



# Biyogaz Üretim Potansiyelinin ve Enerji Kapasitesinin İncelenmesi: Konya-Cihanbeyli Örneği

## Examination of Biogas Production Potential and Energy Capacity: A Case Study of Konya-Cihanbeyli

Cevat FİLİKCİ<sup>1</sup>, Tamer MARAKOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Çiçekdağı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kırşehir  
· [cevat.filikci@ahievran.edu.tr](mailto:cevat.filikci@ahievran.edu.tr) · ORCID > 0000-0002-4169-8412

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği, Konya  
· [marakoglu@selcuk.edu.tr](mailto:marakoglu@selcuk.edu.tr) · ORCID > 0000-0002-2824-116X

### Makale Bilgisi/Article Information

**Makale Türü/Article Types:** Araştırma Makalesi/Research Article

**Geliş Tarihi/Received:** 26 Kasım/November 2024

**Kabul Tarihi/Accepted:** 24 Aralık/December 2024

**Yıl/Year:** 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 99-114

**Atıf/Cite as:** Filikci, C., Marakoğlu, T. "Biyogaz Üretim Potansiyelinin ve Enerji Kapasitesinin İncelenmesi: Konya-Cihanbeyli Örneği" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), Şubat 2025: 99-114.

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Cevat FİLİKCİ

## BİYOGAZ ÜRETİM POTANSİYELİNİN VE ENERJİ KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ: KONYA-CİHANBEYLİ ÖRNEĞİ

### ÖZ

Ülkemizde ve Dünyada son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler çerçevesinde sürekli artış gösteren bir enerji ihtiyacı söz konusu olmuştur. Bu ihtiyaç çerçevesinde mevcut tükenebilir enerji kaynakları (petrol, doğalgaz vs) yetersiz kalmakla beraber yüksek oranda çevreye zarar vermektedir. Süreç içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının (biyogaz, güneş enerjisi vs.) önemi bir daha anlaşılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile sürekli ve temiz bir enerji sağlamak mümkün olacaktır. Bu çalışmada, Konya-Cihanbeyli ilçesinin süt ve besi çiftliklerinden oluşan hayvansal atık ve tarımsal atık yoğunluğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verileri, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Cihanbeyli İlçe Tarım Müdürlüğü'nün verileri ve kullanılan eşitlikler yardımıyla biyogaz ve biyogaz enerji potansiyeli belirlenmiştir. Büyükbaş hayvanlarda toplam 584935.3 ton, Küçükbaş hayvanlarda toplam 120942.8 ton, Kanatlı hayvanlarda ise toplam 2402.3 ton atık miktarı buna bağlı olarak biyogaz üretiminde kullanılabilir olan atık miktarları sırasıyla, 39483.1; 4716.8; 1094 ton olarak hesaplanmıştır. Toplam tarımsal atık miktarı ise 577038.60 ton olarak belirlenmiştir. Araştırmada yıllık biyogaz potansiyeli toplam 12.41 milyon. m<sup>3</sup>. yıl<sup>-1</sup> ve enerji eş değeri toplam 343.76 milyon MJ. kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyogaz, Biyogaz Potansiyeli, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Biyokütle, Enerji Kapasitesi Analizi.



## EXAMINATION OF BIOGAS PRODUCTION POTENTIAL AND ENERGY CAPACITY: A CASE STUDY OF KONYA-CİHANBEYLİ

### ABSTRACT

In light of recent technological advancements, there has been a growing demand for energy both in our country and worldwide. Existing non-renewable energy sources, such as oil and natural gas, are not only inadequate to meet this demand but also have significant environmental repercussions. This context has highlighted the importance of renewable energy sources, like biogas and solar energy. Utilizing renewable energy can facilitate the provision of continuous and clean energy. This study assesses the biogas and biomethanization energy potential by examining the density of animal and agricultural waste generated by dairy and

fattening farms in the Konya-Cihanbeyli district. Data from the Ministry of Energy and Natural Resources General Directorate of Energy Affairs Biomass Energy Potential Atlas (BEPA), along with information from the Ministry of Agriculture and Forestry and the Cihanbeyli District Directorate of Agriculture, were utilized in conjunction with relevant equations. The study calculated the total waste from cattle to be 584935.3 tons, ovine waste at 120942.8 tons, and poultry waste at 2402.3 tons, yielding potential biogas production contributions of 39483.1 tons, 4716.8 tons, and 1094 tons, respectively. Additionally, the amount of agricultural waste was determined to be 577038.6 tons. The annual biogas potential from animal waste was estimated to be 12.41 million m<sup>3</sup> per year, with an energy equivalent value of 343.76 million MJ per kg.

**Keywords:** Biogas, Biogas Potential, Renewable Energy Resources, Biomass, Energy Capacity Analysis.



## 1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde söz konusu olan teknolojik gelişmelerle beraber enerji ihtiyacı artmaktadır. Son yıllarda artan bu ihtiyaç neticesinde insanlık farklı enerji sistemlerine yönelmiştir. Tükenebilir enerji kaynaklarının (petrol, doğalgaz, kömür vs.) ihtiyacı karşılayamayacak boyuta gelmesi ve çevreye verdiği zararlarda bu yönelişi desteklemektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile beraber farklı ve sürekli kullanım sağlayan enerji elde etme yöntemlerine yöneliş söz konusu olmuştur.

