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Koyun 26.808.818,25 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> , Keçi 3.628.364,14 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> , At-Katır-Eşek toplamı 209.790,01 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Et Tavuğu 20.941.056,40 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> , Yumurta Tavuğu 7.397.324,03 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Hindi 75.271,81 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kaz 56.130,43 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Ördek 61.481,23 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>'dır. Toplama bakıldığında 107.285.013,99 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> gazının elde edilme potansiyeli vardır.

**Çizelge 5.5:** Ankara İlindeki Hayvan Gübrelere Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı	Katı Madde Miktarı	Uçucu Katı Madde Miktarı	Metan Miktarı
	Adet	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	m <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub>
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	246.640	1.587.116,07	274.094,94	228.485,55	24.676.438,98
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	211.437	917.604,86	113.874,76	96.394,99	21.206.897,24
Yerli Sığırı	14.819	64.312,24	11.106,72	9.258,56	2.036.884,21
Genç Yavru (Buzağı)	139.242	51.677,16	1.917,22	847,99	186.557,27
Koyun	1.940.304	696.879,58	160.282,30	134.044,09	26.808.818,25
Keçi	349.337	107.170,48	24.831,40	18.141,82	3.628.364,14
At-Katır-Eşek	3.628	8.914,65	1.748,16	1.165,50	209.790,01
Et Tavuğu	9.867.362	677.458,54	135.491,71	104.705,28	20.941.056,40
Yumurta Tavuğu	5.599.003	263.015,97	49.315,49	36.986,62	7.397.324,03
Hindi	18.670	2.563,63	496,32	376,36	75.271,81
Kaz	22.239	2.651,90	457,98	280,65	56.130,43
Ördek	24.359	2.904,70	501,64	307,41	61.481,23
<b>TOPLAM</b>	<b>18.437.040</b>	<b>4.382.269,78</b>	<b>774.118,67</b>	<b>630.994,82</b>	<b>107.285.013,99</b>

Elde edilen metan gazı biyogaz jeneratörleri aracılığı ile elektrik ve ısı enerjisine dönüşmektedir. Jeneratörün belirli sıcaklıkta tutulması için kullanılan suyun sıcaklığı arttığı için bu su ısınma amaçlı kullanılabilir. Elektrik enerjisi üretirken jeneratörlerin verimi farklılık gösterdiği için biz hesaplamamızda ortalama değer olan %35 verim alınmıştır. Yapılan hesaplamalara göre hayvan türüne bağlı olarak elde edilebilecek olan enerji Kültür ve Melez Süt Sığırları (Yetişkin) 888.351,80 GJ/yıl, Kültür ve melez Et sığırları (Yetişkin) 763.448,30 GJ/yıl, Yerli Sığırlar 73.327,83 GJ/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 6.716,06 GJ/yıl, Koyun 965.117,46 GJ/yıl, Keçi 130.621,11 GJ/yıl , At-Katır-Eşek toplamı 7.552,44 GJ/yıl, Et Tavuğu 753.878,03 GJ/yıl , Yumurta Tavuğu 266.303,66 GJ/yıl, Hindi 2.709,79 GJ/yıl, Kaz 2.020,70 GJ/yıl, Ördek 2.213,32 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamda bu değer 3.862.260,50 GJ/yıl olarak bulunmuştur. Birimsel olarak TEP'e çevrildiğinde ise Kültür ve Melez Süt Sığırları (Yetişkin) 21.221,97 TEP/yıl, Kültür ve melez Et sığırları (Yetişkin) 18.238,13 TEP/yıl, Yerli Sığırlar 1.751,74 TEP/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 160,44 TEP/yıl, Koyun 23.055,84 TEP/yıl, Keçi 3.120,43 TEP/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 180,42 TEP/yıl, Et Tavuğu 18.009,51 TEP/yıl, Yumurta Tavuğu 6.361,77 TEP/yıl, Hindi 64,73 TEP/yıl, Kaz 48,27 TEP/yıl, Ördek 52,87 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamına bakıldığında 92.266,14 TEP/yıl potansiyel enerji eldesi bulunmuştur. Değerlerin elektrik enerjisine karşılık gelen değerlerine bakıldığında Kültür ve Melez Süt Sığırları (Yetişkin) 86.367,54 MWhe/yıl, Kültür ve melez Et sığırları (Yetişkin) 74.224,14 MWhe/yıl, Yerli Sığırlar 7.129,09 MWhe/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 652,95 MWhe/yıl, Koyun 93.830,86 MWhe/yıl, Keçi 12.699,27 MWhe/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 734,27 MWhe/yıl, Et Tavuğu 73.293,70 MWhe/yıl, Yumurta Tavuğu 25.890,63 MWhe/yıl , Hindi 263,45 MWhe/yıl, Kaz 196,46 MWhe/yıl, Ördek 215,18 MWhe/yıl olarak hesaplanmaktadır. Toplamda 375.497,55 MWhe/yıl bulunmuştur. Yapılan bu hesaplamalarla elde edilebilecek enerjiler bulunmuştur. Bu enerjilerin elde edilmesi için gerekli olan kurulu güçler ise tam verimli çalıştığı düşünülerek toplamda 42,87 MW' tır.

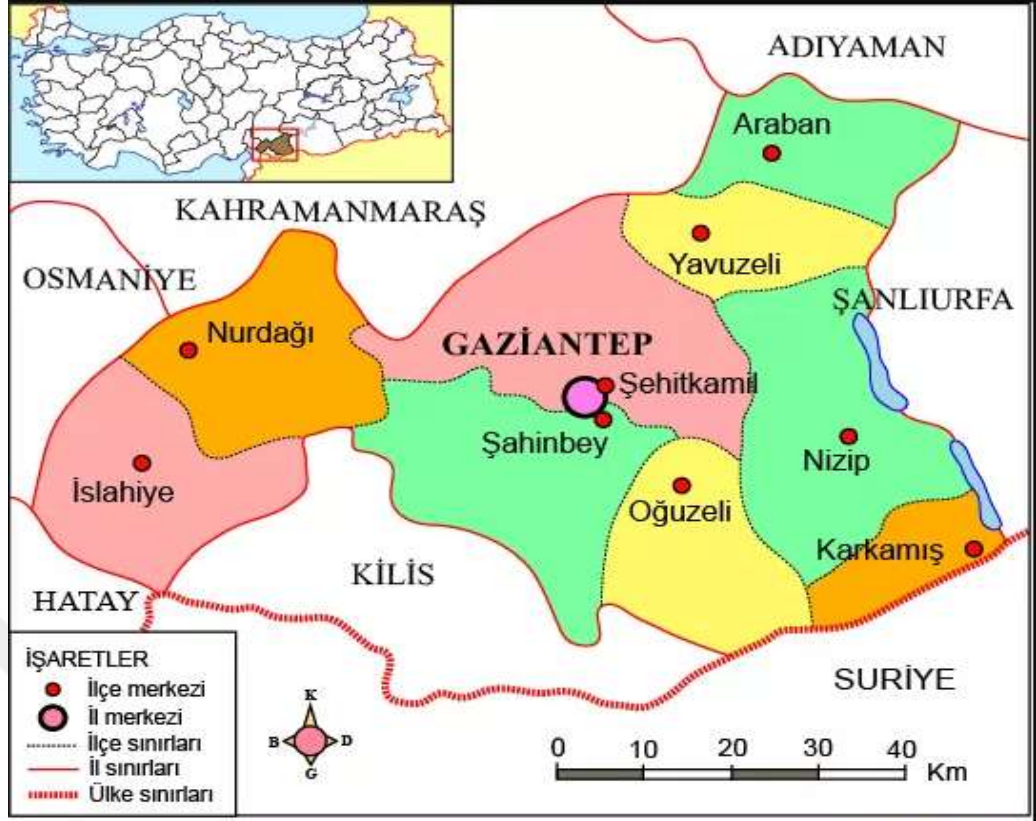
**Çizelge 5.6:** Ankara İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi MWhe/yıl	Kurulu Güç Potansiyeli MW
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	888.351,80	21.221,97	86.367,54	9,86
Kültür ve Melez Et Sığır (Yetişkin)	763.448,30	18.238,13	74.224,14	8,47
Yerli Sığır	73.327,83	1.751,74	7.129,09	0,81
Genç Yavru (Buzacağı)	6.716,06	160,44	652,95	0,07
Koyun	965.117,46	23.055,84	93.830,86	10,71
Keçi	130.621,11	3.120,43	12.699,27	1,45
At-Katır-Eşek	7.552,44	180,42	734,27	0,08
Et Tavuğu	753.878,03	18.009,51	73.293,70	8,37
Yumurta Tavuğu	266.303,66	6.361,77	25.890,63	2,96
Hindi	2.709,79	64,73	263,45	0,03
Kaz	2.020,70	48,27	196,46	0,02
Ördek	2.213,32	52,87	215,18	0,02
<b>TOPLAM</b>	<b>3.862.260,50</b>	<b>92.266,14</b>	<b>375.497,55</b>	<b>42,87</b>

### 5.3. Gaziantep İlinin İncelenmesi

#### 5.3.1 Gaziantep ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri

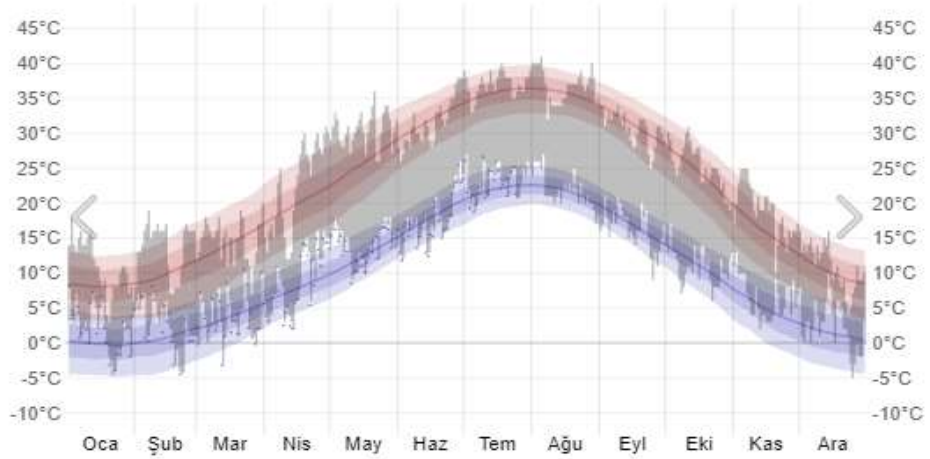
Gaziantep ili 36° 28' ve 38° 01' doğu boylamları ile 36° 38' ve 37° 32' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Şehrin doğusunda Şanlıurfa, batısında Osmaniye ve Hatay, güneyinde Suriye, kuzeyinde Kahramanmaraş, güneybatısında Kilis, kuzeydoğusunda Adıyaman bulunmaktadır. 6222 km<sup>2</sup>'lik alan sahip olan Gaziantep'te, Güneydoğu Toroslarının uzantısı olan Sofdağları, Dülükbaba, Ganibaba, Sam ve Sarıkaya dağları bulunmaktadır. Nizip Çayı, Afrin Çayı, Alleben Deresi, Fırat Nehri ilin önemli akarsularıdır. Ziraat olarak fıstık, zeytin, üzüm bağları, pamuk, buğday ve çeşitli meyve türleri bulunmaktadır. Gaziantep ili 9 ilçeden oluşmaktadır. Bunlar Araban, İslahiye, Karkamış, Nizip, Oğuzeli, Nurdağı, Şahinbey, Şehitkamil ve Yavuzeli'dir.



**Şekil 5.3:** Gaziantep İl Haritası

**Kaynak:** Saygılı, R. (2015)

Bölgesel olarak Akdeniz ve Karasal İklim'in geçiş noktasında yer almaktadır. Bunda dolayı güney kesimlerinde Akdeniz İklimi'nin etkisi görüldüğü yerlerde yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Kış ve ilkbahar aylarında yağışların en fazla olduğu görülür.



**Şekil 5.4:** Gaziantep İlinin Yıllık Sıcaklık Grafiği 2021

### 5.3.2. Gaziantep İlinin Beşeri ve Ekonomik Durumu

Gaziantep ili nüfusu 2021 yılında 2.130.432 olarak tespit edilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere 1.075.409 kişi erkek, 1.055.023 kişi kadındır. Nüfus değerlendirilmesi yapıldığında Türkiye'nin 9. En büyük şehridir. Nüfus ilçelerin şehir merkezlerinde yoğunluk göstermektedir. Çizelgeden edinilen bilgilere göre her sene nüfus artışı görünmektedir.

**Çizelge 5.7: Gaziantep İli Yıllara Göre Nüfusu**

Yıl	Gaziantep Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2021	2.130.432	1.075.409	1.055.023
2020	2.101.157	1.060.820	1.040.337
2019	2.069.364	1.044.799	1.024.565
2018	2.028.563	1.023.716	1.004.847
2017	2.005.515	1.012.992	992.523
2016	1.974.244	998.926	975.318
2015	1.931.836	976.126	955.710
2014	1.889.466	953.760	935.706
2013	1.844.438	930.972	913.466
2012	1.799.558	907.172	892.386
2011	1.753.596	883.086	870.510
2010	1.700.763	855.384	845.379
2009	1.653.670	831.911	821.759
2008	1.612.223	810.768	801.455
2007	1.560.023	779.863	780.160

Gaziantep ilinde tarım önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle Antepfıstığı en çok üretimi yapılan ve diğer illere gönderilen ürünüdür. Bunun yanı sıra üzüm ve zeytin de önemli tarım ürünleri içerisinde. Tarımın yanı sıra da hayvancılık ekonomik alanda yer almaktadır. Genelde küçükbaş hayvancılığı yapılan ilde, canlı hayvan ihracatı da yapılmaktadır. Gaziantep ilinin sanayisinde pamuk ipliği, halı, akrilik iplik, un, makarna, gıda ürünleri, bitkisel yağ, deterjan ve plastik ürünleri ön plana çıkmaktadır.

### 5.3.3 Gaziantep ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli

Gaziantep' teki hayvan sayılarına baktığımız aşağıdaki Çizelge 5.7. de görüldüğü gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 96.752 adet, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 57.482 adet, Yerli Sığırı 766 adet, Genç Yavru ( Buzağı) 45.050 adet, Koyun 463.447 adet, Keçi 234.871 adet, At-Katır-Eşek toplamı 2.005 adet, Et Tavuğu 295.000 adet, Yumurta Tavuğu 5.803.485 adet, Hindi 26.478 adet, Kaz

3.041 adet, Ördek 3.372 adet bulunmaktadır. Toplam hayvan sayısına bakıldığında ise 7.031.749 adet olduğu görülmektedir. Hayvan sayılarının TÜİK' in 2021 yılındaki verileridir. Hayvanların kapalı ortamlarda yetiştirilme durumlarına göre değerlendirmeler yapılmalıdır. Çünkü bu hayvanların gübrelerinden biyogaz eldesi sağlanması için gübrelerin toplanabilirliği önemlidir.

