alatarım 2021, 20 (1): 51 - 59

# Çorum İli Kullanılabilir Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

**Serdar ÜÇOK**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

**Öz**

Enerji, günümüzde gelişmişliğin bir ölçütü olarak ele alınmaktadır. Günümüzde dünya nüfusun hızlı artmasına paralel enerjiye olan ihtiyaçta giderek artmaktadır. Teknolojinin gelişmesi, fosil yakıtların sınırlı olması ve çevreye zarar vermesinden kaynaklı dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgi artmıştır. Temiz, çevreci, enerji verimliliği yüksek olan yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyogaz teknolojisinin üretime kazandırılması ile enerji üretiminin yanı sıra kırsal kalkınmaya da önemli fayda sağlamaktadır. Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) 2021 yılı verilerine göre Çorum ili ve ilçeleri düzeyinde hayvansal kaynaklı (Büyükbaş+Küçükbaş+Kanatlı) gübre atıklarından üretilebilecek biyogaz ve biyogazdan elde edilebilecek enerji potansiyelleri belirlenerek sayısal haritaları oluşturulmuştur. Çorum genelinde toplam hayvan sayısı (Büyükbaş+ Küçükbaş+ Kanatlı) 4.219.880 adet, toplam hayvanlardan oluşabilecek gübre potansiyeli miktarı 563.210 ton yıl$^{-1}$, biyogaz potansiyeli 22.854.00 m$^3$ yıl$^{-1}$ ve biyogazdan üretilebilecek enerji 107.41 GWh yıl$^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Maksimum enerji üretimi merkezde iken en düşük enerji üretimi ise Dodurga'da olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Çorum, hayvan, gübre, biyogaz, enerji.

**Determination of Biogas Potential of Usable Animal Waste Based in Çorum Province**

**Abstract**

Energy is considered as a unit of development today. Today, in parallel with the rapid increase in the world population, the need for energy is increasing. Due to the development of technology, limited fossil fuels and environmental damage, interest in renewable energy sources has increased in the world. The introduction of biogas technology, which is one of the clean, environmentally friendly and energy-efficient renewable energy sources, into production provides significant benefits to rural development as well as energy generation. In this study, Turkey Statistical Institute (TUIK) according to data from the 2021 provincial district level of animal origin (cattle+ovine+poultry) in the Corum, biogas can be produced from manure waste and energy can be obtained from biogas, energy potential of digital maps have been created. total number of animals in Corum (cattle + ovine + poultry) 4.219.880, total animal manure potential amount is determined as 563.210 tons year$^{-1}$, biogas potential as 22.854.00 m$^3$ year$^{-1}$ and energy produced from biogas as 107.41 GWh year$^{-1}$. While the maximum energy production was in the center, the lowest energy production occurred in Dodurga.

**Key Words:** Çorum, animal, manure, biogas, energy.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: S.Üçok; sucok@ksu.edu.tr
Geliş Tarihi/Received: 30.03.2021 Kabul Tarihi/Accepted: 27.05.2021
Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Serdar ÜÇOK http://orcid.org/ 0000-0002-7158-669X

## Giriş

Enerji, sürdürülebilir ekonomik gelişme, yaşam standartlarının artması ve sosyal gelişimin belirleyici en temel öğelerinden biri olmuştur. Hızlı nüfus artışı, teknolojik gelişme ve sanayileşmenin yaygınlaşmasıyla enerjiye olan talep gün geçtikçe artmaktadır (Tunc ve ark., 2006; Acaroğlu, 2007; Akova, 2008; Toklu ve ark., 2010;Yüksel, 2010; Karayılmazlar ve ark., 2011; Yılmaz, 2012; Koç ve Şenel, 2013). İki farklı enerji türü bulunmaktadır. Bunlar, fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Fosil enerji kaynakları (ham petrol, linyit, doğal gaz vb.) küresel enerji ihtiyacının büyük bölümünü karşılamaktadır (Avcıoğlu ve ark., 2011;Yılmaz, 2012; IEA, 2015). Ancak fosil kaynaklarının sınırlı olması ve az sayıda ülkede çıkarılması enerji ithal eden ülkeler için güvensizlik ve dışa bağımlılık söz konusu olmaktadır. (Karaca, 2017). Ayrıca fosil enerji kaynaklarının sera gazı emisyonlarından dolayı küresel ısınmaya, çevre kirliliğine ve insan sağlığına zarar vermesinden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artmıştır (Dağtekin ve ark., 2018). Yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, hidrolik, rüzgar, jeotermal ve biyokütle enerji kaynaklarından meydana gelmektedir (Yarbay ve ark., 2011; Temiz ve Gökmen, 2010; Aybek ve Üçok, 2017). Biyokütle temiz, çevreci ve atık sorunun bertaraf edilmesi bakımından yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli yer tutmaktadır. Biyokütle, direk yanabilen yada