Tarım ve hayvancılık gelişmeye devam ettikçe, tarımsal ve hayvansal atıkların değerlendirilmesine yönelik potansiyel de giderek önem kazanmaktadır. Ülkemiz tarımsal ve hayvansal atıklar açısından önemli kaynaklara sahip olmasına rağmen, bu kaynaklar genellikle etkin bir şekilde değerlendirilmemektedir. Birçoğu ya yakılmakta ya da çevreye atılmaktadır. Küçük bir kısmı tarım alanlarında gübre olarak yeniden kullanılmaktadır, ancak bu genellikle uzun süre açık alanlarda bırakıldıktan sonra gerçekleşmektedir. Hayvan atıklarının yönetimi özellikle zayıftır, çünkü bu atıklar sıklıkla ekim alanlarına, meralara, açık arazilere ve nehirlerle gelişigüzel atılmakta ve kirlilik nedeniyle toprağın biyolojik kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır. Ayrıca, yaz aylarında ortaya çıkan aşırı koku ve sivrisineklerin çoğalması hem insan hem de çevre sağlığı için ek riskler oluşturmaktadır (Avcıoğlu ve ark., 2013).

Biyogaz, organik maddeyi ayrıştıran metanojenik anaerobik arkelerin metabolik faaliyetleri sonucu üretilen gaz halindeki bir yan üründür. Anaerobik fermantasyon yoluyla üretilmektedir. Atık su, kentsel katı atık, tarımsal kalıntılar ve enerji bitkileri gibi yüksek konsantrasyonlu organik substratlar bu üretimde yer alan en

önemli materyallerdir. Biyogaz üretimi, atık yönetimini iyileştirmek ve yenilenebilir enerji girişimlerini ilerletmek için gereklidir (Rulkens, 2008). Metanojeniz süreci sırasında önemli bir enerji taşıyıcısı olan metan gazı üretilir. Bu biyojenik gaz; mekanik, elektrik ve termal enerjinin üretimini kolaylaştıran önemli bir yakıt kaynağı görevi görmektedir. Bu enerji dönüşümü; sürdürülebilir enerji ve enerji sistemlerinin gelişimi açısından önemlidir (Pind ve ark., 2003).

Biyogaz, bitki ve hayvan atıkları da dahil olmak üzere organik maddelerin anaerobik (oksijensiz) fermantasyonundan kaynaklanan renksiz ve yanıcı bir gaz karışımıdır. Genellikle %40-75 metan, %20-50 karbondioksit ve eser miktarda hidrojen sülfür, hidrojen, su buharı, amonyak, karbon monoksit ve nitrojen içermektedir (Çizelge 1) (Buğutekin, 2007).

### Çizelge 1. Biyogaz bileşim oranları (Buğutekin, 2007)

*Table 1. Biogas Composition ratios (Buğutekin, 2007)*

| Bileşim         | Kimyasal Formül  | Oranı(%)    |
|-----------------|------------------|-------------|
| Metan           | CH <sub>4</sub>  | 40-75       |
| Karbondioksit   | CO <sub>2</sub>  | 20-50       |
| Su Buharı       | H <sub>2</sub> O | 0.10        |
| Azot            | N <sub>2</sub>   | 0-2         |
| Oksijen         | O <sub>2</sub>   | 0-0.5       |
| Hidrojen        | H <sub>2</sub>   | 0-1         |
| Amonyak         | NH <sub>3</sub>  | 0-0.5       |
| Hidrojen Sülfür | H <sub>2</sub> S | 20-4000 ppm |

Organik atıkların, evsel ve hayvansal atıkların varlığının çok olması ve bunların bertaraf edilmesi zorunluluğu nedeniyle, birçok ülke bu atıkların değerlendirilmesi noktasında yasal zorunluluklar ortaya koymuştur. Ülkemizde bununla ilgili birçok kanun, yönetmelik, yönerge, tüzük, kanun hükmünde kararname uluslararası anlaşma söz konusudur. Ülkemizde 1991 yılında yürürlüğe giren katı atıkların kontrol altına alınması ile ilgili yönetmelikte konu ile ilgili bazı yöntemler ve kıstaslar sınırlandırılarak ortaya konmuştur. Söz konusu olan bu yöntemlerden birisi ise; kompostlaştırma yöntemi organik atıkların aerobik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması işlemidir. Bu işlem sonucunda metan gazı yani biyogaz elde edilmektedir (Yaldız, 2004).

Biyogaz üretimi, karbonhidratlar, selüloz, hemiselüloz, yağlar veya proteinler içeren çeşitli biyokütle kaynaklarından faydalanılmaktadır. Seçilen biyokütlenin belirli özelliklerine göre uyarlanmış uygun bir fermantasyon süreci seçmek çok önemlidir (Deublein ve Steinhäuser, 2008). Biyogaz üretimi için yaygın olarak kul-

lanılan substratlar, verimli anaerobik sindirimi kolaylaştıran çeşitli organik maddeleri içermektedir. Biyogazla ilgili sunulan veriler hem biyogaz veriminde hem de metan içeriğinde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Çeşitli substratların ve bunlara karşılık gelen biyogaz verimlerinin genel bir görünümü Çizelge 2'de verilmiştir (Yokuş, 2011).