TÜİK verilerindeki hayvan sayıları gübre miktarları göz önüne alınarak, Çizelge 5.8.' de incelendiğinde Kültür ve Melez Süt Sığırdığı (Yetişkin) 622.594,28 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırdığı (Yetişkin) 249.463,26 ton/yıl, Yerli Sığırdığı 3.324,33 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 16.719,50 ton/yıl, Koyun 166.451,62 ton/yıl, Keçi 72.054,31 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 4.926,65 ton/yıl, Et Tavuğu 20.253,67 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 272.621,61 ton/yıl, Hindi 3.635,77 ton/yıl, Kaz 362,63 ton/yıl, Ördek 402,10 ton/yıl toplanabilir faydalı gübre bulunmaktadır. Toplam gübreye bakıldığı zaman ise 1.432.810 ton/yıl miktarında hayvansal faydalı gübrenin elde edilebileceği hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.8: Gaziantep İlindeki Hayvan Sayısı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı
	Adet
Kültür ve Melez Süt Sığırdığı (Yetişkin)	96.752
Kültür ve Melez Et Sığırdığı (Yetişkin)	57.482
Yerli Sığırdığı	766
Genç Yavru (Buzağı)	45.050
Koyun	463.447
Keçi	234.871
At-Katır-Eşek	2.005
Et Tavuğu	295.000
Yumurta Tavuğu	5.803.485
Hindi	26.478
Kaz	3.041
Ördek	3.372
<b>TOPLAM</b>	<b>7.031.749</b>

Hayvanların türlerine göre gübrelerindeki organik madde miktarı, katı madde miktarı, uçucu katı madde miktarları ve metan oranı farklılık gösterir. Çizelge 5.9.' da görüldüğü gibi, kabullerimizdeki oranlara göre, Gaziantep ilindeki hayvan gübreleri içerisindeki katı madde miktarını, uçucu katı madde miktarını vermiştir. Hesaplamalar sonucu çıkartılan Çizelge 5.9. incelendiğinde gübrelerdeki katı madde

miktarı hayvan çeşitlerine göre; Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 107.522,03 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 30.958,39 ton/yıl, Yerli Sığırı 574,11 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 620,29 ton/yıl, Koyun 38.283,87 ton/yıl, Keçi 16.694,98 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 966,12 ton/yıl, Et Tavuğu 4.050,73 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 51.116,55 ton/yıl, Hindi 703,89 ton/yıl, Kaz 62,63 ton/yıl, Ördek 69,44 ton/yıl bulunmaktadır. Toplama bakıldığında 251.623,04 ton/ yıl katı madde eldesi sağlanmaktadır.

**Çizelge 5.9:** Gaziantep İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	96.752	43,00	41,00	622.594,28
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	57.482	29,00	41,00	249.463,26
Yerli Sığırı	766	29,00	41,00	3.324,33
Genç Yavru (Buzağı)	45.050	2,48	41,00	16.719,50
Koyun	463.447	2,40	41,00	166.451,62
Keçi	234.871	2,05	41,00	72.054,31
At-Katır-Eşek	2.005	20,40	33,00	4.926,65
Et Tavuğu	295.000	0,19	99,00	20.253,67
Yumurta Tavuğu	5.803.485	0,13	99,00	272.621,61
Hindi	26.478	0,38	99,00	3.635,77
Kaz	3.041	0,33	99,00	362,63
Ördek	3.372	0,33	99,00	402,10
<b>TOPLAM</b>	<b>7.031.749</b>			<b>1.432.810</b>

Katı maddelerin içerisinde de buna bağlı olarak uçucu katı madde bulunmaktadır. Metan eldesi bu uçucu katı maddeden elde edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan Çizelge 5.9. verileri incelediğimizde, Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 89.630,37 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 26.206,28 ton/yıl, Yerli Sığırı 478,58 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 274,36 ton/yıl, Koyun 32.016,80 ton/yıl, Keçi 12.197,36 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 644,11 ton/yıl, Et Tavuğu 3.130,33 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 38.337,41 ton/yıl, Hindi 533,76 ton/yıl, Kaz 38,38

ton/yıl, Ördek 42,55 ton/yıl olduğu görülmektedir. Toplamda ise 203.530,27 ton/ yıl uçucu madde olduğu görülmüştür.

Uçucu katı maddenin içerisindeki organik besinlerden elde edilen metan miktarı literatür verilerine göre incelendiğinde Çizelge 5.9.'da çıkan değerler Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 9.680.079,57 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 5.765.381,02 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yerli Sığırı 105.287,35 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Genç Yavru (Buzağı) 60.358,26 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Koyun 6.403.360,70 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Keçi 2.439.471,09 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, At-Katır-Eşek toplamı 115.939,63 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Et Tavuğu 626.065,17 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yumurta Tavuğu 7.667.482,77 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Hindi 106.751,32 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kaz 7.675,37 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Ördek 8.510,81 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>'dır. Toplama bakıldığında 32.986.363,06 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> gazının elde edilme potansiyeli vardır.

**Çizelge 5.10:** Gaziantep İlindeki Hayvan Gübrelerinde Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı	Katı Madde Miktarı	Uçucu Katı Madde Miktarı	Metan Miktarı
	Adet	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	m <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub>
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	96.752	622.594,28	107.522,03	89.630,37	9.680.079,57
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	57.482	249.463,26	30.958,39	26.206,28	5.765.381,02
Yerli Sığırı	766	3.324,33	574,11	478,58	105.287,35
Genç Yavru (Buzağı)	45.050	16.719,50	620,29	274,36	60.358,26
Koyun	463.447	166.451,62	38.283,87	32.016,80	6.403.360,70
Keçi	234.871	72.054,31	16.694,98	12.197,36	2.439.471,09
At-Katır-Eşek	2.005	4.926,65	966,12	644,11	115.939,63
Et Tavuğu	295.000	20.253,67	4.050,73	3.130,33	626.065,17
Yumurta Tavuğu	5.803.485	272.621,61	51.116,55	38.337,41	7.667.482,77
Hindi	26.478	3.635,77	703,89	533,76	106.751,32
Kaz	3.041	362,63	62,63	38,38	7.675,37
Ördek	3.372	402,10	69,44	42,55	8.510,81
<b>TOPLAM</b>	<b>7.031.749</b>	<b>1.432.809,72</b>	<b>251.623,04</b>	<b>203.530,27</b>	<b>32.986.363,06</b>

Yapılan hesaplamalara göre hayvan türüne bağlı olarak elde edilebilecek olan enerji Çizelge 5.10.'da da gösterildiği gibi, Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)



348482,86 GJ/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 207553,71 GJ/yıl, Yerli Sığır 3790,34 GJ/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 2172,89 GJ/yıl, Koyun 230520,99 GJ/yıl, Keçi 87820,96 GJ/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 4173,83 GJ/yıl, Et Tavuğu 22538,35 GJ/yıl, Yumurta Tavuğu 276.029,38 GJ/yıl, Hindi 3.843,05 GJ/yıl, Kaz 276,31 GJ/yıl, Ördek 306,39 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamda bu değer 1.187.509,07 GJ/yıl olarak bulunmuştur. Birimsel olarak TEP' e çevrildiğinde ise Kültür ve Melez Süt Sığır (Yetişkin) 8.324,96 TEP/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 4.958,28 TEP/yıl, Yerli Sığır 90,55 TEP/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 51,91 TEP/yıl, Koyun 5.506,95 TEP/yıl, Keçi 2.097,97 TEP/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 99,71 TEP/yıl, Et Tavuğu 538,42 TEP/yıl , Yumurta Tavuğu 6.594,11 TEP/yıl, Hindi 91,81 TEP/yıl, Kaz 6,60 TEP/yıl, Ördek 7,32 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamına bakıldığında 28.368,59 TEP/yıl potansiyel enerji eldesi bulunmuştur. Değerlerin elektrik enerjisine karşılık gelen değerlerine bakıldığında Kültür ve Melez Süt Sığır (Yetişkin) 33.880,28 MWhe/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 20.178,83 MWhe/yıl, Yerli Sığır 368,51 MWhe/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 211,25 MWhe/yıl, Koyun 22.411,76 MWhe/yıl, Keçi 8.538,15 MWhe/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 405,79 MWhe/yıl, Et Tavuğu 2.191,23 MWhe/yıl , Yumurta Tavuğu 26.836,19 MWhe/yıl , Hindi 373,63 MWhe/yıl, Kaz 26,86 MWhe/yıl, Ördek 29,79 MWhe/yıl olarak hesaplanmaktadır. Toplamda 115.452,27 MWhe/yıl bulunmuştur. Yapılan bu hesaplamalarla elde edilebilecek enerjiler bulunmuştur. Bu enerjilerin elde edilmesi için gerekli olan kurulu güçler ise tam verimli çalıştığı düşünülerek toplamda 13,18 MW' tır.

**Çizelge 5.11:** Gaziantep İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl	Kurulu Güç MW
Kültür ve Melez Süt Sığır (Yetişkin)	348.482,86	8.324,96	33.880,28	3,87
Kültür ve Melez Et Sığır (Yetişkin)	207.553,72	4.958,28	20.178,83	2,30
Yerli Sığır	3.790,34	90,55	368,51	0,04
Genç Yavru (Buzağı)	2172,90	51,91	211,25	0,02
Koyun	230.520,99	5.506,95	22.411,76	2,56
Keçi	87.820,96	2.097,97	8.538,15	0,97
At-Katır-Eşek	4173,83	99,71	405,79	0,05
Et Tavuğu	22.538,35	538,42	2.191,23	0,25

**Çizelge 5.11:** (Devamı) Gaziantep İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl	Kurulu Güç MW
Yumurta Tavuğu	276.029,38	6.594,11	26.836,19	3,06
Hindir	3.843,05	91,81	373,63	0,04
Kaz	276,31	6,60	26,86	0,00
Ördek	306,39	7,32	29,79	0,00
TOPLAM	1.187.509,07	28.368,59	115.452,27	13,18

## 5.4 Kars İlinin İncelenmesi

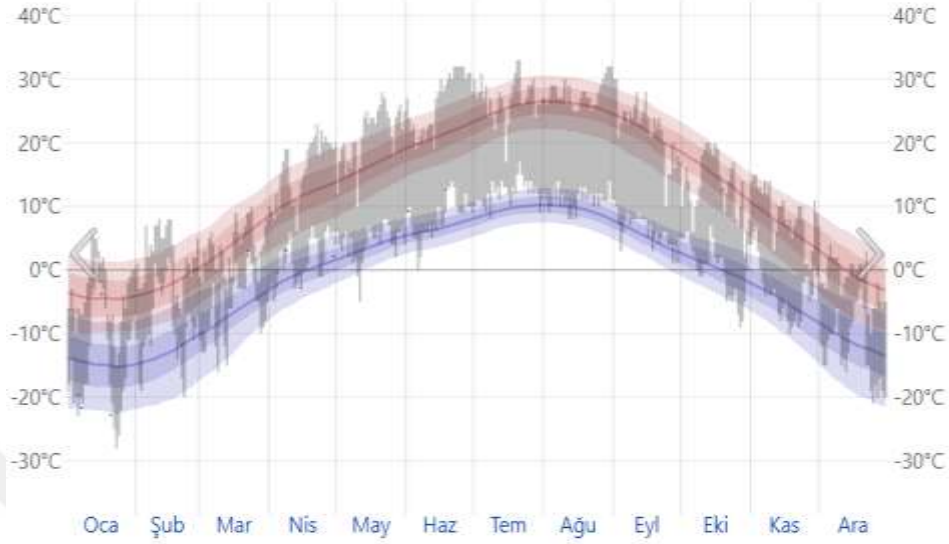
### 5.4.1 Kars ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri

Kars ili Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğusunda yer almaktadır. Çevre illeri olarak batısında Erzurum, doğusunda Ermenistan, kuzeyinde Ardahan ve güneyinde ise Ağrı ve Iğdır bulunmaktadır. Bir plato ili olan Kars' ın genel bitki örtüsü bozkırdır. Kışları uzun ve soğuk geçmektedir. Yazları ılık geçen ilin rakımı 1768 metreye ulaşmaktadır. Sarıkamış ilçesinde çam ormanları bulunmaktadır. Kars 8 ilçeden meydana gelmektedir. Bunlar Arpaçay, Akyaka, Susuz, Selim, Digor, Sarıkamış, Kağızman ve Kars merkezidir.



**Şekil 5.5:** Kars İl Haritası

Kars ilinin sıcaklık Çizelgesinde de görüleceği üzere en yüksek sıcaklıklar yaz aylarında yaşanarak genelde 30 °C nin üzerine çıkmamıştır. Kış aylarında ise -20°C sıcaklığı görmektedir.



**Şekil 5.6:** Kars İlinin 2021 Yılı Sıcaklık Dağılımı

#### **5.4.2 Kars ilinin beşeri ve ekonomik durumu**

Kars ilinin yüz ölçümü 10.127 km<sup>2</sup>'dir. Nüfus genelde şehir merkezinde yerleşmiştir. Genel geçim kaynağı olarak tarım ve hayvancılık yapılmaktadır. Tarımda genelde buğday ve arpa yetiştirilmektedir. Sanayi olarak yem fabrikası, tuz fabrikası ve çimento fabrikası gibi fabrikalar bulunmaktadır. Bal, kaşar ve peynir en çok ticareti yapılan ürünler arasında yer almaktadır.

Yıllar içerisindeki nüfusa bakıldığında gittikçe azaldığını söyleyebiliriz. Çizelge 5.11.'de görüldüğü gibi 2021 yılında nüfus 281.077'dir. Nüfusun 144.396'sını erkekler, 136.681'ini ise kadınlar oluşturmaktadır. Ekonomik sebeplerden dolayı göç veren bir il olarak görülmektedir.

**Çizelge 5.12: Kars İlinin Yıllara Göre Nüfusu**

Yıl	Kars Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2022	274.829	140.724	134.105
2021	281.077	144.396	136.681
2020	284.923	147.150	137.773
2019	285.410	146.668	138.742
2018	288.878	149.510	139.368
2017	287.654	149.481	138.173
2016	289.786	150.515	139.271
2015	292.660	152.040	140.620
2014	296.466	153.676	142.790
2013	300.874	155.825	145.249
2012	304.821	158.403	146.418
2011	305.755	159.179	146.576
2010	301.766	154.817	146.949
2009	306.536	159.411	147.125
2008	312.128	163.678	148.450
2007	312.205	161.787	150.418

Kaynak: TÜİK, (2023)

### **5.4.3 Kars ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli**

Kars' taki hayvan sayılarına baktığımız Çizelge 5.12.' de görüldüğü gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 330.388 adet, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 116.257 adet, Yerli Sığırı 9.141 adet, Genç Yavru ( Buzağı) 164.937 adet, Koyun 574.530 adet, Keçi 30.217 adet, At-Katır-Eşek toplamı 7.300 adet, Et Tavuğu 0 adet, Yumurta Tavuğu 344.911 adet, Hindi 41.095 adet, Kaz 489.304 adet, Ördek 17.882 adet bulunmaktadır. Toplam hayvan sayısına bakıldığında ise 2.125.962 adet olduğu görülmektedir. Hayvan sayılarının TÜİK' in 2021 yılındaki verileridir. Hayvanların kapalı ortamlarda yetiştirilme durumlarına göre değerlendirmeler yapılmalıdır. Çünkü bu hayvanların gübrelerinden biyogaz eldesi sağlanması için gübrelerin toplanabilirliği önemlidir.