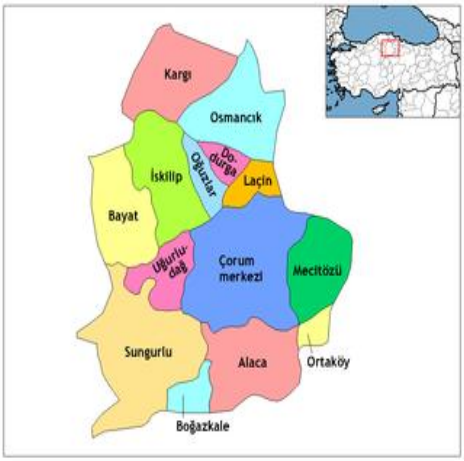
proseslerle farklı yakıtlara dönüştürülebilen bitkisel ve hayvansal kaynaklı atık olarak tanımlanabilir (Fanchi, 2011; Aybek ve ark., 2015a). Özetle biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütlesi olarak ifade edilebilir (Acaroğlu 2007, Öztürk, 2008). Biyokütleden genel olarak biyoetanol, biyodizel odun biriketi, pelet ve biyogaz üretilmektedir (Kapluhan, 2014). Biyokütleden biyogaz üretimi organik atıkların anaerobik fermantasyonu sonucu oluşmasından dolayı temiz ve çevreci bir prosestir. Oluşan anaerobik (oksijensiz) fermantasyon neticesinde biyogaz dört aşamadan meydana gelmektedir. Anaerobik bozunma sonucu biyogaz üretimi hidroliz, asit üretimi (asidojenesis), asetat üretimi (asetojenesis) ve metan üretimi (metanojenesis) olarak oluşmaktadır (Anonim, 1999). Biyogaz oluşumundan en verimli halde yararlanabilmek için optimum reaktör koşullarını ve şartlarını sağlayan parametrelerin oluşturulması gerekmektedir. Bu parametreler fiziksel (sıcaklık, karıştırma, yükleme oranı ve bekletme süresi) ve kimyasal (C/N, pH, alkalinite, toksik maddeler ve besi ortamı) olmak üzere iki kısımdan meydana gelmektedir (Mitzlaff, 1988; Nagamani ve Ramasamy, 2010). Biyogaz, organik madde türüne göre, %60-75 metan ($CH_4$), %23-38 karbondioksit ($CO_2$), eser miktarda hidrojen ($H_2$) ve hidrojen sülfür ($H_2S$) bulunan bir gaz karışımından meydana gelmektedir (Bukvic ve ark., 2002; Yokuş, 2011). Biyogaz üretimi temel olarak organik materyallerin anaerobik fermantasyon edilmesine dayandığı için temel materyaller bitkisel, hayvansal ve endüstriyel atıklardan oluşmaktadır. Hayvansal atıkların biyogaza dönüşümlerinin daha faydalı olması, kolay erişilebilmesi ve fazla atık sorunu meydana getirmesinden dolayı dünyada biyogaz tesisleri için temel hammadde olarak tercih edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı TUİK 2021 verilerine göre; Çorum il merkezi ve ilçeler düzeyinde hayvansal gübrelerin (Büyükbaş+ Küçükbaş+ Kanatlı);

- Toplam atık potansiyelini,
- Biyogaz potansiyelini
- Biyogazdan üretilebilecek enerji miktarını,
- ArcGIS programı ile biyogaz enerji değerlerine (GWh/yıl) göre sınıflandırmaya tabi tutulup ve sınıf değerlerine göre renklendirilmesinin yapılarak bu verilerin sayısal haritalarının oluşturulmasıdır.

## Materyal ve Yöntem

Çorum ili; Orta Karadeniz Bölümünün iç kısmında yer almakta olup doğuda Amasya, güneyde Yozgat, batıda Çankırı, kuzeyde Sinop, kuzeydoğuda Samsun, güneybatıda Kırıkkale ile çevrilidir (Şekil 1). İlçeleri; Merkez, Alaca, Bayat, Boğazkale, Dodurga, İskilip, Kargı, Laçin, Mecitözü, Oğuzlar, Ortaköy, Osmancık, Sungurlu, Uğurludağ'dan oluşmaktadır. Yüzölçümü 12.820 km² olup Anadolu platolarından oluşan bir geçit alanda yer almakta, 39° 54′-41° 20′ kuzey enlemleri, 34° 4′-35° 28′ doğu boylamları arasında yer almaktadır (Anonim, 2021).