**Çizelge 2.** Biyogaz üretiminde kullanılacak maddeler ve biyogaz verimleri

*Table 2. Materials that can be used in biogas production and biogas yields*

| Kaynak                    | Biyogaz Verimi (Litre.kg <sup>-1</sup> ) | Metan Oranı (%) |
|---------------------------|--|-----------------|
| Sığır Gübresi             | 90-300                                   | 65              |
| Kanatlı Gübresi           | 310-620                                  | 60              |
| Buğday Samanı             | 200-300                                  | 50-60           |
| Çavdar Samanı             | 200-300                                  | 59              |
| Arpa Samanı               | 290-310                                  | 59              |
| Mısır Sapları ve Atıkları | 380-460                                  | 59              |
| Keten ve Kenevir          | 360                                      | 59              |
| Çimen                     | 280-550                                  | 59              |
| Sebze Atıkları            | 330-360                                  | Değişken        |
| Ziraat Atıkları           | 310-360                                  | 60-70           |
| Yer Fıstığı Kabuğu        | 365                                      | -               |
| Dökülmüş Ağaç Yaprakları  | 210-290                                  | 58              |
| Algler                    | 420-500                                  | 63              |
| Atık Su Çamuru            | 310-800                                  | 65-80           |

Bu çalışmada Konya-Cihanbeyli ilçesinin Süt ve besi çiftliklerinden oluşan hayvansal atık ve tarımsal atık yoğunluğu gözlemlenmiş olup, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verileri, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Cihanbeyli İlçe Tarım Müdürlüğü'nün verileri ve kullanılan eşitlikler yardımıyla biyogaz ve biyogaz enerji potansiyeli belirlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Cihanbeyli, İç Anadolu Bölgesi'nin kalbinde yer alan Konya iline bağlı bir ilçedir. 38-39 Kuzey enlemleri ile 32-34 Doğu boylamları arasında yer alır ve yaklaşık 4.109 kilometre karelik bir alanı kaplar. İlçe merkezi deniz seviyesinden 980 metre yükseklikte yer alır ve Konya İlinin en geniş yüzölçümüne sahip ilçesi olarak tanınır. Genellikle Konya'nın "tahıl ambarı" olarak anılan Cihanbeyli, güneyde Tuz Gölü ile sınırlanır ve sınırlarını Şereflikoçhisar ve Aksaray ile paylaşırken, kuzeyde Yunak, Sarayönü, Kulu ve Haymana'nın yanı sıra Altınekin ilçesine doğru da uzanır. Cihanbeyli, kendi adını taşıyan bir plato üzerinde kurulmuştur ve Orta Anadolu coğrafyasının genel özelliklerine uygun bir manzara oluşturmaktadır. "İnözü" olarak bilinen geniş bir vadi boyunca yaklaşık 20 km mesafede yer almaktadır. İlçenin en yüksek noktası 1.150 metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Bölge, özellikle komşu Kulu ilçesinde Ankara'ya doğru devam eden geniş plato özellikleriyle dikkat çekmektedir.

Araştırmada, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verileri T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Cihanbeyli İlçe Tarım Müdürlüğü'nün verileri kullanılmıştır. Konya ili Cihanbeyli ilçesinin hayvan sayısı ile hayvansal atıkları ve tarımsal üretim ile tarımsal atık miktarları bu veriler doğrultusunda belirlenmiştir.

**Çizelge 3.** Konya- Cihanbeyli ilçesinin arazi dağılımı (Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

**Table 3.** Land distribution of Konya- Cihanbeyli district (Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

| ARAZİ KULLANIM DURUMU                |                |            |
|--------------------------------------|----------------|------------|
| Kullanım Şekli                       | Miktarı (da)   | Oranı (%)  |
| Ekilebilen Arazi (Tarıma Elverişli)  | 2220000        | 52.74      |
| Çayır Mera Arazisi                   | 986000         | 23.42      |
| Orman Arazisi                        | 0              | 0          |
| Tarım Dışı Arazi(Yerleşim-Göller vs) | 1003000        | 23.84      |
| <b>Toplam</b>                        | <b>4209000</b> | <b>100</b> |

**Çizelge 4.** Konya- Cihanbeyli İlçesinin Hayvan Varlığı ve Atık Miktarı (BEPA, 2024; Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

**Table 4.** Animal Asset and Waste Amount of Konya- Cihanbeyli District (BEPA, 2024; Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

| Hayvan Adı      | Hayvan Sayısı (adet) | Atık Miktarı (ton) |
|-----------------|----------------------|--------------------|
| At              | 27                   | 1478               |
| Eşek            | 278                  | 7610               |
| Sığır (Kültür)  | 17895                | 163291.9           |
| Sığır (Melez)   | 22830                | 149993.1           |
| Sığır (Yerli)   | 1705                 | 9334.9             |
| Keçi (Kıl)      | 7360                 | 5372.8             |
| Koyun (Merinos) | 5065                 | 5546.2             |
| Koyun (Yerli)   | 153250               | 167808.8           |
| Et Tavuğu       |                      | 0                  |
| Hindi           | 5475                 | 205.3              |
| Kaz             | 585                  | 27.4               |
| Ördek           | 480                  | 22.5               |
| Yumurta Tavuğu  | 28100                | 1538.5             |

**Çizelge 5.** Konya-Cihanbeyli ilçesinin tarımsal üretimi ve tarımsal atık miktarı (BEPA, 2024; Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