**Çizelge 5.13: Kars İlinin Hayvan Sayısı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı
	Adet
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	330.388
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	116.257
Yerli Sığırı	9.141
Genç Yavru (Buzağı)	164.937
Koyun	574.530
Keçi	30.217
At-Katır-Eşek	7.300
Et Tavuğu	0
Yumurta Tavuğu	344.911
Hindi	41.095
Kaz	489.304
Ördek	17.882
<b>TOPLAM</b>	<b>2.125.962</b>

**Kaynak:** TÜİK, (2021)

TÜİK verilerindeki hayvan sayıları gübre miktarları göz önüne alınarak, yapılan hesaplar sonucu Çizelge 5.13.'te görüldüğü gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 2.126.030,26 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 504.537,94 ton/yıl, Yerli Sığırı 39.670,57 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 61.213,40 ton/yıl, Koyun 206.348,19 ton/yıl, Keçi 9.270,05 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 17.937,41 ton/yıl, Et Tavuğu 0 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 16.202,37 ton/yıl, Hindi 5.642,88 ton/yıl, Kaz 58.347,30 ton/yıl, Ördek 2.132,35 ton/yıl bulunmaktadır. Toplam gübreye bakıldığı zaman ise 3.047.332,72 ton/yıl miktarında hayvansal gübrenin elde edilebileceği hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.14: Kars İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	330.388	43,00	41,00	2.126.030,26
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	116.257	29,00	41,00	504.537,94
Yerli Sığırı	9.141	29,00	41,00	39.670,57

**Çizelge 5.14:** (Devamı) Kars İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Genç Yavru (Buzağı)	164.937	2,48	41,00	61.213,40
Koyun	574.530	2,40	41,00	206.348,19
Keçi	30.217	2,05	41,00	9.270,05
At-Katır-Eşek	7.300	20,40	33,00	17.937,41
Et Tavuğu	0	0,19	99,00	0,00
Yumurta Tavuğu	344.911	0,13	99,00	16.202,37
Hindi	41.095	0,38	99,00	5.642,88
Kaz	489.304	0,33	99,00	58.347,30
Ördek	17.882	0,33	99,00	2.132,35
<b>TOPLAM</b>	<b>2.125.962,00</b>			<b>3.047.332,72</b>

Hayvanların türlerine göre gübrelereindeki organik madde miktarı, katı madde miktarı, uçucu katı madde miktarları ve metan oranı farklılık gösterir. Çizelge 5.14.’te kabullerimizdeki oranlara göre, Kars ilindeki hayvan gübrelereindeki katı madde miktarını, uçucu katı madde miktarını verilmiştir. Çizelge 5.14.’e göre gübrelereindeki katı madde miktarı hayvan çeşitlerine göre; Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 367.165,43 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 62.613,16 ton/yıl, Yerli Sığırı 6.851,11 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 2.271,02 ton/yıl, Koyun 47.460,08 ton/yıl, Keçi 2.147,87 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 3.517,53 ton/yıl, Et Tavuğu 0 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 3.037,94 ton/yıl, Hindi 1.092,46 ton/yıl, Kaz 10.076,58 ton/yıl, Ördek 368,23 ton/yıl bulunmaktadır. Toplama bakıldığında 506.601,43 ton/ yıl katı madde eldesi sağlanmaktadır.

Katı maddelerin içerisinde de buna bağlı olarak uçucu katı madde bulunmaktadır. Metan eldesi bu uçucu katı maddeden elde edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan Çizelge 5.14. verileri incelediğimizde, Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 306.069,10 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 53.002,04 ton/yıl, Yerli Sığırı 5.711,08 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 1.004,47 ton/yıl, Koyun 39.690,87 ton/yıl, Keçi 1.569,23 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 2.345,14 ton/yıl, Et Tavuğu 0 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 2.278,46 ton/yıl, Hindi 828,41 ton/yıl, Kaz

6.174,93 ton/yıl, Ördek 225,67 ton/yıl olduğu görülmektedir. Toplamda ise 418.899,40 ton/ yıl uçucu madde olduğu görülmüştür.

Uçucu katı maddenin içerisindeki organik besinlerden elde edilen metan miktarı literatür verilerine göre incelendiğinde Çizelge 5.14.'te çıkan değerler Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 33.055.462,70 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 11.660.448,26 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yerli Sığır 1.256.438,26 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Genç Yavru (Buzağı) 220.983,59 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Koyun 7.938.173,78 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Keçi 313.846,74 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, At-Katır-Eşek toplamı 422.124,33 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Et Tavuğu 0 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yumurta Tavuğu 455.691,56 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Hindi 165.682,65 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kaz 1.234.985,49 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Ördek 45.133,52 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>' dir. Toplama bakıldığında 56.768.971,15 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> gazının elde edilme potansiyeli vardır.

**Çizelge 5.15:** Kars İlindeki Hayvan Gübrelerinde Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı	Katı Madde Miktarı	Uçucu Katı Madde Miktarı	Metan Miktarı
	Adet	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	m <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub>
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	330.388	2.126.030,26	367.165,43	306.069,10	33.055.462,70
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	116.257	504.537,94	62.613,16	53.002,04	11.660.448,51
Yerli Sığır	9.141	39.670,57	6.851,11	5.711,08	1.256.438,26
Genç Yavru (Buzağı)	164.937	61.213,40	2.271,02	1.004,47	220.983,59
Koyun	574.530	206.348,19	47.460,08	39.690,87	7.938.173,78
Keçi	30.217	9.270,05	2.147,87	1.569,23	313.846,74
At-Katır-Eşek	7.300	17.937,41	3.517,53	2.345,14	422.124,33
Et Tavuğu	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Yumurta Tavuğu	344.911	16.202,37	3.037,94	2.278,46	455.691,56
Hindi	41.095	5.642,88	1.092,46	828,41	165.682,65
Kaz	489.304	58.347,30	10.076,58	6.174,93	1.234.985,49
Ördek	17.882	2.132,35	368,26	225,67	45.133,52
<b>TOPLAM</b>	<b>2.125.962</b>	<b>3.047.332,72</b>	<b>506.601,43</b>	<b>418.899,40</b>	<b>56.768.971,15</b>

Yapılan hesaplamalara göre hayvan türüne bağlı olarak elde edilebilecek olan enerji Çizelge 5.15.'te verildiği gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 1.189.996,66 GJ/yıl , Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 419.776,15 GJ/yıl, Yerli Sığırı 45.231,78 GJ/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 7.955,41 GJ/yıl, Koyun 285.774,26 GJ/yıl, Keçi 11.298,48 GJ/yıl , At-Katır-Eşek toplamı 15.196,48 GJ/yıl, Et Tavuğu 0 GJ/yıl , Yumurta Tavuğu 16.404,90 GJ/yıl, Hindi 5.964,58 GJ/yıl, Kaz 44.459,48 GJ/yıl, Ördek 1.624,81 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamda bu değer 2.043.682,96 GJ/yıl olarak bulunmuştur. Birimsel olarak TEP' e çevrildiğinde ise Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 28.428,01 TEP/yıl , Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 10.028,10 TEP/yıl, Yerli Sığırı 1.080,55 TEP/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 190,05 TEP/yıl, Koyun 6.826,91 TEP/yıl, Keçi 269,91 TEP/yıl , At-Katır-Eşek toplamı 363,03 TEP/yıl, Et Tavuğu 0 TEP/yıl , Yumurta Tavuğu 391,90 TEP/yıl, Hindi 142,49 TEP/yıl, Kaz 1.062,10 TEP/yıl, Ördek 38,82 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamına bakıldığında 48.821,89 TEP/yıl potansiyel enerji eldesi bulunmuştur. Değerlerin elektrik enerjisine karşılık gelen değerlerine bakıldığında Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 115.694,12 MWhe/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 40.811,57 MWhe/yıl, Yerli Sığırı 4.397,53 MWhe/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 773,44 MWhe/yıl, Koyun 27.783,61 MWhe/yıl, Keçi 1.098,46 MWhe/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 1.477,44 MWhe/yıl, Et Tavuğu 0 MWhe/yıl, Yumurta Tavuğu 1.594,92 MWhe/yıl, Hindi 579,89 MWhe/yıl, Kaz 4.322,45 MWhe/yıl, Ördek 157,97 MWhe/yıl olarak hesaplanmaktadır. Toplamda 198.691,40 MWhe/yıl bulunmuştur. Yapılan bu hesaplamalarla elde edilebilecek enerjiler bulunmuştur. Bu enerjilerin elde edilmesi için gerekli olan kurulu güçler ise tam verimli çalıştığı düşünülerek toplamda 22,68 MW' tır.

**Çizelge 5.16: Kars İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021**

<b>Hayvan Türü</b>	<b>Enerji Değeri GJ/yıl</b>	<b>Enerji Değeri TEP/yıl</b>	<b>Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl</b>	<b>Kurulu Güç MW</b>
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	1.189.996,66	28.428,01	115.694,12	13,21
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	419.776,15	10.028,10	40.811,57	4,66
Yerli Sığırı	45.231,78	1.080,55	4.397,53	0,50
Genç Yavru (Buzağı)	7.955,41	190,05	773,44	0,09
Koyun	285.774,26	6.826,91	27.783,61	3,17



**Çizelge 5.16:** (Devamı) Kars İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl	Kurulu Güç MW
Keçi	11.298,48	269,91	1.098,46	0,13
At-Katır-Eşek	15.196,48	363,03	1.477,44	0,17
Et Tavuğu	0,00	0,00	0,00	0,00
Yumurta Tavuğu	16.404,90	391,90	1.594,92	0,18
Hindi	5.964,58	142,49	579,89	0,07
Kaz	44.459,48	1.062,10	4.322,45	0,49
Ördek	1.624,81	38,82	157,97	0,02
<b>TOPLAM</b>	<b>2.043.682,96</b>	<b>48.821,86</b>	<b>198.691,40</b>	<b>22,68</b>

## 5.5 Manisa İlinin İncelenmesi

### 5.5.1 Manisa ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri

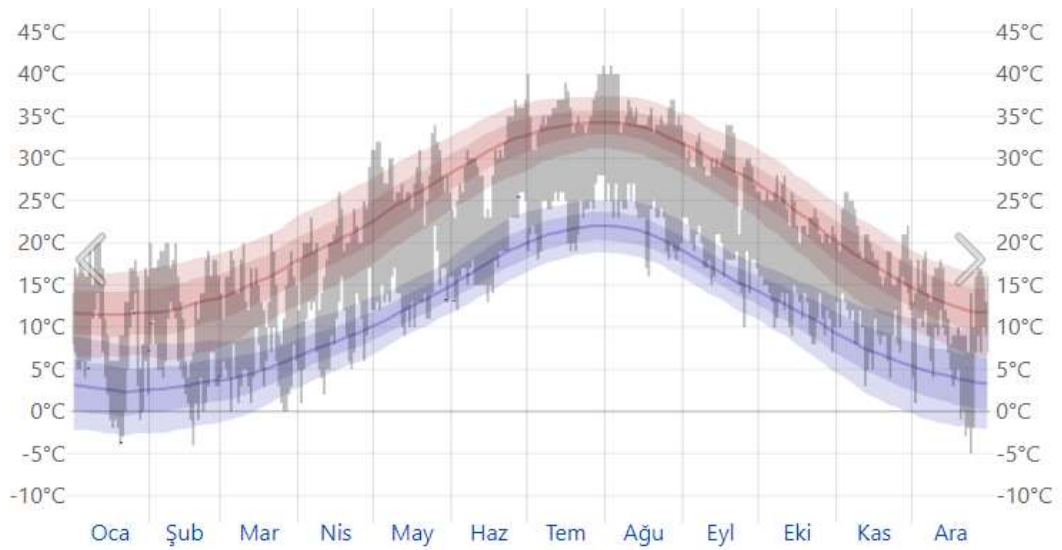
Ege Bölgesi'nde bulunan Manisa ili 27° 08-29° 05 doğu boylamları ile 38°04-39°58 kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. 13.810 km<sup>2</sup> yüz ölçümüne sahip ilimizin 16 ilçesi bulunmaktadır. Bunlar Merkez, Ahmetli, Akhisar, Salihli, Sarıgöl, Turgutlu, Soma, Köprübaşı, Kırkağaç, Köprübaşı, Selendi, Kula, Alaşehir, Gördes, Demirci, Göl marmara ilçeleridir. Güneyinde ve batısında İzmir, kuzeyinde Balıkesir, doğusunda Kütahya ve Uşak, güneydoğusunda Denizli ve Aydın bulunur.

Yeryüzü şekillerinden dolayı iç kısımları ile batıya doğru olan kısımları arasında iklim farklılıkları görülebilir. İç kısımlarda karasal iklim hakimdir. Yazları doğu kısmında sıcak ve kurak geçerken batı kısmına göre daha serin olabilmektedir. Karasal nitelikli Akdeniz iklimi görülmektedir.



**Şekil 5.7:** Manisa İli Haritası

Yaz aylarında sıcaklık 35°C üzerine çıkarken kış aylarında ise -5°C ' ye ulaşmamaktadır. İl genelinde bu sıcaklıklar değişkenlik gösterdiği gibi birbirine yakın değerler olmaktadır.



**Şekil 5.8:** Manisa İlinin 2021 Yılı Sıcaklık Dağılımı

### 5.5.2. Manisa İlinin Beşeri ve Ekonomik Durumu

Tarım ve hayvancılık yaygın olarak yapılan Manisa ilinde sanayi de gün geçtikçe gelişmektedir. Tarımda ve hayvancılıkta modern üretim çalışmaları yapılmaktadır. Tarım alanında üzün, pamuk, tütün, zeytin ön plana çıkan ürünleridir. Genel arazisi tarıma uygundur. Topraklarının neredeyse yarısı orman ve makiden oluşmaktadır. Hayvancılık diğer alanlara göre daha sonraları öncelik sırası gerilemiştir. Sanayi anlamında Ege Bölgesi'nde 2. sırada gelmektedir. Termik santraller, kömür işletmeleri, giyim, elektrik motor, ayakkabı, mobilya gibi sanayi sektörlerinde üretim yapılmaktadır.

Manisa nüfusu incelendiğinde zamanla artış olduğu gözlenmektedir. 2021 yılı için yapılan sayıma göre 1.456.626 kişinin burada yaşadığı, nüfusun 731.208'inin erkekler, 725.418 kişinin ise kadınlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir

**Çizelge 5.17: Manisa İlinin Yıllara Göre Nüfusu**

Yıl	Manisa Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2022	1.468.279	737.888	730.391
2021	1.456.626	731.208	725.418
2020	1.450.616	728.724	721.892
2019	1.440.611	725.238	715.373
2018	1.429.643	720.337	709.306
2017	1.413.041	710.378	702.663
2016	1.396.945	701.094	695.851
2015	1.380.366	691.955	688.411
2014	1.367.905	688.379	681.526
2013	1.359.463	682.097	677.366
2012	1.346.162	673.700	672.462
2011	1.340.074	671.361	668.713
2010	1.379.484	714.064	665.420
2009	1.331.957	669.724	662.233
2008	1.316.750	656.051	660.699
2007	1.319.920	667.061	652.859

**Kaynak:** TÜİK, (2023)

### 5.5.3. Manisa ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli

Manisa'daki hayvan sayılarına baktığımız Çizelge 5.17.'de görüldüğü gibi Kültür ve Melez Süt Sığırdı (Yetişkin) 143.563 adet, Kültür ve melez Et sığırdı (Yetişkin) 33.094

adet, Yerli Sığır 4.604 adet, Genç Yavru ( Buzağı) 75.726 adet, Koyun 857.074 adet, Keçi 206.130 adet, At-Katır-Eşek toplamı 2.600 adet, Et Tavuğu 38.856.178 adet, Yumurta Tavuğu 12.061.740 adet, Hindi 1.001.402 adet, Kaz 2.703 adet, Ördek 1.503 adet bulunmaktadır. Toplam hayvan sayısına bakıldığında ise 53.246.317 adet olduğu görülmektedir. Hayvan sayılarının TÜİK’ in 2021 yılındaki verileridir. Hayvanların kapalı ortamlarda yetiştirilme durumlarına göre değerlendirmeler yapılmalıdır. Çünkü bu hayvanların gübrelerinden biyogaz eldesi sağlanması için gübrelerin toplanabilirliği önemlidir.