**Table 5.** Land distribution of Konya- Cihanbeyli district (BEPA, 2024; Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

| Bitki Adı      | Bitkisel Üretim (ton) | Atık Miktarı (ton) |
|----------------|-----------------------|--------------------|
| Arpa           | 106735                | 85388              |
| Aspir          | 615                   | 922.5              |
| Ayçiçeği       | 28447                 | 65428.1            |
| Buğday         | 304781                | 304781             |
| Çavdar         | 1398                  | 1118.4             |
| Fasulye        | 1177                  | 1765.5             |
| Fig (Dane)     | 14250                 | 0                  |
| Kolza (Kanola) | 109                   | 250.7              |
| Mercimek       | 360                   | 540                |

|                             |        |         |
|-----------------------------|--------|---------|
| Mısır (Dane)                | 60803  | 72963.6 |
| Mısır (Silajlık) - 1.Ekiliş | 35000  | 0       |
| Mısır (Silajlık) - 2.Ekiliş | 2000   | 0       |
| Nohut                       | 5811   | 8716.5  |
| Patates                     | 26653  | 5330.6  |
| Şekerpancarı                | 696795 | 27871.8 |
| Tritikale (Dane)            | 211    | 168.8   |
| Yonca (Yeşil Ot)            | 6900   | 0       |
| Yulaf                       | 610    | 488     |
| Armut                       | 90     | 0       |
| Ayva                        | 5      | 0       |
| Badem                       | 11     | 0       |
| Ceviz                       | 22     | 0       |
| Çörekotu                    | 70     | 0       |
| Dut                         | 4      | 0       |
| Elma (Diğer)                | 35     | 0.9     |
| Elma (Golden)               | 320    | 0.4     |
| Elma (Starking)             | 300    | 0.6     |
| Erik                        | 2      | 0       |
| İğde                        | 4      | 0       |
| Kayısı                      | 159    | 0       |
| Kimyon                      | 3200   | 0       |
| Kiraz                       | 15     | 0.8     |
| Şeftali                     | 7      | 0       |
| Üzüm                        | 18     | 12.4    |
| Vişne                       | 8      | 0       |
| Kabak (Sakız ve çerezlik)   | 75     | 30      |
| Karpuz                      | 1200   | 360     |
| Kavun                       | 3000   | 900     |



**Çizelge 6.** Tarla bitkisi atıklarının kullanılabilirliği ve birim ısıtma değerleri (Başçetinçelik et al., 2005)

**Table 6.** Waste availability and unit heating values of field crops in Turkey (Başçetinçelik et al., 2005)

| Ürünler     | Atıklar      | Kullanılabilirlik (%) | Birim Isıl Değeri (MJ. kg <sup>-1</sup> ) |
|-------------|--------------|-----------------------|---|
| Arpa        | Saman        | 15                    | 17.5                                      |
| Buğday      | Saman        | 15                    | 17.9                                      |
| Çavdar      | Saman        | 15                    | 17.5                                      |
| Yulaf       | Saman        | 15                    | 17.4                                      |
| Mısır       | Sap          | 60                    | 18.5                                      |
|             | Sömek        | 60                    | 18.4                                      |
| Pirinç      | Saman        | 60                    | 16.7                                      |
|             | Kabuk        | 80                    | 12.98                                     |
| Tütün       | Sap          | 60                    | 16.1                                      |
| Pamuk       | Sap          | 60                    | 18.2                                      |
|             | Çırçır Atığı | 80                    | 15.65                                     |
| Ayçiçeği    | Sap          | 60                    | 14.2                                      |
| Yer Fıstığı | Saman        | 80                    | 20.74                                     |
|             | Kabuk        | 80                    | 20.74                                     |
| Soya        | Saman        | 60                    | 19.4                                      |

**Çizelge 7.** Hayvan cinslerine göre atık özellikleri (Başçetinçelik et al., 2007; Eryaşar, 2007; Koçer et al., 2006; Omer ve Fadalla, 2003)

**Table 7.** Waste characteristics according to animal breeds (Başçetinçelik et al., 2007; Eryaşar, 2007; Koçer et al., 2006; Omer and Fadalla, 2003)

| Hayvan Cinsi | Canlı Ağırlık(Kg) | Taze Atık Miktarı |                       | TK(%) | UK(%) | Kullanılabilirlik       |
|--------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------------------------|
|              |                   | Ağırlığın Yüzdesi | Kg. gün <sup>-1</sup> |       |       | Ahırda Kalma Süresi (%) |
| Büyükbaş     | 135-800           | 5-6               | 10-20                 | 5-25  | 75-85 | Süt 65                  |
|              |                   |                   |                       |       |       | Et 25                   |
| Küçükbaş     | 30-75             | 4-5               | 2                     | 30    | 20    | 13                      |
| Kanatlı      | 15-2,0            | 3-4               | 0.08-1                | 10-35 | 70-75 | 99                      |
|              |                   |                   |                       | 50-90 | 60-80 |                         |

**Çizelge 8.** Hayvan atık miktar kabulleri (Yokuş, 2011)**Table 8.** Animal waste quantity acceptances (Yokuş, 2011)

| Hayvan Cinsi | Kabul Edilen Günlük Dışkı Miktarı (kg. Hayvan. Gün <sup>-1</sup> ) |
|--------------|--|
| Büyükbaş     | 37.5   |
| Küçükbaş     | 2  |
| Kanatlı      | 0.16 (ort.)  |

**2.2. Yöntem**

Konya ili Cihanbeyli ilçesinin hayvan sayısı ile hayvansal atıkları ve tarımsal üretim ile tarımsal atık miktarları istatistiksel veriler doğrultusunda kabullerle belirlenmiştir. Biyogaz potansiyeli ve enerji değerleri eşitlik 1, eşitlik 2, eşitlik 3 ve eşitlik 4 yardımıyla (Yokuş, 2011) hesaplanmış olup, Konya ili Cihanbeyli ilçesinin, hayvansal atıklardan ve tarımsal atıklardan biyogaz üretim potansiyeli ve biyometanizasyon enerji değerleri belirlenmiştir.

$$C_{yyam} = (A \times B \times 365) / 1000 \dots \dots \dots (1)$$

$C_{yya}$  : Yıllık üretilen yaş atık kütlesi (ton)

A: Hayvan sayısı (adet-baş)

B: Hayvansal atık madde kabul kat sayısı

$$C_{ykm} = C_{yyam} \times D \times E \dots \dots \dots (2)$$

$C_{ykm}$  : Yıllık üretilen kuru madde kütlesi (ton)

$C_{yyam}$  : Yıllık üretilen yaş atık (ton)

D: Toplam kuru yüzdesi

E: Kullanılabilir olma yüzdesi

$$C_{ybp} = C_{ykm} \times F \dots \dots \dots (3)$$

$C_{ybp}$  : Yıllık biyogaz potansiyeli (m<sup>3</sup>)

$C_{ykm}$  : Yıllık üretilen kuru madde kütlesi (ton)

F: Katı atıktan elde edilecek biyogaz kabul kat sayısı (1 Yıllık)

$$C_{enerji \ e\ \degeri} = C_{ybp} \times H \dots \dots \dots (4)$$

$C_{enerji \ e\ \degeri}$  : Enerji Eşdeğeri

$C_{ybp}$  : Yıllık biyogaz potansiyeli (m<sup>3</sup>)

H: Biyogaz kullanımı bağlamında, biyogazın kalorifik değerinin  $22.7 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$  olarak standardize edildiği tespit edilmiştir. Bu değer,  $1 \text{ m}^3 \cdot \text{yıl}^{-1}$  ölçeğinde yıllık olarak üretilen biyogazın enerji içeriğini değerlendirmek için bir ölçüt olarak bilimsel literatürde yaygın bir şekilde tanınmakta ve kabul görmektedir (Başçetin-çelik ve ark., 2007).

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Cihanbeyli ilçesinin tarımsal atıklarından üretililecek biyogaz miktarı ile bu doğrultuda üretililecek biyogaz ekonomik enerji eş değerleri Çizelge 9' da verilmiştir.

**Çizelge 9.** Konya- Cihanbeyli Tarımsal Atıkların Biyogaz Ekonomik Enerji Eş Değerleri (BEPA, 2024)

**Table 9.** Biogas Economic Energy Equivalents of Konya-Cihanbeyli Agricultural Wastes (BEPA, 2024)

| Bitki Adı                   | Enerji Eşdeğeri<br>(TEP.yıl <sup>-1</sup> ) | Bitki Adı                   | Enerji Eşdeğeri<br>(TEP.yıl <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------|---|-----------------------------|---|
| Arpa                        | 36381.8                                     | Mısır (Silajlık) - 2.Ekiliş | 0   |
| Aspir                       | 395.2                                       | Nohut                       | 3471.5                                      |
| Ayçiçeği                    | 264377                                      | Patates                     | 1788.7                                      |
| Buğday                      | 131872                                      | Şekerpancarı                | 10325.6                                     |
| Çavdar                      | 463,8                                       | Triticale (Dane)            | 70.9  |
| Fasulye                     | 722.9                                       | Yonca (Yeşil Ot)            | 0   |
| Fig (Dane)                  | 0   | Yulaf                       | 202.2                                       |
| Kolza (Kanola)              | 102.5                                       | Armut                       | 0   |
| Mercimek                    | 223.1                                       | Ayva                        | 0   |
| Mısır (Dane)                | 31197.6                                     | Badem                       | 0   |
| Mısır (Silajlık) - 1.Ekiliş | 0   | Ceviz                       | 0   |
| Dut                         | 0   | Şeftali                     | 0   |
| Elma (Diğer)                | 0   | Üzüm                        | 5.4   |
| Elma (Golden)               | 0.4   | Vişne                       | 0   |
| Elma (Starking)             | 0.2   | Kabak (Sakız ve çerezlik)   | 9.1   |
| Erik                        | 0.3   | Karpuz                      | 89.2  |
| İğde                        | 0   | Kavun                       | 233.1                                       |
| Kayısı                      | 0   | Şeftali                     | 0   |
| Kimyon                      | 0   | Kiraz                       | 0   |

Hayvansal Atık miktarları T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verileri çerçevesinde tespit edilmiştir. Bu veriler ile beraber kullanılan bazı eşitlikler yardımıyla sırasıyla, yıllık yaş atık miktarı (Çizelge 10), yıllık kuru madde miktarı (Çizelge 11), yıllık biyogaz potansiyeli (Çizelge 12) ve enerji eş değeri (Çizelge 13) hesaplanmıştır.