**Çizelge 5.18: Manisa İlinin Hayvan Sayısı 2021**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı
	Adet
Kültür ve Melez Süt Sığıri (Yetişkin)	143.563
Kültür ve Melez Et Sığıri (Yetişkin)	33.094
Yerli Sığır	4.604
Genç Yavru (Buzağı)	75.726
Koyun	857.074
Keçi	206.130
At-Katır-Eşek	2.600
Et Tavuğu	38.856.178
Yumurta Tavuğu	12.061.740
Hindi	1.001.402
Kaz	2.703
Ördek	1.503
<b>TOPLAM</b>	<b>53.246.317</b>

**Kaynak:** TÜİK, (2023)

TÜİK verilerindeki hayvan sayıları gübre miktarları göz önüne alınarak, Çizelge 5.18.’ya göre Kültür ve Melez Süt Sığıri (Yetişkin) 923.820,73 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığıri (Yetişkin) 143.623,00 ton/yıl, Yerli Sığır 19.980,67 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 28.104,34 ton/yıl, Koyun 307.826,70 ton/yıl, Keçi 63.237,08 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 6.388,67 ton/yıl, Et Tavuğu 2.667.729,18 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 566.606,27 ton/yıl, Hindi 137.505,51 ton/yıl, Kaz 322,32 ton/yıl, Ördek 179,23 ton/yıl bulunmaktadır. Toplam gübreye bakıldığı zaman ise 4.865.323,69 ton/yıl miktarında hayvansal gübrenin elde edilebileceği hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.19: Manisa İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	143.563	43,00	41,00	923.820,73
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	33.094	29,00	41,00	143.623,00
Yerli Sığırı	4.604	29,00	41,00	19.980,67
Genç Yavru (Buzağı)	75.726	2,48	41,00	28.104,34
Koyun	857.074	2,40	41,00	307.826,70
Keçi	206.130	2,05	41,00	63.237,08
At-Katır-Eşek	2.600	20,40	33,00	6.388,67
Et Tavuğu	38.856.178	0,19	99,00	2.667.729,18
Yumurta Tavuğu	12.061.740	0,13	99,00	566.606,27
Hindi	1.001.402	0,38	99,00	137.505,51
Kaz	2.703	0,33	99,00	322,32
Ördek	1.503	0,33	99,00	179,23
<b>TOPLAM</b>	<b>53.246.317</b>			<b>4.865.323,69</b>

Hayvanların türlerine göre gübrelerindeki organik madde miktarı, katı madde miktarı, uçucu katı madde miktarları ve metan oranı farklılık gösterir. Çizelge 5.19.'da bizlere, kabullerimizdeki oranlara göre, Manisa ilindeki hayvan gübreleri içerisindeki katı madde miktarını, uçucu katı madde miktarını verilmiştir. Çizelge 5.19.'a göre gübrelerdeki katı madde miktarı hayvan çeşitlerine göre; Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 159.543,84 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 17.823,61 ton/yıl, Yerli Sığırı 63.450,66 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 1.042,67 ton/yıl, Koyun 70.800,14 ton/yıl, Keçi 14.652,03 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 1.252,82 ton/yıl, Et Tavuğu 533.545,84 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 106.238,68 ton/yıl, Hindi 26.621,07 ton/yıl, Kaz 55,66 ton/yıl, Ördek 30,95 ton/yıl bulunmaktadır. Toplama bakıldığında 935,058 ton/ yıl katı madde eldesi sağlanmaktadır.

Katı maddelerin içerisinde de buna bağlı olarak uçucu katı madde bulunmaktadır. Metan eldesi bu uçucu katı maddeden elde edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan Çizelgedeki verileri incelediğimizde, Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 132.995,74 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 15.087,69 ton/yıl, Yerli Sığırı 2.876,47 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 461,17 ton/yıl, Koyun 59.210,16

ton/yıl, Keçi 10.704,77 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 835,25 ton/yıl, Et Tavuğu 412.313,55 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 79.679,01 ton/yıl, Hindi 20.186,76 ton/yıl, Kaz 34,11 ton/yıl, Ördek 18,97 ton/yıl olduğu görülmektedir. Toplamda ise 734.404 ton/yıl uçucu madde olduğu görülmüştür.

Uçucu katı maddenin içerisindeki organik besinlerden elde edilen metan miktarı literatür verilerine göre incelendiğinde aşağıdaki Çizelgede çıkan değerler Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 14.363.540,42 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> , Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 3.319.297,60 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yerli Sığırı 632.823,73 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Genç Yavru (Buzağı) 101.458,15 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> , Koyun 11.842.031,50 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> , Keçi 2.140.954,72 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> , At-Katır-Eşek toplamı 150.345,65 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Et Tavuğu 82.462.710,38 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> , Yumurta Tavuğu 15.935.801,27 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Hindi 4.037.351,06 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kaz 6.822,27 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Ördek 3.793,52 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>' dir. Toplama bakıldığında 134.996.924 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> gazının elde edilme potansiyeli vardır.

**Çizelge 5.20:** Manisa İlindeki Hayvan Gübrelerinde Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı	Katı Madde Miktarı	Uçucu Katı Madde Miktarı	Metan Miktarı
	Adet	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	m <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub>
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	143.563	923.820,73	159.543,84	132.995,74	14.363.540,42
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	33.094	143.623,00	17.823,61	15.087,69	3.319.291,60
Yerli Sığırı	4.604	19.980,67	3.450,66	2.876,47	632.823,73
Genç Yavru (Buzağı)	75.726	28.104,34	1.042,67	461,17	101.458,15
Koyun	857.074	307.826,70	70.800,14	59.210,16	11.842.031,50
Keçi	206.130	63.237,08	14.652,03	10.704,77	2.140.954,72
At-Katır-Eşek	2.600	6.388,67	1.252,82	835,25	150.345,65
Et Tavuğu	38.856.178	2.667.729,18	533.545,84	412.313,55	82.462.710,38
Yumurta Tavuğu	12.061.740	566.606,27	106.238,68	79.679,01	15.935.801,27
Hindi	1.001.402	137.505,51	26.621,07	20.186,76	4.037.351,06
Kaz	2.703	322,32	55,66	34,11	6.822,27
Ördek	1.503	179,23	30,95	18,97	3.793,52
<b>TOPLAM</b>	<b>53.246.317</b>	<b>4.865.324</b>	<b>935.058</b>	<b>734.404</b>	<b>134.996.924</b>

Yapılan hesaplamalara göre hayvan türüne bağlı olarak elde edilebilecek olan enerji Çizelge 5.20.' de verildiği gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 517.087,46

GJ/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 119.494,50 GJ/yıl, Yerli Sığır 22.781,65 GJ/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 3.652,49 GJ/yıl, Koyun 426.313,13 GJ/yıl, Keçi 77.074,37 GJ/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 5.412,44 GJ/yıl, Et Tavuğu 2.968.657,57 GJ/yıl, Yumurta Tavuğu 573.688,85 GJ/yıl, Hindi 145.344,64 GJ/yıl, Kaz 245,60 GJ/yıl, Ördek 136,57 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamda bu değer 4.859.889,27 GJ/yıl olarak bulunmuştur. Birimsel olarak TEP' e çevrildiğinde ise Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 12.352,78 TEP/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 2.854,62 TEP/yıl, Yerli Sığır 544,62 TEP/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 87,25 TEP/yıl, Koyun 10.184,26 TEP/yıl, Keçi 1.841,24TEP/yıl , At-Katır-Eşek toplamı 129,30 TEP/yıl, Et Tavuğu 70.918,72 TEP/yıl , Yumurta Tavuğu 13.704,94 TEP/yıl, Hindi 3.472,16 TEP/yıl, Kaz 5,87 TEP/yıl, Ördek 3,26 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamına bakıldığında 116.098,64 TEP/yıl potansiyel enerji eldesi bulunmuştur. Değerlerin elektrik enerjisine karşılık gelen değerlerine bakıldığında Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 50.272,39 MWhe/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 11.617,52 MWhe/yıl, Yerli Sığır 2.617,52 MWhe/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 355,10 MWhe/yıl, Koyun 41.447,11 MWhe/yıl, Keçi 7.493,34 MWhe/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 526,21 MWhe/yıl, Et Tavuğu 288.619,49 MWhe/yıl, Yumurta Tavuğu 55.775,30 MWhe/yıl, Hindi 14.130,73 MWhe/yıl, Kaz 23,88 MWhe/yıl, Ördek 13,28 MWhe/yıl olarak hesaplanmaktadır. Toplamda 472.489,23 MWhe/yıl bulunmuştur. Yapılan bu hesaplamalarla elde edilebilecek enerjiler bulunmuştur. Bu enerjilerin elde edilmesi için gerekli olan kurulu güçler ise tam verimli çalıştığı düşünülerek toplamda 53,94 MW' tır.

**Çizelge 5.21:** Manisa İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl	Kurulu Güç MW
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	517.087,46	12.352,78	50.272,39	5,74
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	119.494,50	2.854,62	11.617,52	1,33
Yerli Sığır	22.781,65	544,23	2.214,88	0,25
Genç Yavru (Buzağı)	3.652,49	87,25	355,10	0,04
Koyun	426.313,13	10.184,26	41.447,11	4,73
Keçi	77.074,37	1.841,24	7.493,34	0,86
At-Katır-Eşek	5.412,44	129,30	526,21	0,06
Et Tavuğu	2.968.657,57	70.918,72	288.619,49	32,95

**Çizelge 5.21:** (Devamı) Manisa İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl	Kurulu Güç MW
Yumurta Tavuğu	573.688,85	13.704,94	55.775,30	6,37
Hindir	145.344,64	3.472,16	14.130,73	1,61
Kaz	245,60	5,87	23,88	0,00
Ördek	136,57	3,26	13,28	0,00
<b>TOPLAM</b>	<b>4.859.889,27</b>	<b>116.098,64</b>	<b>472.489,23</b>	<b>53,94</b>

## 5.6 Mersin İlinin İncelenmesi

### 5.6.1 Mersin ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri

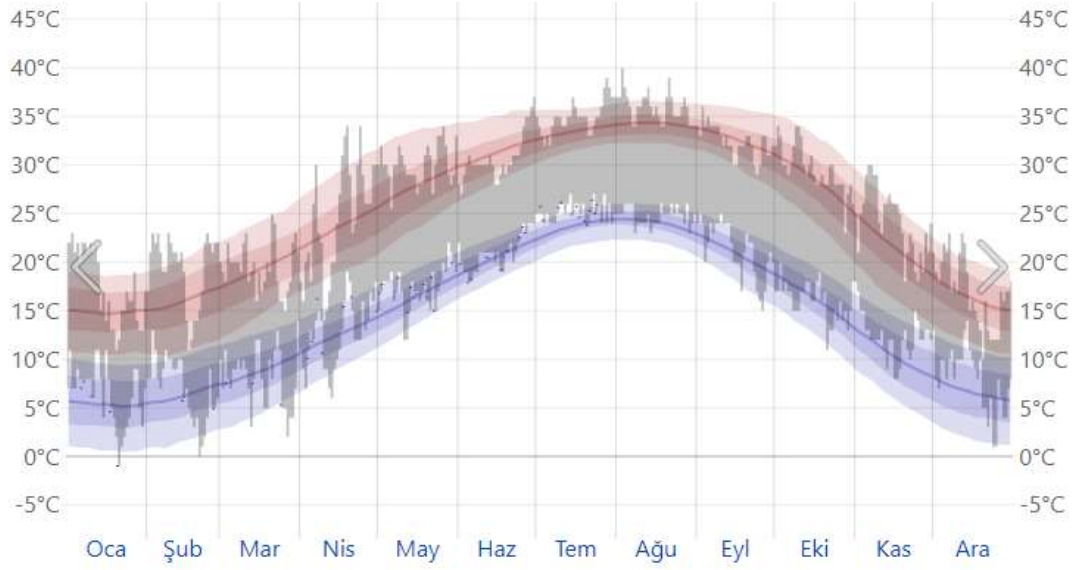
Mersin' in yüz ölçümü 15.853 km<sup>2</sup>'dir ve 36-37° kuzey enlemleri 33-35° doğu boylamları arasında yer almaktadır. Akdeniz İklimi'nin görüldüğü Mersin ilinde, yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olarak geçmektedir. İç kesimlerine doğru Karasal İklim görülmektedir. Batısında Antalya, kuzeyinde Karaman, Konya ve Niğde, doğusunda Adana, güneyinde Akdeniz bulunmaktadır. Mersin iline bağlı 13 ilçe vardır. Bunlar Anamur, Gülnar, Mut, Silifke, Erdemli, Mezitli, Yenişehir, Tarsus, Akdeniz, Çamlıyayla, Toroslar, Aydıncık ve Bozyazı'dır.



**Şekil 5.9:** Mersin İli Haritası



Yaz aylarında sıcaklıklar 35°C 'nin üzerine çıkarken, kışları sıcaklıklar nadiren 0°C in altına düşmektedir.



Şekil 5.10: Mersin İlinin 2021 Yılı Sıcaklık Dağılımı

### 5.6.2. Mersin İlinin Beşeri ve Ekonomik Durumu

Mersin ilinin topraklarının verimli olması, sanayileşmenin olması, liman işletmeciliğinin olması şehrin gelişmesine katkıda bulunmuştur. Tarım ürünü olarak en çok tahıl üretimi yapılırken, buğday, arpa, pirinç, çavdar, domates, biber, patlıcan, fasulye, kabak, bakla, bamya, üzüm, zeytin, nar, muz gibi ürün yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Hayvancılık genelde dağlık kısımlarda yapılmaktadır. Maden bakımından zengin olan ilde demir, bakır, krom, alüminyum yeraltı kaynaklarıdır.

Mersin nüfusuna bakıldığında zamanla arttığı gözlenmektedir. 2021 yılı incelendiğinde toplam nüfusun 1.891.145 olduğu ve bunun 944.392 si erkek 946.753 'ünün kadın olduğu görülmektedir.

**Çizelge 5.22: Mersin İlinin Yıllara Göre Nüfusu**

Yıl	Mersin Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2022	1.916.432	958.642	957.790
2021	1.891.145	944.392	946.753
2020	1.868.757	933.368	935.389
2019	1.840.425	919.594	920.831
2018	1.814.468	905.520	908.948
2017	1.793.931	895.374	898.557
2016	1.773.852	885.583	888.269
2015	1.745.221	869.989	875.232
2014	1.727.255	860.306	866.949
2013	1.705.774	849.548	856.226
2012	1.682.848	838.102	844.746
2011	1.667.939	831.244	836.695
2010	1.647.899	819.515	828.384
2009	1.640.888	823.453	817.435
2008	1.602.908	798.911	805.997
2007	1.595.938	801.112	794.826

**Kaynak:** TÜİK, (2023)

### **5.5.3 Mersin ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli**

Mersin’deki hayvan sayılarına baktığımız Çizelge 5.22.’de de görüldüğü gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 73.116 adet, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 18.167 adet, Yerli Sığırı 453 adet, Genç Yavru (Buzağı) 22.174 adet, Koyun 851.378 adet, Keçi 911.308 adet, At-Katır-Eşek toplamı 531 adet, Et Tavuğu 21.164.443 adet, Yumurta Tavuğu 2.795.325 adet, Hindi 2.118 adet, Kaz 7.371 adet, Ördek 635 adet bulunmaktadır. Toplam hayvan sayısına bakıldığında ise 25.847.019 adet olduğu görülmektedir. Hayvan sayılarının TÜİK’ in 2021 yılındaki verileridir. Hayvanların kapalı ortamlarda yetiştirilme durumlarına göre değerlendirmeler yapılmalıdır. Çünkü bu hayvanların gübrelerinden biyogaz eldesi sağlanması için gübrelerin toplanabilirliği önemlidir.