**Çizelge 10.** Hayvansal Atıkların Yıllık Yaş Atık Miktarı (ton)

*Table 10. Annual Wet Waste Amount of Animal Waste (tons)*

| Hayvan Adı      | $C_{\text{yyam}}$ : Yıllık yaş atık miktarı (ton) | A: Hayvan sayısı (adet) | B: Atık miktarı kabulü (kg.hayvan. gün <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|---|-------------------------|--|
| At              | 369.6   | 27                      | 37.5   |
| Eşek            | 3805.1  | 278                     | 37.5   |
| Sığır (Kültür)  | 244937.8  | 17895                   | 37.5   |
| Sığır (Melez)   | 312485.6  | 22830                   | 37.5   |
| Sığır (Yerli)   | 23337.2   | 1705                    | 37.5   |
| Keçi (Kıl)      | 5372.8  | 7360                    | 2  |
| Koyun (Merinos) | 3697.5  | 5065                    | 2  |
| Koyun (Yerli)   | 111872.5  | 153250                  | 2  |
| Et Tavuğu       | -   | -                       | 0.19   |
| Hindi           | 379.7   | 5475                    | 0.19   |
| Kaz             | 40.6  | 585                     | 0.19   |
| Ördek           | 33.3  | 480                     | 0.19   |
| Yumurta Tavuğu  | 1948.7  | 28100                   | 0.19   |

**Çizelge 11.** Hayvansal Atıkların Yıllık Kuru Madde Miktarı (ton)

*Table 11. Annual Dry Matter Amount of Animal Waste (ton)*

| Hayvan Adı      | C <sub>ykmm</sub> : Yıldaki kuru madde miktarı (ton) | C <sub>yyam</sub> : Yıldaki yaş atık miktarı (ton) | D: Yüzde toplam kuru | E: Yüzde kullanılabilirlik |
|-----------------|--|--|----------------------|----------------------------|
| At              | 24.9   | 369.6  | 0.15                 | 0.45                       |
| Eşek            | 256.8  | 3805.1   | 0.15                 | 0.45                       |
| Sığır (Kültür)  | 16533.3  | 244937.8   | 0.15                 | 0.45                       |
| Sığır (Melez)   | 21092.8  | 312485.6   | 0.15                 | 0.45                       |
| Sığır (Yerli)   | 1575.3   | 23337.2  | 0.15                 | 0.45                       |
| Keçi (Kıl)      | 209.5  | 5372.8   | 0.3                  | 0.13                       |
| Koyun (Merinos) | 144.2  | 3697.5   | 0.3                  | 0.13                       |
| Koyun (Yerli)   | 4363   | 111872.5   | 0.3                  | 0.13                       |
| Et Tavuğu       | -  | -  | 0.46                 | 0.99                       |
| Hindi           | 172.9  | 379.7  | 0.46                 | 0.99                       |
| Kaz             | 18.5   | 40.6   | 0.46                 | 0.99                       |
| Ördek           | 15.2   | 33.3   | 0.46                 | 0.99                       |
| Yumurta Tavuğu  | 887.4  | 1948.7   | 0.46                 | 0.99                       |

**Çizelge 12.** Hayvansal Atıkların Yıllık Biyogaz Potansiyeli (m<sup>3</sup>)**Table 12.** Annual Biogas Potential of Animal Waste (m<sup>3</sup>)

| Hayvan Adı      | C <sub>ybp</sub> : Yıldaki biyogaz potansiyeli (m <sup>3</sup> ) | C <sub>ykmn</sub> : Yıldaki kuru madde miktarı (ton) | F: 1 ton katı atık biyogaz verimi kabulü |
|-----------------|--|--|--|
| At              | 6847.5   | 24.9   | 275                                      |
| Eşek            | 70620  | 256.8  | 275                                      |
| Sığır (Kültür)  | 4546657.5  | 16533.3  | 275                                      |
| Sığır (Melez)   | 5800520  | 21092.8  | 275                                      |
| Sığır (Yerli)   | 433207.5   | 1575.3   | 275                                      |
| Keçi (Kıl)      | 42947.5  | 209.5  | 205                                      |
| Koyun (Merinos) | 29561  | 144.2  | 205                                      |
| Koyun (Yerli)   | 894415   | 4363   | 205                                      |
| Et Tavuğu       | -  | -  | 535                                      |
| Hindi           | 92501.5  | 172.9  | 535                                      |
| Kaz             | 9897.5   | 18.5   | 535                                      |
| Ördek           | 8132   | 152  | 535                                      |
| Yumurta Tavuğu  | 474759   | 887.4  | 535                                      |

Konu ile ilgili daha önce gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda farklı hayvan sınıfları dikkate alınmış olup çalışma içerisinde verilmiş olan benzer formüller vasıtasıyla teorik biyogaz potansiyelleri belirlenmiştir. Çevik (2016), Çanakkale ili için biyogaz potansiyelini yıllık bazda 60793963 m<sup>3</sup>, Boyacı (2017), Kırşehir ilinin biyogaz potansiyelini 14855273 m<sup>3</sup>, Aksu (2019), Amasya ili için biyogaz potansiyelini yaklaşık 35.9 milyon m<sup>3</sup> olarak tahmin etmiştir. Konuk (2019), Tokat ilinin biyogaz potansiyelini yaklaşık 49.2 milyon m<sup>3</sup>, Gökdoğan (2019) Isparta ilinin biyogaz potansiyelinin 22366468.22 m<sup>3</sup> olarak belirlemişlerdir.

Bulut ve Canbaz (2019) Sivas ilinin biyogaz potansiyelini 52391785 m<sup>3</sup>, Yağlı ve Koç (2019) Adana ili için hesaplamalar sonucunda Adana ilindeki hayvanlardan elde edilen gübrenin oksijensiz ortamda çürütülmesi ile yıllık ortalama biyogaz üretimi 88367.417 m<sup>3</sup>, Akbay ve Kumbur (2020) Mersin ili için biyogaz potansiyelini yaklaşık 60 milyon m<sup>3</sup>, Seyhan ve Badem (2021) Erzincan ilinin biyogaz potansiyelini 15511011 m<sup>3</sup> olarak ortaya koymuştur.