**Çizelge 5.23: Mersin İlinin Hayvan Sayısı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı
	Adet
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	73.116
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	18.167
Yerli Sığırı	453
Genç Yavru (Buzağı)	22.174
Koyun	851.378
Keçi	911.308
At-Katır-Eşek	531
Et Tavuğu	21.164.443
Yumurta Tavuğu	2.795.325
Hindi	2.118
Kaz	7.371
Ördek	635
<b>TOPLAM</b>	<b>25.847.019</b>

Kaynak: TÜİK, (2023)

TÜİK verilerindeki hayvan sayıları gübre miktarları göz önüne alınarak, bu çizelgeye göre Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 470.497,80 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 78.842,05 ton/yıl, Yerli Sığırı 1.965,95 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 8.229,48 ton/yıl, Koyun 305.780,92 ton/yıl, Keçi 279.573,35 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 1.304,76 ton/yıl, Et Tavuğu 1.453.076,58 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 131.311,79 ton/yıl, Hindi 290,83 ton/yıl, Kaz 878,96 ton/yıl, Ördek 75,72 ton/yıl bulunmaktadır. Toplam gübreye bakıldığı zaman ise 2.731.828,20 ton/yıl miktarında hayvansal gübrenin elde edilebileceği hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.24: Mersin İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	73.116	43,00	41,00	47.0497,80
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	18.167	29,00	41,00	78.842,05
Yerli Sığırı	453	29,00	41,00	1.965,95

**Çizelge 5.24:** (Devamı) Mersin İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Genç Yavru (Buzağı)	22.174	2,48	41,00	8.229,48
Koyun	851.378	2,40	41,00	305.780,92
Keçi	911.308	2,05	41,00	279.573,35
At-Katır-Eşek	531	20,40	33,00	1.304,76
Et Tavuğu	21.164.443	0,19	99,00	1.453.076,58
Yumurta Tavuğu	2.795.325	0,13	99,00	131.311,79
Hindi	2.118	0,38	99,00	290,83
Kaz	7.371	0,33	99,00	878,96
Ördek	635	0,33	99,00	75,72
<b>TOPLAM</b>	<b>25.847.019</b>			<b>2.731.828,20</b>

Hayvanların türlerine göre gübrelendeki organik madde miktarı, katı madde miktarı, uçucu katı madde miktarları ve metan oranı farklılık gösterir. Çizelge 5.24.'teki değerler, kabullerimizdeki oranlara göre hesaplanmış, Mersin ilindeki hayvan gübrelendeki katı madde miktarını, uçucu katı madde miktarını verilmiştir. Çizelge 5.24.' e göre gübrelendeki katı madde miktarı hayvan çeşitlerine göre; Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 81.254,97 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 9.784,30 ton/yıl, Yerli Sığırı 339,52 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 305,31 ton/yıl, Koyun 70.329,61 ton/yıl, Keçi 64.777,14 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 255,86 ton/yıl, Et Tavuğu 290.615,32 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 24.620,96 ton/yıl, Hindi 56,30 ton/yıl, Kaz 151,80 ton/yıl, Ördek 13,08 ton/yıl bulunmaktadır. Toplama bakıldığında 542.504,18 ton/ yıl katı madde eldesi sağlanmaktadır.

Katı maddelerin içerisinde de buna bağlı olarak uçucu katı madde bulunmaktadır. Metan eldesi bu uçucu katı maddeden elde edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan Çizelgedeki verileri incelediğimizde, Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 67.734,14 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 8.282,41 ton/yıl, Yerli Sığırı 283,02 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 135,04 ton/yıl, Koyun 58.816,65 ton/yıl, Keçi 47.326,18 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 170,58 ton/yıl, Et Tavuğu 224.581,70 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 18.465,72 ton/yıl, Hindi 42,70 ton/yıl, Kaz 93,02 ton/yıl, Ördek 8,01 ton/yıl olduğu görülmektedir. Toplamda ise 425.939,19 ton/yıl uçucu madde olduğu görülmüştür.

Uçucu katı maddenin içerisindeki organik besinlerden elde edilen metan miktarı literatür verilerine göre incelendiğinde Çizelge 5.24.'te verilen değerler Kültür ve Melez Süt Sığırını (Yetişkin) 7.315.287,51 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kültür ve melez Et sığırını (Yetişkin) 1.822.130,01 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yerli Sığır 62.265,24 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Genç Yavru (Buzağı) 29.708,86 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Koyun 11.763.330,93 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Keçi 9.465.236,34 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, At-Katır-Eşek toplamı 30.705,21 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Et Tavuğu 44.916.340,81 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yumurta Tavuğu 3.693.144,08 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Hindi 8.539,14 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kaz 18.604,14 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Ördek 1.602,72 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>'dır. Toplama bakıldığında 79.126.894,97 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> gazının elde edilme potansiyeli vardır.

**Çizelge 5.25:** Mersin İlindeki Hayvan Gübrelerinde Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı	Katı Madde Miktarı	Uçucu Katı Madde Miktarı	Metan Miktarı
	Adet	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	m <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub>
Kültür ve Melez Süt Sığırını (Yetişkin)	73.116	470.497,80	81.254,97	67.734,14	7.315.287,51
Kültür ve Melez Et Sığırını (Yetişkin)	18.167	78.842,05	9.784,30	8.282,41	1.822.130,01
Yerli Sığır	453	1.965,95	339,52	283,02	62.265,24
Genç Yavru (Buzağı)	22.174	8.229,48	305,31	135,04	29.708,86
Koyun	851.378	305.780,92	70.329,61	58.816,65	11.763.330,93
Keçi	911.308	279.573,35	64.777,14	47.326,18	9.465.236,34
At-Katır-Eşek	531	1.304,76	255,86	170,58	30.705,21
Et Tavuğu	21.164.443	1.453.076,58	290.615,32	224.581,70	44.916.340,81
Yumurta Tavuğu	2.795.325	131.311,79	24.620,96	18.465,72	3.693.144,08
Hindi	2.118	290,83	56,30	42,70	8.539,14
Kaz	7.371	878,96	151,80	93,02	18.604,14
Ördek	635	75,72	13,08	8,01	1.602,72
<b>TOPLAM</b>	<b>25.847.019,00</b>	<b>2.731.828,20</b>	<b>542.504,18</b>	<b>425.939,19</b>	<b>79.126.894,97</b>

Yapılan hesaplamalara göre hayvan türüne bağlı olarak elde edilebilecek olan enerji Çizelge 5.25.' te de belirtildiği gibi Kültür ve Melez Süt Sığırını (Yetişkin) 263.350,35 GJ/yıl, Kültür ve melez Et sığırını (Yetişkin) 65.596,68 GJ/yıl, Yerli Sığır 2.241,55 GJ/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 1.069,52 GJ/yıl, Koyun 423.479,91 GJ/yıl, Keçi 340.748,51 GJ/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 1.105,39 GJ/yıl, Et Tavuğu 1.616.988,27 GJ/yıl, Yumurta Tavuğu 132.953,19 GJ/yıl, Hindi 307,41 GJ/yıl, Kaz 669,75 GJ/yıl, Ördek 57,70 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamda bu değer 2.848.568,22 GJ/yıl

olarak bulunmuştur. Birimsel olarak TEP' e çevrildiğinde ise Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 6.291,22 TEP/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 1.567,05 TEP/yıl, Yerli Sığırı 53,55 TEP/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 25,55 TEP/yıl, Koyun 10.116,58 TEP/yıl, Keçi 8.140,19 TEP/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 26,41 TEP/yıl, Et Tavuğu 38.628,48 TEP/yıl, Yumurta Tavuğu 3.176,14 TEP/yıl, Hindi 7,34 TEP/yıl, Kaz 16,00 TEP/yıl, Ördek 1,38 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamına bakıldığında 68.049,89 TEP/yıl potansiyel enerji eldesi bulunmuştur. Değerlerin elektrik enerjisine karşılık gelen değerlerine bakıldığında Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 25.603,51 MWhe/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 6.377,46 MWhe/yıl, Yerli Sığırı 217,93 MWhe/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 103,98 MWhe/yıl, Koyun 41.171,66 MWhe/yıl, Keçi 33.128,33 MWhe/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 107,47 MWhe/yıl, Et Tavuğu 157.207,19 MWhe/yıl, Yumurta Tavuğu 12.926,00 MWhe/yıl, Hindi 29,89 MWhe/yıl, Kaz 65,11 MWhe/yıl, Ördek 5,61 MWhe/yıl olarak hesaplanmaktadır. Toplamda 276.944,13 MWhe/yıl bulunmuştur. Yapılan bu hesaplamalarla elde edilebilecek enerjiler bulunmuştur. Bu enerjilerin elde edilmesi için gerekli olan kurulu güçler ise tam verimli çalıştığı düşünülerek toplamda 31,61 MW' tır.

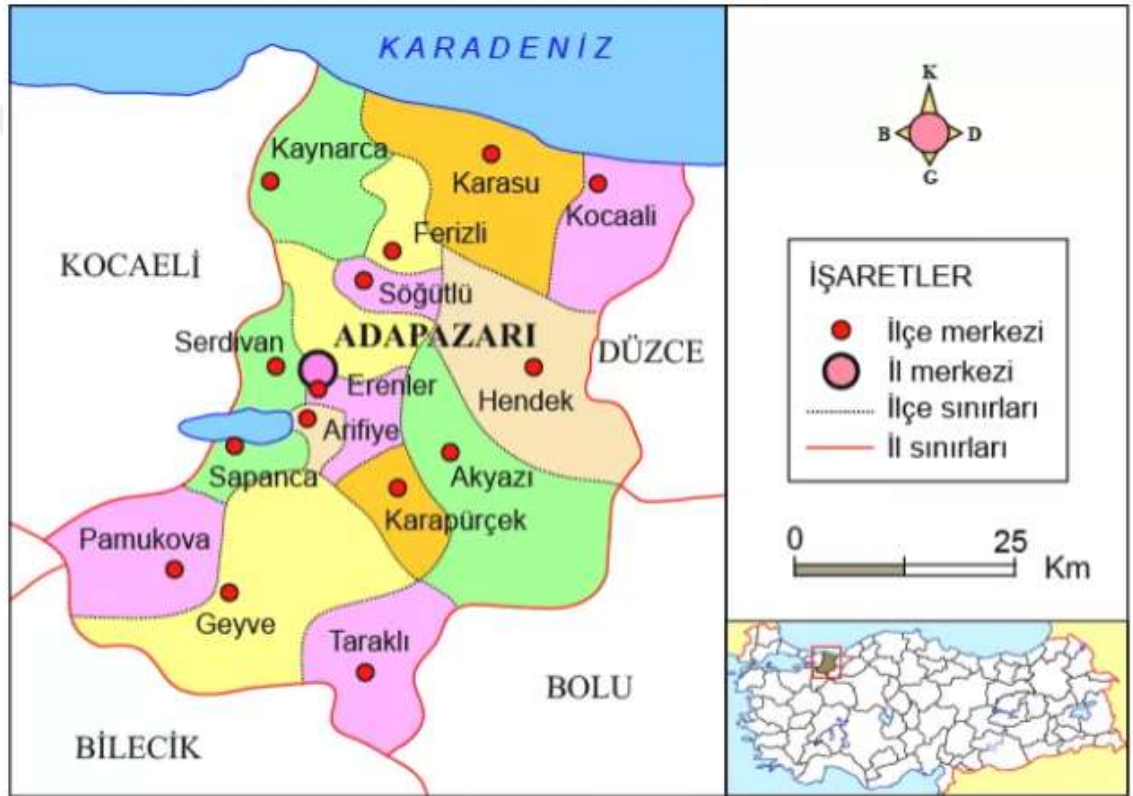
**Çizelge 5.26:** Mersin İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl	Kurulu Güç Potansiyeli MW
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	263.350,35	6.291,22	25.603,51	2,92
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	65.596,68	1.567,05	6.377,46	0,73
Yerli Sığırı	2.241,55	53,55	217,93	0,02
Genç Yavru (Buzağı)	1.069,52	25,55	103,98	0,01
Koyun	423.479,91	10.116,58	41.171,66	4,70
Keçi	340.748,51	8.140,19	33.128,33	3,78
At-Katır-Eşek	1.105,39	26,41	107,47	0,01
Et Tavuğu	1.616.988,27	38.628,48	157.207,19	17,95
Yumurta Tavuğu	132.953,19	3.176,14	12.926,00	1,48
Hindir	307,41	7,34	29,89	0,00
Kaz	669,75	16,00	65,11	0,01
Ördek	57,70	1,38	5,61	0,00
<b>TOPLAM</b>	<b>2.848.568,22</b>	<b>68.049,89</b>	<b>276.944,13</b>	<b>31,61</b>

## 5.7. Sakarya İlinin İncelenmesi

### 5.7.1. Sakarya ilinin coğrafi konumu ve iklim özellikleri

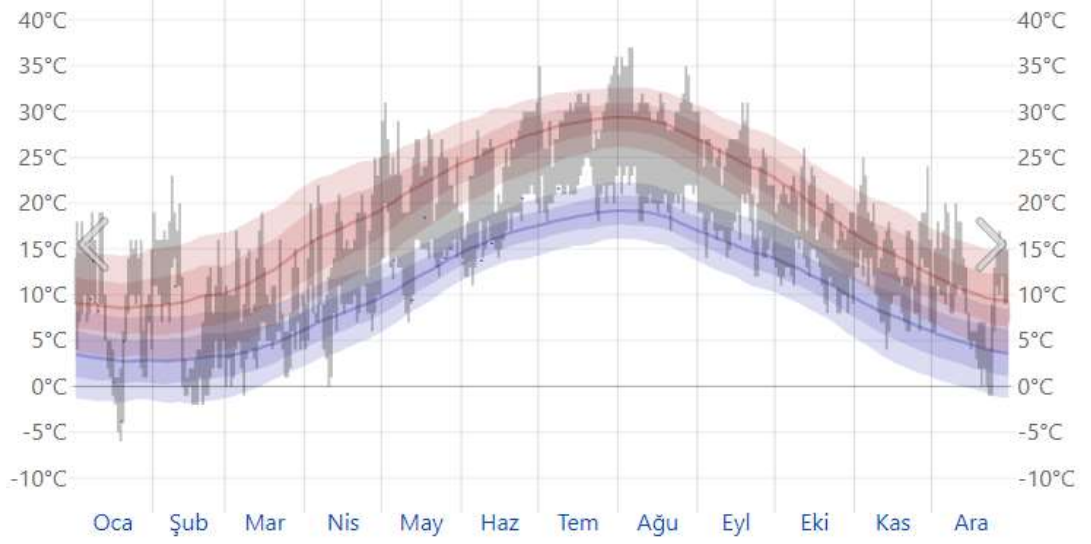
Yüzölçümü 4.160 km<sup>2</sup> olan Sakarya 30° 58'-29° 27' doğu meridyenleri 40° 17'-41° 13' kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 31 m olan ilin batısında Kocaeli, doğusunda Düzce ve Bolu, güneyinde Bilecik, kuzeyinde Karadeniz bulunmaktadır. Şehrin 16 adet ilçesi bulunmaktadır. Erenler, Akyazı, Adapazarı, Karasu, Karapürçek, Pamukova, Serdivan, Ferizli, Kaynarca, Hendek, Kocaali, Sapanca, Söğüt, Taraklı Arifiye ve Geyve Sakarya'nın ilçeleridir.



Şekil 5.11: Sakarya İli Haritası

Kaynak: Saygılı, R. (2015)

Karadeniz' e kıyı kesimlerinde Karadeniz İklimi görülürken, iç kesimlere doğru iklim farklılaşmaktadır. Gür ormanlara sahiptir ve platolarında makinler mevcuttur. Yaz aylarında 35°C' ye ulaşmazken, kış aylarında ise 0°C'nin nadiren indiği görülmektedir.