Cihanbeyli ilçesinin biyogaz potansiyeli çalışmamızda 12.41 milyon m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu veri literatür çerçevesinde karşılaştırıldığında benzerlik göstermekte olup, Cihanbeyli ilçesinin bu bağlamda önemli potansiyele sahip olduğunu

göstermektedir. Cihanbeyli ilçesindeki son yıllarda devlet destekli veya kendinden sermayeli süt ve besi çiftliklerinin artışı da biyogaz potansiyelinin kayda değer seviyelere ulaşmasını desteklemiştir.

**Çizelge 13.** Hayvansal Atıkların Yıllık Enerji Eş Değeri ( $m^3$ )

**Table 13.** Annual Energy Equivalent of Animal Waste ( $m^3$ )

| Hayvan Adı      | $C_{\text{enerji eşdeğeri}}$ : Enerji Eşdeğeri (MJ. $Kg^{-1}$ ) | $C_{\text{ybp}}$ : Yıllık m <sup>3</sup> biyogaz potansiyeli( $m^3$ ) | F: 1 ton katı atık biyogaz verimi kabulü |
|-----------------|---|---|--|
| At              | 189675.8  | 6847.5  | 27.7                                     |
| Eşek            | 1956174   | 70620   | 27.7                                     |
| Sığır (Kültür)  | 125942412.8   | 4546657.5   | 27.7                                     |
| Sığır (Melez)   | 160674404   | 5800520   | 27.7                                     |
| Sığır (Yerli)   | 11999847.8  | 433207.5  | 27.7                                     |
| Keçi (Kıl)      | 1189645.8   | 42947.5   | 27.7                                     |
| Koyun (Merinos) | 818839.7  | 29561   | 27.7                                     |
| Koyun (Yerli)   | 24775295.5  | 894415  | 27.7                                     |
| Et Tavuğu       | -   | -   | 27.7                                     |
| Hindi           | 2562291.6   | 92501.5   | 27.7                                     |
| Kaz             | 274160.8  | 9897.5  | 27.7                                     |
| Ördek           | 225256.4  | 8132  | 27.7                                     |
| Yumurta Tavuğu  | 13150824.3  | 474759  | 27.7                                     |

Literatürde çeşitli çalışmalarda biyogaz enerji değerleri hesaplanmıştır. Çevik (2016), Çanakkale ili için elektrik enerjisi potansiyelini 156848426.42 kWh olarak belirlemiştir. Boyacı (2017) Kırşehir ilinin elektrik enerjisi potansiyelini 69819781 kWh olarak tespit etmiştir. Aksu (2019), Amasya ili için elektrik enerjisi potansiyelini 90474 milyon kWh'lik olarak hesaplamıştır. Benzer şekilde Konuk (2019), elektrik enerjisi potansiyelini ise 124042 MWh olarak hesaplamıştır. Gökdoğan (2019), Isparta ilinin elektrik enerjisi potansiyelini 105122400.65 kWh olduğunu bildirmiştir. Bulut ve Canbaz (2019) elektrik enerjisi potansiyelini 246.2 GWh olarak tahmin etmiştir. Akbay ve Kumbur (2020), Mersin ili için elektrik enerjisi potansiyelini ise 280 GWh olarak tahmin etmiştir. Seyhan ve Badem (2021) yapmış olduğu çalışmada 38025864 kWh'lik bir elektrik enerjisi potansiyeli elde etmiştir.

Cihanbeyli ilçesinin biyogaz enerji potansiyeli çalışmamızda 343.76 milyon MJ/kg olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık olarak 95488888.89 kWh'lik bir

enerji potansiyeline karşılık gelmektedir. Bu veri literatür çerçevesinde karşılaştırılma yapıldığında Cihanbeyli ilçesinin Türkiye’de bazı illerin biyogaz enerji potansiyeli seviyelerinde olduğunu ve Cihanbeyli ilçesinin bu bağlamda önemli potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

#### 4. SONUÇ

Çalışmada Konya-Cihanbeyli ilçesinin mevcut süt ve besi çiftliklerinin yoğunluğu gözlemlenmiş olup ve hayvan sayıları ile mevcut tarımsal atık miktarı doğrultusunda biyogaz potansiyeli ile bu biyogazdan elde edilebilecek enerji eş değeri ortaya konmuştur. Büyükbaş hayvanlarda toplam 584935.3 ton, Küçükbaş hayvanlarda toplam 120942.8 ton Kanatlı hayvanlarda ise toplam 2402.3 ton atık miktarı buna bağlı olarak biyogaz üretiminde kullanılabilir olan atık miktarları sırasıyla, 39483.1; 4716.8; 1094 ton olarak hesaplanmıştır. Toplam tarımsal atık miktarı ise 577038.6 ton olarak belirlenmiştir.

Araştırmada yıllık biyogaz potansiyeli hayvansal atıklardan toplam 12.41 milyon. m<sup>3</sup>. Yıl<sup>-1</sup> ve enerji eş değeri toplam 343.76 milyon MJ. kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Biyogaz sistemleri için gereken önemli başlangıç yatırımı, onları maliyetli bir alternatif enerji kaynağı olarak konumlandırmaktadır. Bununla birlikte, küçük ölçekli biyogaz tesislerinin en yüksek verimlilikte çalıştırdıklarında maliyetlerini yaklaşık 8 ila 10 ay içinde telafi edebilecekleri tahmin edilmektedir. Tesisin kurulması için finansman sağlanması şarttır. Bu finansman devlet destekli krediler yoluyla veya sistemi kullanacak özel şahıslardan sağlanabilir. Çeşitli ülkelerde, biyogaz teknolojisinin çevre ve sağlık açısından faydaları göz önünde bulundurularak teşvik edilmesi için hükümet girişimleri başlatılmıştır.

İklim koşulları ve üretim potansiyeli göz önünde bulundurularak, düşük yatırım maliyeti, yüksek verim, kurulum, kullanım ve bakım kolaylığını ön planda tutan biyogaz sistemlerinin tasarlanması, ülkemizde biyogaz teknolojisinin ilerlemesi için elzemdir. Böyle bir sistematik yaklaşım, biyogaz sistemlerinin uygulanabilirliğini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda sürdürülebilir enerji ortamına da önemli ölçüde katkıda bulunacaktır.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

#### Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

## Yazar Katkıları Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): CF(%60), TM(%40)

Veri Toplanması (Data Acquisition): CF(%60), TM(%40)

Veri Analizi (Data Analysis): CF(%60), TM(%40)

Makalenin Yazımı (Wriring Up): CF(%60), TM(%40)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): CF(%60), TM(%40)

## KAYNAKLAR

- Akbay, H. E. G., Kumbur, H., 2020. Determination of Biogas Potential of Livestock Manure: A Case Study from Mersin Province. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8(2): 295-303, doi: 10.21541/apjes.590660.
- Aksu Y., 2019. Amasya ilindeki hayvansal atıkların biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 42s, Tokat.
- Avcıoğlu, A. O., Çolak, A., Türker, U., 2013. Türkiye'nin tavuk atıklarından biyogaz potansiyeli. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 21-28.
- Başçetinçelik, A., Karaca, C., Öztürk, H.H., Kacıra, M., Ekinci, K., 2007. Türkiye'de tarımsal biokütleden enerji üretimi olanakları. IV. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. *Bildiriler Kitabı*, 101-110, 23-24 Ekim, Kayseri.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H., Karaca, C., Kaçıra, M., Ekinci, K., Baban, A., Kaya, D., Barnes, I., Komiotti, N., Nieminen, M., 2005. Türkiye'de tarımsal atıkların değerlendirilmesi. *Eğitim Programı Notları*, 15-25 Bursa.
- BEPA, 2024. Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Available from URL: <http://bepa.enerji.gov.tr/>(Erişim tarihi: 09 Eylül 2024).
- Boyacı, S., 2017. Kırşehir ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (4): 447-455.
- Buğutekin, A., 2007. Atıklardan biyogaz üretiminin incelenmesi. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 157s, İstanbul.
- Bulut, A. P., Canbaz, G. T., 2019. Hayvan Atıklarından Sivas İli Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 9 (1): 1-10, <https://doi.org/10.7212/zkufbd.v9i1.1010>.
- Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024. Cihanbeyli İlçesi Arazi Dağılımı, İlçe Hayvan Varlığı ve Üretimi, Bitkisel Üretim Alanı ve Deseni. Available from URL: <https://www.cihanbeyli.gov.tr/ilce-tarim> (Erişim tarihi: 16 Eylül 2024).
- Çevik, A., 2016. Çanakkale İli'ndeki hayvansal atıkların biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 97s, Çanakkale.
- Deublein, D., Steinhauser, A., 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*, ISBN: 978-3-527-32798-0, Second, Revised and Expanded Edition, 539s, In: Weinheim, Germany, Wiley.
- Gökdoğan, O., 2019. Isparta İlinin Hayvansal Atıklarından Elde Edilebilecek Enerjinin Sera Isıtmasında Kullanımı. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 5(1): 27-34.
- Eryaşar, A., 2007. Kırsal kesime yönelik bir biyogaz sisteminin tasarımı, kurulumu, testi ve performansına etki eden parametrelerin araştırılması. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, 302s, İzmir.
- Koçer, N. N., Öner, C., Sugözü, İ., 2006. Türkiye'de hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 4(2): 17-20.
- Konuk, M., 2019. Tokat ilindeki hayvansal atıkların biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 48s, Tokat.
- Omer, A., Fadalla, Y., 2003. Biogas energy technology in Sudan. *Renewable Energy*, 28(3): 499-507, [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(02\)00053-8](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(02)00053-8).
- Pind, P. F., Angelidaki, I., Ahring, B. K., Stamatelatou, K., Lyberatos, G., 2003. Monitoring and control of anaerobic reactors. In B. K. Ahring (Ed.), *Biomethanation II*. Springer International Publishing Berlin. pp.135-182.



- Rulkens, W., 2008. Sewage sludge as a biomass resource for the production of energy: overview and assessment of the various options. *Energy and Fuels*, 22(1): 9-15, <https://doi.org/10.1021/ef700267m>.
- Seyhan, A. K., Badem, A., 2021. Erzincan ili hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik biyogaz tesisi senaryoları. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1): 245-256, <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.743724>.
- Yağlı, H., Koç, Y., 2019. Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Adana İli Örnek Hesaplama. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(3): 35-48. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.637603>
- Yaldız, O., 2004. Biyogaz teknolojisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 78, İkinci Baskı, 184s, Antalya.
- Yokuş, İ., 2011. Sivas İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 135s, Ankara.