**Şekil 5.12: Sakarya İlinin 2021 Yılı Sıcaklık Dağılımı**

### **5.7.2. Sakarya ilinin beşeri ve ekonomik durumu**

Nüfusun geneli sanayi ve tarım ile uğraşmaktadır. Tarım ürünleri olarak buğday, arpa, mısır, şekerpancarı, fasulye, patates ve soğan üretilmektedir. Bunların yanı sıra meyve olarak elma, armut, ayva, kiraz, ceviz, şeftali, fındık, kestane ve çilek üretimi de mevcuttur.

Organize sanayi sitelerine sahip olan ilin içerisinde otomotiv, otomotiv yan sanayi, plastik, mermer, demiryolu, gıda sektörü gibi alanlarda fabrikalar mevcuttur. Bölgedeki, ihtiyaç ve ulaşımına göre sanayi şekillenmiştir. Nüfus dağılımı da buna göre oluşmuştur.

Geçmiş yıllara bakıldığında nüfusun gün geçtikçe arttığı görülmektedir. 2021 yılı incelendiğinde 1.060.876 kişi olan nüfusu 531.366 erkek, 529.510 kadın oluşturmaktadır.



**Çizelge 5.27: Sakarya İlinin Yıllara Göre Nüfusu**

Yıl	Sakarya Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2022	1.080.080	541.449	538.631
2021	1.060.876	531.388	529.510
2020	1.042.649	522.388	520.261
2019	1.029.650	516.000	513.650
2018	1.010.700	505.845	505.055
2017	990.214	496.488	493.726
2016	976.948	490.935	486.013
2015	953.181	477.879	475.302
2014	932.706	467.167	465.539
2013	917.373	458.987	458.386
2012	902.267	451.295	450.972
2011	888.556	445.883	442.693
2010	872.872	436.494	436.378
2009	861.570	431.261	430.309
2008	851.292	426.366	424.926
2007	835.222	416.508	418.714

Kaynak: TÜİK, (2023)

### 5.7.3. Sakarya ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli

Sakarya'daki hayvan sayılarına baktığımız Çizelge 5.27.' de görüldüğü gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 109.821 adet, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 38.539 adet, Yerli Sığırı 2.355 adet, Genç Yavru (Buzağı) 45.114 adet, Koyun 75.062 adet, Keçi 19.431 adet, At-Katır-Eşek toplamı 472 adet, Et Tavuğu 29.518.255 adet, Yumurta Tavuğu 2.360.434 adet, Hindi 167.761 adet, Kaz 5.257 adet, Ördek 21.785 adet bulunmaktadır. Toplam hayvan sayısına bakıldığında ise 32.364.286 adet olduğu görülmektedir. Hayvan sayılarının TÜİK'in 2021 yılı için olan verileridir. Hayvanların kapalı ortamlarda yetiştirilme durumlarına göre değerlendirmeler yapılmalıdır. Çünkü bu hayvanların gübrelerinden biyogaz eldesi sağlanması için gübrelerin toplanabilirliği önemlidir.

**Çizelge 5.28: Sakarya İlinin Hayvan Sayısı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı
	Adet
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	109.821
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	38.539
Yerli Sığırı	2.355
Genç Yavru (Buzağı)	45.114
Koyun	75.062
Keçi	19.431
At-Katır-Eşek	472
Et Tavuğu	29.518.255
Yumurta Tavuğu	2.360.434
Hindi	167.761
Kaz	5.257
Ördek	21.785
<b>TOPLAM</b>	<b>32.364.286</b>

Kaynak: TÜİK, (2023)

TÜİK verilerindeki hayvan sayıları gübre miktarları göz önüne alınarak, bu çizelgeye göre Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 706.692,64 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 167.253,48 ton/yıl, Yerli Sığırı 10.220,35 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 16.743,25 ton/yıl, Koyun 26.959,27 ton/yıl, Keçi 5.961,27 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 1.159,09 ton/yıl, Et Tavuğu 2.026.620,07 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 110.882,57 ton/yıl, Hindi 23.035,77 ton/yıl, Kaz 626,87 ton/yıl, Ördek 2.597,76 ton/yıl bulunmaktadır. Toplam gübreye bakıldığı zaman ise 3.098.752,91 ton/yıl miktarında hayvansal gübrenin elde edilebileceği hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.29: Sakarya İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	109.821	43,00	41,00	706.692,64
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	38.539	29,00	41,00	167.253,48
Yerli Sığırı	2.355	29,00	41,00	10.220,35

**Çizelge 5.29:** (Devamı) Sakarya İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Genç Yavru (Buzağı)	45.114	2,48	41,00	16.743,25
Koyun	75.062	2,40	41,00	26.959,27
Keçi	19.431	2,05	41,00	5.961,09
At-Katır-Eşek	472	20,40	33,00	1.159,79
Et Tavuğu	29.518.255	0,19	99,00	2.026.620,07
Yumurta Tavuğu	2.360.434	0,13	99,00	110.882,57
Hindi	167.761	0,38	99,00	23.035,77
Kaz	5.257	0,33	99,00	626,87
Ördek	21.785	0,33	99,00	2.597,76
<b>TOPLAM</b>	<b>32.364.286</b>			<b>3.098.752,91</b>

Hayvanların türlerine göre gübrelereindeki organik madde miktarı, katı madde miktarı, uçucu katı madde miktarları ve metan oranı farklılık gösterir. Aşağıdaki Çizelgede kabullerimizdeki oranlara göre, Sakarya ilindeki hayvan gübrelere içerisindeki katı madde miktarını, uçucu katı madde miktarını verilmiştir. Çizelgeye göre gübrelereindeki katı madde miktarı hayvan çeşitlerine göre; Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 122.045,82 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 20.756,16 ton/yıl, Yerli Sığırı 1.765,05 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 621,17 ton/yıl, Koyun 6.200,63 ton/yıl, Keçi 1.381,18 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 227,43 ton/yıl, Et Tavuğu 405.324,01 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 20.790,48 ton/yıl, Hindi 4.459,72 ton/yıl, Kaz 108,26 ton/yıl, Ördek 448,63 ton/yıl bulunmaktadır. Toplama bakıldığında 584.128,57 ton/ yıl katı madde eldesi sağlanmaktadır.

Katı maddelerin içerisinde de buna bağlı olarak uçucu katı madde bulunmaktadır. Metan eldesi bu uçucu katı maddeden elde edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan Çizelgedeki verileri incelediğimizde, Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 101.737,40 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 17.570,09 ton/yıl, Yerli Sığırı 1.4471,35 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 274,75 ton/yıl, Koyun 5.185,59 ton/yıl, Keçi 1.009,09 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 151,63 ton/yıl, Et Tavuğu 313.226,29 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 15.592,86 ton/yıl, Hindi 3.381,81 ton/yıl, Kaz 66,34 ton/yıl, Ördek 274,92 ton/yıl olduğu görülmektedir. Toplamda ise 459.942,12

ton/ yıl uçucu madde olduğu görülmüştür.

Uçucu katı maddenin içerisindeki organik besinlerden elde edilen metan miktarı literatür verilerine göre incelendiğinde aşağıdaki Çizelgede çıkan değerler Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 10.987.638,68 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 3.865.419,07 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yerli Sığırı 323.696,76 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Genç Yavru (Buzağı) 60.444,01 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Koyun 1.037.11,65 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Keçi 201.818,71 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, At-Katır-Eşek toplamı 27.293,52 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Et Tavuğu 62.645.258,44 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yumurta Tavuğu 3.118.572,21 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Hindi 676.361,79 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kaz 13.268,48 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Ördek 54.984,55 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>'dır. Toplama bakıldığında 83.01.873,87 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> gazının elde edilme potansiyeli vardır.

**Çizelge 5.30:** Sakarya İlindeki Hayvan Gübrelere Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı	Katı Madde Miktarı	Uçucu Katı Madde Miktarı	Metan Miktarı
	Adet	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	m <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub>
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	109.821	706.692,64	122.045,82	101.737,40	10.987.638,68
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	38.539	167.253,48	20.756,16	17.570,09	3.865.419,07
Yerli Sığırı	2.355	10.220,35	1.765,05	1.471,35	323.696,76
Genç Yavru (Buzağı)	45.114	16.743,25	621,17	274,75	60.444,01
Koyun	75.062	26.959,27	6.200,63	5.185,59	1.037.117,65
Keçi	19.431	5.961,09	1.381,18	1.009,09	201.818,71
At-Katır-Eşek	472	1.159,79	227,43	151,63	27.293,52
Et Tavuğu	29.518.255	2.026.620,07	405.324,01	313.226,29	62.645.258,44
Yumurta Tavuğu	2.360.434	110.882,57	20.790,48	15.592,86	3.118.572,21
Hindi	167.761	23.035,77	4.459,72	3.381,81	676.361,79
Kaz	5.257	626,87	108,26	66,34	13.268,48
Ördek	21.785	2.597,76	448,63	274,92	54.984,55
<b>TOPLAM</b>	<b>32.364.286</b>	<b>3.098.752,91</b>	<b>584.128,57</b>	<b>459.942,12</b>	<b>83.011.873,87</b>

Yapılan hesaplamalara göre hayvan türüne bağlı olarak elde edilebilecek olan enerji Çizelge 5.30.'da belirtildiği gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 395.554,99 GJ/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 139.155,09 GJ/yıl, Yerli Sığırı 11.653,08 GJ/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 2.175,98 GJ/yıl, Koyun 37.336,24 GJ/yıl, Keçi 7.265,47 GJ/yıl , At-Katır-Eşek toplamı 982,57 GJ/yıl, Et Tavuğu 2.255.229,30

GJ/yıl , Yumurta Tavuğu 112.268,60 GJ/yıl, Hindi 24.349,02 GJ/yıl, Kaz 477,67 GJ/yıl, Ördek 1.979,44 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamda bu değer 2.988.427 GJ/yıl olarak bulunmuştur. Birimsel olarak TEP' e çevrildiğinde ise Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 9.449,47 TEP/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 3.324,30 TEP/yıl, Yerli Sığır 278,38 TEP/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 51,98 TEP/yıl, Koyun 891,93 TEP/yıl, Keçi 173,57 TEP/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 23,47 TEP/yıl, Et Tavuğu 53.875,52 TEP/yıl, Yumurta Tavuğu 2.682,00 TEP/yıl, Hindi 581,68 TEP/yıl, Kaz 11,41 TEP/yıl, Ördek 47,29 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamına bakıldığında 71.391,00 TEP/yıl potansiyel enerji eldesi bulunmuştur. Değerlerin elektrik enerjisine karşılık gelen değerlerine bakıldığında Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 38.456,74 MWhe/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 13.528,97 MWhe/yıl, Yerli Sığır 1.132,94 MWhe/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 211,55 MWhe/yıl, Koyun 3.629,91 MWhe/yıl, Keçi 706,37 MWhe/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 95,53 MWhe/yıl, Et Tavuğu 219.258,40 MWhe/yıl, Yumurta Tavuğu 10.915,00 MWhe/yıl, Hindi 2.367,27 MWhe/yıl, Kaz 46,44 MWhe/yıl, Ördek 192,45 MWhe/yıl olarak hesaplanmaktadır. Toplamda 290.541,56 MWhe/yıl bulunmuştur. Yapılan bu hesaplamalarla elde edilebilecek enerjiler bulunmuştur. Bu enerjilerin elde edilmesi için gerekli olan kurulu güçler ise tam verimli çalıştığı düşünülerek toplamda 33,17 MW' tır.

**Çizelge 5.31:** Sakarya İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl	Kurulu Güç Potansiyeli MW
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	395.554,99	9.449,47	38.456,74	4,39
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	139.155,09	3.324,30	13.528,97	1,54
Yerli Sığır	11.653,08	278,38	1.132,94	0,13
Genç Yavru (Buzağı)	2.175,98	51,98	211,55	0,02
Koyun	37.336,24	891,93	3.629,91	0,41
Keçi	7.265,47	173,57	706,37	0,08
At-Katır-Eşek	982,57	23,47	95,53	0,01
Et Tavuğu	2.255.229,30	53.875,52	219.258,40	25,03
Yumurta Tavuğu	112.268,60	2.682,00	10.915,00	1,25
Hindir	24.349,02	581,68	2.367,27	0,27
Kaz	477,67	11,41	46,44	0,01
Ördek	1.979,44	47,29	192,45	0,02
<b>TOPLAM</b>	<b>2.988.427,46</b>	<b>71.391,00</b>	<b>290.541,56</b>	<b>33,17</b>

## 5.8. Samsun İlinin İncelenmesi

### 5.8.1. Samsun İlinin Coğrafi Konumu ve İklim Özellikleri

Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Samsun ilinin yüz ölçümü 9.083 km<sup>2</sup> olup, 40° 50' - 41° 08' kuzey enlemlerinde 37° 08' - 34° 25' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kuzeyinde Karadeniz, doğusunda Ordu, batısında Sinop, güneyinde Çorum, Amasya ve Tokat bulunmaktadır. Tarımsal potansiyeli yüksek olan Bafra ve Çarşamba ovası bu ilimizde bulunmaktadır.



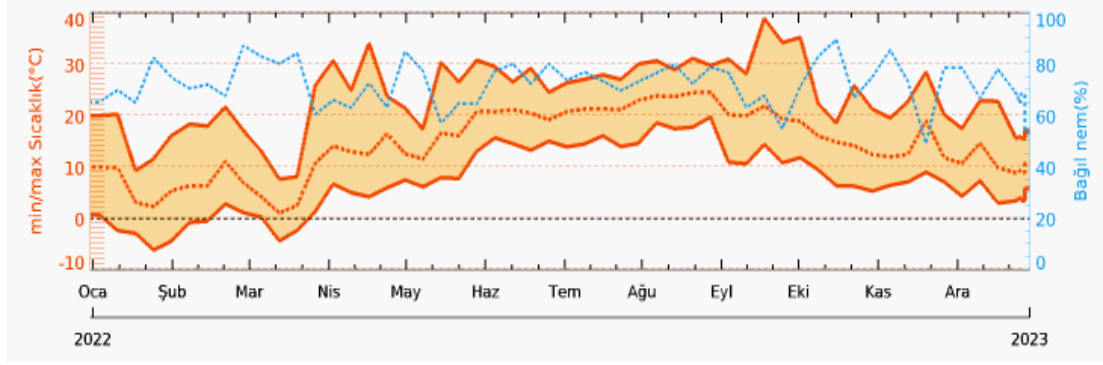
Şekil 5.13: Samsun İl Haritası

Kaynak: Saygılı, R. (2015)

Samsun iline bağlı olarak Alaçam, Asarcık, Ayvacık, Bafra, Çarşamba, Havza, Kavak, Ladik, Ondokuzmayıs, Salıpazarı, Tekkeköy, Terme, Vezirköprü ve Yakakent ilçeleri bulunmaktadır.

Sahil kesimi ile iç kısımlarında iklim farklılık gösterebilmektedir. Sahil kısmında Karadeniz İklimi görülürken, iç kısımlara doğru Karasal İklim ön plan çıkmaktadır. Sahil kısmında yaz ayları sıcak, kış ayları ise ılık geçmektedir.

Şekil 5.12.'deki sıcaklık grafiğine bakıldığında 2022 yılında 40°C'lere yaklaşıldığı, Ocak ayında sıcaklığın en düşük seviyelere geldiği görülmektedir.



**Şekil 5.14: Samsun İli 2022 Sıcaklık Grafiği**

**Kaynak:** Meteoblue, (2022)

### 5.8.2. Samsun ilinin beşeri ve ekonomik durumu

Tarım ürünleri olarak arpa, buğday, soya fasulyesi, nohut, fındık, elma, çeltik, lahana, şekerpancarı ve tütün üretilmektedir. Genelde kümes hayvancılığı üzerine yoğunlaşılın ilde sanayi anlamında da gelişmeler mevcuttur. Liman kenti olmasının avantajı olan ilde çimento, mobilya, tekstil, oto yedek parça, ilaç ve tıbbi malzeme üretimleri mevcuttur.

Nüfus incelemesi yapıldığında 2021 yılına kadar artışın olduğu görülmüştür. Çizelge 5.31.'e bakıldığında 2021 yılındaki sayıma göre 1.371.274 kişinin bu ilde yaşadığını, yaşayanların 678.072 kişininin erkek, 693.202 kişininin de kadın olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 5.32: Samsun İlinin Yıllara Göre Nüfusu**

Yıl	Samsun Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2022	1.368.488	676.798	691.690
2021	1.371.274	678.072	693.202
2020	1.356.079	670.675	685.404
2019	1.348.542	669.055	679.487
2018	1.335.716	662.086	673.630
2017	1.312.990	649.524	663.466
2016	1.295.927	640.699	655.228
2015	1.279.884	632.014	647.870
2014	1.269.989	627.296	642.693
2013	1.261.810	623.435	638.375
2012	1.251.722	617.095	634.627
2011	1.251.729	617.701	634.028
2010	1.252.693	620.015	632.678
2009	1.250.076	618.849	631.227
2008	1.233.677	607.501	626.176
2007	1.228.959	606.187	622.772

### 5.8.3. Samsun ilinde hayvancılık ve biyogaz potansiyeli

Samsun'daki hayvan sayılarına Çizelge 5.32.'ye baktığımız aşağıdaki Çizelgede de görüldüğü gibi Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 230.454 adet, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 47.430 adet, Yerli Sığır 12.012 adet, Genç Yavru ( Buzağı) 106.191 adet, Koyun 249.829 adet, Keçi 25.964 adet, At-Katır-Eşek toplamı 4.755 adet, Et Tavuğu 1.284.321 adet, Yumurta Tavuğu 1.437.438 adet, Hindi 10.662 adet, Kaz 30.571 adet, Ördek 25.977 adet bulunmaktadır. Toplam hayvan sayısına bakıldığında ise 3.465.604 adet olduğu görülmektedir. Hayvan sayılarının TÜİK' in 2021 yılındaki verileridir. Hayvanların kapalı ortamlarda yetiştirilme durumlarına göre değerlendirmeler yapılmalıdır. Çünkü bu hayvanların gübrelerinden biyogaz eldesi sağlanması için gübrelerin toplanabilirliği önemlidir.

**Çizelge 5.33: Samsun İlinin Hayvan Sayısı**

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı
	Adet
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	230.454
Kültür ve Melez Et Sığır (Yetişkin)	47.430
Yerli Sığır	12.012
Genç Yavru (Buzağı)	106.191
Koyun	249.829
Keçi	25.964
At-Katır-Eşek	4.755
Et Tavuğu	1.284.321
Yumurta Tavuğu	1.437.438
Hindi	10.662
Kaz	30.571
Ördek	25.977
<b>TOPLAM</b>	<b>3.465.604</b>

**Kaynak:** TÜİK, (2023)

TÜİK verilerindeki hayvan sayıları gübre miktarları göz önüne alınarak, Çizelge 5.33.'e göre Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 1.482.959,97 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 205.839,09 ton/yıl, Yerli Sığır 52.130,28 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 39.410,88 ton/yıl, Koyun 89.728,58 ton/yıl, Keçi 7.965,30 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 11.683,89 ton/yıl, Et Tavuğu 88.176,98 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 67.524,37 ton/yıl, Hindi 1.464,03 ton/yıl, Kaz 3.645,45 ton/yıl, Ördek 3.097,64 ton/yıl bulunmaktadır. Toplam gübreye bakıldığı zaman ise 2.053.626,46 ton/yıl miktarında hayvansal gübrenin elde edilebileceği hesaplanmıştır.



**Çizelge 5.34:** Sakarya İli Elde Edilebilir Hayvan Gübresi Miktarı 2021 Yılı

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Başına Ortalama Günlük Yaş Gübre Üretimi	Toplanabilir Faydalı Gübre Oranı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı
	Adet	kg/gün-hayvan	%	ton/yıl
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	230.454	43,00	41,00	1.482.959,97
Kültür ve Melez Et Sığır (Yetişkin)	47.430	29,00	41,00	205.839,09
Yerli Sığır	12.012	29,00	41,00	52.130,28
Genç Yavru (Buzağı)	106.191	2,48	41,00	39.410,88
Koyun	249.829	2,40	41,00	89.728,58
Keçi	25.964	2,05	41,00	7.965,30
At-Katır-Eşek	4.755	20,40	33,00	11.683,89
Et Tavuğu	1.284.321	0,19	99,00	88.176,98
Yumurta Tavuğu	1.437.438	0,13	99,00	67.524,37
Hindi	10.662	0,38	99,00	1.464,03
Kaz	30.571	0,33	99,00	3.645,45
Ördek	25.977	0,33	99,00	3.097,64
<b>TOPLAM</b>	<b>3.465.604</b>			<b>2.053.626,46</b>

Hayvanların türlerine göre gübrelereindeki organik madde miktarı, katı madde miktarı, uçucu katı madde miktarları ve metan oranı farklılık gösterir. Kabullerimize göre hesap yapıldığında Çizelge 5.34.'teki sonuçlar çıkartılmıştır. Samsun ilindeki hayvan gübrelere içerisindeki katı madde miktarını, uçucu katı madde miktarını verilmiştir. Çizelgeye göre gübreleredeki katı madde miktarı hayvan çeşitlerine göre; Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 256.107,19 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığır (Yetişkin) 25.544,63 ton/yıl, Yerli Sığır 9.002,90 ton/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 1.462,14 ton/yıl, Koyun 20.637,57 ton/yıl, Keçi 1.845,56 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 2.291,21 ton/yıl, Et Tavuğu 17.635,40 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 12.660,82 ton/yıl, Hindi 283,44 ton/yıl, Kaz 629,57 ton/yıl, Ördek 534,96 ton/yıl bulunmaktadır. Toplama bakıldığında 348.635,39 ton/ yıl katı madde eldesi sağlanmaktadır.

Katı maddelerin içerisinde de buna bağlı olarak uçucu katı madde bulunmaktadır. Metan eldesi bu uçucu katı maddeden elde edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan Çizelge 5.34.' teki verileri incelediğimizde, Kültür ve Melez Süt

Sığırı (Yetişkin) 213.490,95 ton/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 21.623,53 ton/yıl, Yerli Sığırı 7.504,82 ton/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 646,71 ton/yıl, Koyun 17.259,20 ton/yıl, Keçi 1.348,37 ton/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 1.527,55 ton/yıl, Et Tavuğu 13.628,28 ton/yıl, Yumurta Tavuğu 9.495,61 ton/yıl, Hindi 214,93 ton/yıl, Kaz 385,80 ton/yıl, Ördek 327,83 ton/yıl olduğu görülmektedir. Toplamda ise 287.453,57 ton/ yıl uçucu madde olduğu görülmüştür.

Uçucu katı maddenin içerisindeki organik besinlerden elde edilen metan miktarı literatür verilerine göre incelendiğinde Çizelge 5.34.' te çıkan değerler Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 23.057.022,66 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 4.757.176,54 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yerli Sığırı 1.651.059,66 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Genç Yavru (Buzağı) 142.275,34 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Koyun 3.451.840,67 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Keçi 269.673,26 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, At-Katır-Eşek toplamı 274.959,07 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Et Tavuğu 2.725.656,41 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Yumurta Tavuğu 1.899.122,87 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Hindi 42.985,97 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Kaz 77.160,09 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>, Ördek 65.565,00 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>'dır. Toplama bakıldığında 38.414.497,54 m<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> gazının elde edilme potansiyeli vardır.

**Çizelge 5.35:** Samsun İlindeki Hayvan Gübrelere Bulunan Katı Madde-Uçucu Katı Madde ve Metan Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Toplanabilir Faydalı Gübre Miktarı	Katı Madde Miktarı	Uçucu Katı Madde Miktarı	Metan Miktarı
	Adet	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	m <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub>
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	230.454	1.482.959,97	256.107,19	213.490,95	23.057.022,66
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	47.430	205.839,09	25.544,63	21.623,53	4.757.176,54
Yerli Sığırı	12.012	52.130,28	9.002,90	7.504,82	1.651.059,66
Genç Yavru (Buzağı)	106.191	39.410,88	1.462,14	646,71	142.275,34
Koyun	249.829	89.728,58	20.637,57	17.259,20	3.451.840,67
Keçi	25.964	7.965,30	1.845,56	1.348,37	269.673,26
At-Katır-Eşek	4.755	11.683,89	2.291,21	1.527,55	274.959,07
Et Tavuğu	1.284.321	88.176,98	17.635,40	13.628,28	2.725.656,41
Yumurta Tavuğu	1.437.438	67.524,37	12.660,82	9.495,61	1.899.122,87
Hindi	10.662	1.464,03	283,44	214,93	42.985,97
Kaz	30.571	3.645,45	629,57	385,80	77.160,09
Ördek	25.977	3.097,64	534,96	327,83	65.565,00
<b>TOPLAM</b>	<b>3.465.604</b>	<b>2.053.626,46</b>	<b>348.635,39</b>	<b>287.453,57</b>	<b>38.414.497,54</b>

Yapılan hesaplamalara göre hayvan türüne bağlı olarak elde edilebilecek olan enerji Çizelge 5.35.' te görüldüğü üzere Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 830.052,82 GJ/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 171.258,36 GJ/yıl, Yerli Sığırı 59.438,15 GJ/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 5.121,91 GJ/yıl, Koyun 124.266,26 GJ/yıl, Keçi 9.708,24 GJ/yıl , At-Katır-Eşek toplamı 9.898,53 GJ/yıl, Et Tavuğu 98.123,63 GJ/yıl, Yumurta Tavuğu 68.368,42 GJ/yıl, Hindi 1.547,49 GJ/yıl, Kaz 2.777,76 GJ/yıl, Ördek 2.360,34 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamda bu değer 1.382.921,91 GJ/yıl olarak bulunmuştur. Birimsel olarak TEP' e çevrildiğinde ise Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 19.829,26 TEP/yıl , Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 4.091,22 TEP/yıl, Yerli Sığırı 1.419,93 TEP/yıl, Genç Yavru ( Buzağı) 122,36 TEP/yıl, Koyun 2.968,62 TEP/yıl, Keçi 231,92 TEP/yıl , At-Katır-Eşek toplamı 236,47 TEP/yıl, Et Tavuğu 2.344,09 TEP/yıl , Yumurta Tavuğu 1.633,26 TEP/yıl, Hindi 36,97 TEP/yıl, Kaz 66,36 TEP/yıl, Ördek 56,39 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamına bakıldığında 33.036,83 TEP/yıl potansiyel enerji eldesi bulunmuştur. Değerlerin elektrik enerjisine karşılık gelen değerlerine bakıldığında Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin) 80.699,58 MWhe/yıl, Kültür ve melez Et sığırı (Yetişkin) 16.650,12 MWhe/yıl, Yerli Sığırı 5.778,71 MWhe/yıl, Genç Yavru (Buzağı) 497,96 MWhe/yıl, Koyun 12.081,44 MWhe/yıl, Keçi 943,86 MWhe/yıl, At-Katır-Eşek toplamı 962,36 MWhe/yıl, Et Tavuğu 9.539,80 MWhe/yıl, Yumurta Tavuğu 6.646,93 MWhe/yıl, Hindi 150,45 MWhe/yıl, Kaz 270,06 MWhe/yıl, Ördek 229,48 MWhe/yıl olarak hesaplanmaktadır. Toplamda 134.450,74 MWhe/yıl bulunmuştur. Yapılan bu hesaplamalarla elde edilebilecek enerjiler bulunmuştur. Bu enerjilerin elde edilmesi için gerekli olan kurulu güçler ise tam verimli çalıştığı düşünülerek toplamda 15,35 MW' tır.

**Çizelge 5.36:** Samsun İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

Hayvan Türü	Enerji Değeri GJ/yıl	Enerji Değeri TEP/yıl	Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl	Kurulu Güç Potansiyeli MW
Kültür ve Melez Süt Sığırı (Yetişkin)	830.052,82	19.829,26	80.699,58	9,21
Kültür ve Melez Et Sığırı (Yetişkin)	171.258,36	4.091,22	16.650,12	1,90
Yerli Sığırı	59.438,15	1.419,93	5.778,71	0,66
Genç Yavru (Buzağı)	5.121,91	122,36	497,96	0,06
Koyun	124.266,26	2.968,62	12.081,44	1,38
Keçi	9.708,24	231,92	943,86	0,11

**Çizelge 5.36:** (Devamı) Samsun İlinin Biyogaz Enerji ve Kurulu Güç Potansiyeli 2021

<b>Hayvan Türü</b>	<b>Enerji Değeri GJ/yıl</b>	<b>Enerji Değeri TEP/yıl</b>	<b>Elektrik Enerjisi Mwhe/yıl</b>	<b>Kurulu Güç Potansiyeli MW</b>
At-Katır-Eşek	9.898,53	236,47	962,36	0,11
Et Tavuğu	98.123,63	2.344,09	9.539,80	1,09
Yumurta Tavuğu	68.368,42	1.633,26	6.646,93	0,76
Hindir	1.547,49	36,97	150,45	0,02
Kaz	2.777,76	66,36	270,06	0,03
Ördek	2.360,34	56,39	229,48	0,03
<b>TOPLAM</b>	<b>1.382.921,91</b>	<b>33.036,83</b>	<b>134.450,74</b>	<b>15,35</b>

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyokütle, gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Biyokütleden enerjinin elde etmenin çeşitli yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada hayvan gübrelereinden biyogaz elde etmek, daha sonra bu biyogazdan da elektrik enerjisi elde etmek istendiğinde, potansiyel elektrik enerjisinin ne olacağı farklı illerde incelenmiştir. İncelemeler sırasında bazı parametreler kabul esasına dayanarak yapılmıştır. Bu parametreler hayvanların ortalama gübre miktarı, toplanabilirliği, daha önceden yapılmış testlerde çıkan ortalama katı madde miktarları, uçucu katı madde miktarı ve metan miktarı gibi değerlerdir.

İncelenen illerden Ankara'ya bakıldığında 375.497,55 MWhe/ yıl miktarında elektrik enerjisini biyogazdan elde edilebileceği görüşülmüştür. En çok koyun gübresinden elektrik enerjisi elde edileceği bulunmuştur. Ankara'nın 2021 yılındaki nüfusun 5.747.325'tir. Tedaş 2020 verilerine göre Ankara ilinde kişi başı elektrik tüketimi 2.680 kWh olarak verilmiştir. 2021 yılı için de ortalama değer olarak 2.680 kWh alındığında bir yılda yaklaşık toplam olarak 15.402.831 MWhe elektrik harcanmaktadır. Ankara ilinin harcadığı elektrik enerjisinin yaklaşık %2,5'ini şehirde kurulacak biyogaz tesisinde elde ettiği elektrik enerjisi ile karşılayabilecek. İl içerisinde üretilip, tüketimi yapıldığı için elektriğin dağıtım sürecindeki harcamalar, uzaklara taşınan elektriğin yolda yaşanan kayıplarının da önüne geçilmiş olacaktır. Tüm gübrelerin tek bir yere toplandığı düşünüldüğünde tek bir santralin 42,87 MW gücünde olabileceği bulunmuştur. Ancak gübrelerin toplanırken harcanan enerji, taşınırken salınımı gerçekleşen metan gazı düşünüldüğünde, gübrenin kaynağı olan yerlere tesislerin kurulması hem gücün daha verimli olması hem de bu tarz kayıpların yaşanmasının önüne geçmemizi sağlayacaktır. Biyogaz tesislerinden elde edilebilecek elektrik ile birlikte 217.788,579 ton CO<sub>2</sub> salınımının önüne geçilebilir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden enerji eldesi potansiyeli yüksek olan Gaziantep'e bakıldığında biyogazdan 115.452,27 MWhe/ yıl elektrik üretilebileceği bulunmuştur. En çok kültür ve melez sığırı (yetişkin) hayvanların gübresinden elektrik enerjisi elde

edilebileceği bulunmuştur. Daha sonra koyun gübresinden elektrik enerjisi elde edildiği görülse de 3. Sırada kültür ve melez et sığırı olması, yapılacak olan biyogaz tesisinde önceliğin büyükbaş hayvanların olduğu yere yakın kurulması gerektiğini göstermektedir. Gaziantep’ de en çok elektrik enerjisi büyükbaş hayvanların gübrelerinden elde edilecek olarak görülmüştür. Gaziantep’ in nüfusuna bakıldığında 2.130.432 olduğu görülmektedir. Tedaş 2020 verilerine göre Gaziantep ilinde kişi başı elektrik tüketimi 4.076 kWh olarak verilmiştir. 2021 yılı için de ortalama değer olarak 4.076 kWh alındığında bir yılda yaklaşık toplam olarak 8.683.640 MWhe elektrik harcanmaktadır. Biyogaz tesislerinden elde edilecek elektrik enerjisi ile şehrin yaklaşık %1,3’ lük elektrik ihtiyacı karşılanacaktır. Toplam güç olarak 13,18 MWhe olarak hesaplanan biyogaz tesisi şehrin farklı yerlerinde, özellikle büyükbaş hayvanların olduğu yerlerde kurulabilir. Böylece gübrenin taşınması esnasındaki kayıpların da önüne geçilmiş olacaktır.

Doğu Anadolu Bölgesi’nde bulunan Kars ili incelendiğinde 198.691,40 MWhe’ lik elektrik enerjisinin biyogaz tesislerinden elde edilebileceği bulunmuştur. En çok büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edileceği bulunmuştur. Kars ilinin 2021 yılı nüfusu incelendiğinde 281.077 olduğu görülmektedir. Tedaş 2020 verilerine göre Kars ilinde kişi başı elektrik tüketimi 1.139 kWh olarak verilmiştir. 2021 yılı için de ortalama değer olarak 1.139 kWh alındığında bir yılda yaklaşık toplam olarak 320.146 MWhe elektrik harcanmaktadır. Kars iline kurulacak biyogaz tesislerinden elde edilecek enerji ile şehrin %62 ‘lük elektrik enerjisi karşılanabilmektedir. Kurulacak biyogazların toplam gücü 22,68 MW olarak hesaplanmıştır. Bu gücün ham maddelere yakın yerlerde dağıtık olarak kurulması, şehirdeki istihdamı arttıracak, lokal olarak elektriğin tüketildiği yerlerde üretilmesini sağlayacak, kayıpların önüne geçilmiş olacaktır. Biyogaz tesislerinden elde edilebilecek elektrik ile birlikte 115.241,012 ton CO<sub>2</sub> salınımının önüne geçilebilir.

Ege Bölgesi’nde biyogaz potansiyeli en yüksek potansiyeli olan Manisa ili incelendiğinde, biyogazdan elde edilecek olan elektrik enerjisinin 472.489,23 MWhe olduğu bulunmuştur. Manisa ilinin 2021 nüfusu 1.456.626’dır. Tedaş 2020 verilerine göre Manisa ilinde kişi başı elektrik tüketimi 3.571 kWh olarak verilmiştir. 2021 yılı için de ortalama değer olarak 3.571 kWh alındığında bir yılda yaklaşık toplam olarak 5.201.611 MWhe elektrik harcanmaktadır. Kurulabilecek olan biyogaz tesislerden elde edilecek elektrik enerjisi ihtiyacı olan elektrik enerjisinin yaklaşık %9’luk

ihtiyacını karşılayabilmektedir. Toplam kapasite olarak 53,94 MW'lık güce sahip tesis kurulabilir. Bu miktar büyük olduğu için, ham maddenin olduğu yerlere yakın daha küçük tesislerle, konutların elektrik ihtiyacı karşılanabilir. En çok kanatlı hayvanların gübresinden biyogaz elde edilebilmektedir. Kurulacak olan tesisler kanatlı hayvan çiftliklerinin yakınlarına kurulabilir. Biyogaz tesislerinden elde edilebilecek elektrik ile birlikte 274.043,7534 ton CO<sub>2</sub> salınımının önüne geçilebilir.

Akdeniz Bölgesi'nde bulunan ve biyogaz potansiyeli yüksek olan Mersin ili incelendiğinde, biyogazdan elde edilebilecek teorik elektrik enerjisinin 276.944,13 MWhe olduğu hesaplanmıştır. Şehrin nüfusuna bakıldığında 2021 yılında 1.891.145 olduğu görülmektedir. Tedaş 2020 verilerine göre Mersin ilinde kişi başı elektrik tüketimi 3.095 kWh olarak verilmiştir. 2021 yılı için de ortalama değer olarak 3.095 kWh alındığında bir yılda yaklaşık toplam olarak 5.853.093 MWhe elektrik harcanmaktadır. Bu ildeki kaynaklar kullanılarak yapılacak olan biyogaz tesislerinden üretilen elektrik enerjisi, şehirdeki elektrik ihtiyacının yaklaşık %4,7'sini karşılamaktadır. Kanatlı hayvanlardaki biyogaz potansiyelinin yüksek olduğu şehirde, tesis kurulumuna öncelik olarak kanatlı hayvan çiftlikleri yakınlarına verilebilir. Toplam potansiyel kurulu güç 31,61 MW olarak hesaplanmıştır. Bunların 19,43 MW'lık güç kısmı kanatlı hayvanların gübreleri ham madde olarak kullanılarak kurulacak tesislerin potansiyelidir. Biyogaz tesislerinden elde edilebilecek elektrik ile birlikte 160.627,595 ton CO<sub>2</sub> salınımının önüne geçilebilir.

Marmara Bölgesi'nde bulunan, sanayi ile birlikte hayvancılığın da yapıldığı Sakarya ili incelendiğinde biyogazdan elde edilecek potansiyel elektrik enerjisi 290.541,56 MWhe olarak bulunmuştur. 2021 yılındaki Sakarya nüfusu 1.060.876'dır. Tedaş 2020 verilerine göre Sakarya ilinde kişi başı elektrik tüketimi 3.524 kWh olarak verilmiştir. 2021 yılı için de ortalama değer olarak 3.524 kWh alındığında bir yılda yaklaşık toplam olarak 3.738.527 MWhe elektrik harcanmaktadır. Biyogaz tesislerden elde edilecek elektrik enerjisi ile şehrin yaklaşık %7,7'lik enerji ihtiyacı karşılanabilir. Biyogaz tesislerinden elde edilebilecek elektrik ile birlikte 168.514,104 ton CO<sub>2</sub> salınımının önüne geçilebilir.

Karadeniz Bölgesi'nde yer alan ve biyogaz potansiyeli yüksek illerinden Samsun incelendiğinde 134.450,74 MWhe biyogaz kullanılarak elektrik üretilbileceği bulunmuştur. Samsun'un 2021 yılındaki nüfusuna bakıldığında 1.371.274 olduğu görülmüştür. Tedaş 2020 verilerine göre Samsun ilinde kişi başı elektrik tüketimi

2.477 kWh olarak verilmiştir. 2021 yılı için de ortalama değer olarak 2.477 kWh alındığında bir yılda yaklaşık toplam olarak 3.396.645 MWhe elektrik harcanmaktadır. Biyogaz tesisi kurulduğunda elde edilebilecek olan elektrik enerjisi, tüm şehrin elektrik enerjisinin yaklaşık %4' lük kısmını karşılayabilecektir. Toplamda 15,35 MW' lık güce sahip biyogaz tesisi kurulabilir. Öncelik olarak büyükbaşların olduğu çiftlik yakınlarına kurulum tercih edilebilir. Çünkü büyükbaşların gübresinden elde edilecek potansiyel elektrik enerjisi yaklaşık olarak 103.626,37 MWhe/yıl olacaktır. Biyogaz tesislerinden elde edilebilecek elektrik ile birlikte 77.981,429 ton CO<sub>2</sub> salınımının önüne geçilebilir.

İncelenen illerde hayvan gübrelerinden elektrik enerjisi elde etme potansiyelleri Ankara 375.497,55 MWhe/yıl, Gaziantep 115.452,27 MWhe/yıl, Kars 198.691,40 MWhe/yıl, Manisa 472.489,23 MWhe/yıl, Mersin 276.944,13 MWhe/yıl, Sakarya 290.541,56 MWhe/yıl, Samsun 134.450,74 MWhe/yıl olarak bulunmuştur. Bu illere bakıldığında biyogazdan elde edilecek potansiyel elektrik enerjisi en yüksek Manisa ilinde bulunmaktadır. İllerin yöneldikleri hayvancılık çeşidine göre ham madde sağlayacak hayvanlar da değişkenlik göstermektedir. Büyükbaş hayvanların gübrelerinden elde edilecek potansiyel elektrik enerjisi 168.373,72 MWhe/yıl ile Ankara ili olarak bulunmuştur. Küçükbaş hayvanlarda da Ankara 107.264,40 MWhe/yıl ile en yüksek elektrik eldesi potansiyele sahip ildir. Kanatlı hayvanlarda ise incelenen iller arasında 358.562,67 MWhe/yıl ile Manisa gelmektedir.



## KAYNAKLAR

- Acarođlu, M.** (2008). "Türkiye'de Biyokütle-Biyoetanol ve Biyomotorin Kaynakları ve Biyoyakıt Enerjisinin Geleceđi", VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES'2008), 17-19 Aralık 2008, Sayfa:(Cestonaro T., ve ark. 2015)1-362, İstanbul.
- Açıkalm, K.** (2010). Çeşitli Biyokütle Atık Maddelerin Pirolyzi Ve Elde Edilen Ürünlerin Analizi
- Aktaş, T., Özer, B., Soyak, G., Ertürk, M.C.** (2015). Tekirdađ İli'nde Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogazdan Elektrik Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 11(1), 69-74
- Aleghani, G., Kia, A.S.** (2005). Technicaleconomical Analysis of the Saveh Biogas Power Plant. Renewable Energy, 30(3), 441-446.
- Anna Sobczak, Ewa Choma'c-Pierzecka, Andrzej Kokieli, Monika Rózycka, Jacek Stasiak and Dariusz Sobol'n** (2022). Economic Conditions of Using Biodegradable Waste for Biogas Production, Using the Example of Poland and Germany.
- Ayhan, A.** (2015). Biogas Production Potential from Animal Manure of Bursa Province. Journal of Agricultural Faculty of Uludađ University
- Bharathiraja, B., Sudharsana, T., Jayamuthunagai, J., Praveenkumar, R., Chozhavendhan, S., Iyyappan, J.** (2018). Biogas Production-A Review on Composition, Fuel Properties, Feed Stock and Principles of Anaerobic Digestion. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 90, 570-582.
- Çevik, A.** (2016) Çanakkale ilindeki hayvansal atıkların biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale, 82, 2016.
- Görmüş, C.,** (2018). Türkiye'deki Hayvan Gübrelerinin Biyogaz Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78. Tekirdađ.
- Heidenreich, S., Müller, M. & Foscolo P. U.** Advanced Biomass Gasification: New Concepts for Efficiency Increase and Product Flexibility. (Elsevier Science, 2016).
- IPCC,** (2019). İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporu'nun Politikacılar Özeti
- Kandil, E.** (2008). Küresel ısınmadan kaynaklanan dış hava sıcaklık değişimleri incelenmesi, yüksek lisans tezi. Adres: <https://acikerisim.sakarya.edu.tr/bitstream/handle/20.500.12619/81163/T03783.pdf?sequence=1>

- Karaosmanoğlu, F.** (2006). “Biyoyakıt Teknolojisi ve İTÜ Araştırmaları”, ENKÜS 2006-İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi, Bildiri Kitabı, Sayfa: 110-146, 22-23 Haziran 2006, İstanbul.
- Kılıç Çanka, Fatma** (2011). “Biyogaz, Önemi Genel Durumu ve Türkiye’deki Yeri”, TMMOB Mühendis ve Makina, Cilt 52, sayı:617, 2011, 94-106.
- Koç, E., Kaya, K.** (2015). “Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu,” Mühendis ve Makine, cilt 56, sayı 668, s. 36-47.
- Koç, Y., Yağlı, H., Koç, A.** (2019). Exergy Analysis and Performance Improvement of a Subcritical/Supercritical Organic Rankine Cycle (ORC) for Exhaust Gas Waste Heat Recovery in a Biogas Fuelled Combined Heat and Power (CHP) Engine through the Use of Regeneration. *Energies*, 12(4), 575.
- 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.
- Matsumura, Y., Minowa, T. and Yamamoto, H.** (2005). “Amount, availability, and potential use of rice straw (agricultural residue) biomass as an energy resource in Japan”, *Biomass and Bioenergy* 29, 2005.
- Nilüfer Nacar Koçer, Cengiz Öner, İlker Sugözü** (2006). Türkiye’de Hayvancılık Potansiyeli Ve Biyogaz Üretimi, Doğu Anadolu Bölge Araştırmaları
- Noorollahi, Y., Kheirrouz, M., Asl, H.F., Yousefi, H., Hajinezhad, A.** (2015). Biogas Production Potential from Livestock Manure in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 748-754
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü** (2010). Biyogaz kullanım kılavuzu
- TMMOB**, (2021). Biyokütle Enerji-Yayın No: MMO / 725 ISBN: 978-605-01-1427-0
- Weiland, P.** (2010). Biogas Production: Current State and Perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(4), 849-860
- Yağlı Hüseyin, Koç Yıldız** (2019). Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Adana İli Örnek Hesaplama
- Yeşilkaya, Berrak** (2017). Niğde ilinde tarla bitkileri üretiminden kaynaklanan biyokütle enerji potansiyelinin belirlenmesi

## İnternet

- URL 1-** <https://www.muhendisbeyinler.net/biyogaz-tesisleri-ile-isi-elektrik-uretimi/>
- URL 2-** <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>
- URL 3-** <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/204132>

## **ÖZGEÇMİŞ**

**Aytaç ATASAYIN**

### **MESLEK:**

#### **Aralık 2022-Devam Ediyor**

- Kurucu, Atasayın Enerji ve Mühendislik Sanayi Ticaret Limited Şirketi

#### **Nisan 2021-Ekim 2022**

- Satış Yöneticisi, SMC Turkey Otomasyon A.Ş.

#### **Nisan 2019-Mart 2021**

- Satış Takım Lideri, SMC Turkey Otomasyon A.Ş.

#### **Mayıs 2017-Mart 2019**

- Satış Mühendisi, SMC Turkey Otomasyon A.Ş.

#### **Ağustos 2016-Nisan 2017**

- Satış Takım Lideri, Entek Otomasyon A.Ş.

#### **Aralık 2013-Şubat 2016**

- Satış Mühendisi, Entek Otomasyon A.Ş.

### **EĞİTİM:**

#### **Eylül 2021- Mayıs 2023**

- Makine Mühendisliği Programı Tezli Yüksek Lisans, T.C. İstanbul Gedik Üniversitesi

#### **Eylül 2007-Şubat 2014**

- Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Lisans, T.C. İstanbul Teknik Üniversitesi

**Eylül 2009- Haziran 2012**

- Açıköğretim Fakültesi Dış Ticaret Ön Lisans, Anadolu Üniversitesi

**Eylül 2003- Haziran 2007**

- T.C. Sakarya Fen Lisesi