Şekil 1. Çorum ili konum ve ilçeleri

Çorum ili hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz enerji değerlerinin belirlenmesine yönelik veriler 2021 yılı Türkiye İstatistik Kurumunun (TUİK) veri tabanındaki "Hayvancılık İstatistikleri" bölümünden alınmıştır. Hayvansal istatistikler büyükbaş (Sığır, manda), küçükbaş (koyun, keçi) ve kanatlı ( tavuk, hindi, ördek ve kaz) verilerinden oluşmaktadır. Çizelge 1'de büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları ilçeler düzeyinde verilmiştir (TUİK, 2021).

Çizelge 1. Çorum ili ve ilçe düzeyinde hayvan sayıları (Adet)

| | Merkez | Alaca | Bayat | Boğazkale | Dodurga | Kargı | Laçin | Mecitözü | Ortaköy | Osmancık | Oğuzlar | Sungurlu | Uğurludağ | İskilip | Toplam |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Büyükbaş (adet)** | 59.473 | 22.732 | 15.731 | 5.997 | 2.956 | 12.872 | 5.857 | 25.232 | 5.372 | 26.033 | 3.649 | 37.802 | 7.930 | 21.968 | 253.604 |
| **Küçükbaş (adet)** | 69.756 | 23.508 | 13.168 | 4.548 | 3.490 | 23.114 | 11.212 | 22.797 | 7.421 | 32.459 | 463 | 55.161 | 10.790 | 15.985 | 293.872 |
| **Kanatlı (adet)** | 3.488.95 | 15.480 | 8.412 | 1.222 | 4.090 | 12.225 | 13.270 | 7.428 | 12.805 | 7.116 | 600 | 25.506 | 26.550 | 48.746 | 3.672.40 |

Çizelge 2'de teorik biyogaz ve enerji hesaplama parametreleri (yıllık gübre üretim miktarı, dışkı ulaşılabilirlik, hayvan dışkısından elde edilen biyogaz ve biyogazdan elde edilen elektrik enerjisi oranı) verilmiştir. Dışkı ulaşılabilirlik oranı hayvanların barınakta kalma süreleri ele alınarak oluşturulmuştur (Aybek ve ark., 2015b).

Çizelge 2. Teorik biyogaz ve enerji hesaplama parametreleri (Öçal, 2013; Ay ve Kaya, 2020)

| **Parametre** | **Hayvan** | | |
|---|---|---|---|
| | **Büyükbaş** | **Küçükbaş** | **Kanatlı** |
| Yıllık dışkı üretim miktarı (YDÜM) (ton yıl$^{-1}$) | 3.6 | 0.7 | 0.022 |
| Dışkı ulaşılabilirlik oranı (%) | 50 | 13 | 99 |
| Hayvan dışkısından elde edilen biyogaz (HDEB) (m$^3$ ton$^{-1}$) | 33 | 58 | 78 |
| Biyogazdan elde edilen elektrik enerjisi (BEE)(kWh m$^{-3}$) | 4.7 | 4.7 | 4.7 |

Teorik biyogaz parametrelerin hesaplanmasında kullanılan toplam biyogaz miktarı Eşitlik 1'de verilmiştir (Deniz, 1987; Akbulut ve Dikici, 2004; Ergür ve Okumuş, 2010; Öçal, 2013).

TBM=HS*YDÜM* HDEB …….(1)

TBM: Toplam biyogaz miktarı (m$^3$ yıl$^{-1}$)

HS : Hayvan sayısı (adet)

YDÜM: Yıllık dışkı üretim miktarı (ton yıl$^{-1}$)

HDEB: Hayvan dışkısından elde edilen biyogaz (m$^3$ ton$^{-1}$)

Toplam elektrik enerjisi miktarı Eşitlik 2'de verilmiştir (Deniz, 1987; Akbulut ve Dikici, 2004; Ergür ve Okumuş, 2010; Öçal, 2013).

TEM=TBM*BEE……(2)

TEM : Toplam elektrik enerjisi (kWh yıl$^{-1}$)

TBM: Toplam biyogaz miktarı (m$^3$ yıl$^{-1}$)

BEE: Biyogazdan elde edilen elektrik enerjisi (kWh m$^{-3}$)

## Bulgular ve Tartışma

Çorum ilinin ilçeler bazında, TUİK 2021 yılı hayvansal verilere göre, büyükbaş, küçükbaş, kanatlı ve toplam kullanılabilir gübre potansiyeli (1000 ton yıl$^{-1}$), biyogaz potansiyeli (1000 m$^3$ yıl$^{-1}$), üretilen enerji (GWh yıl$^{-1}$) belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çorum genelinde hayvan sayıları; 253.604 adet büyükbaş, 293.872 adet küçükbaş ve 3.672.400 adet kanatlıdan oluşmaktadır. İl genelinde maksimum hayvan sayıları; büyükbaş (59.473 adet), küçükbaş (69.756 adet) ve kanatlı (3.488.950 adet) için Merkezde meydana gelirken minimum hayvan sayıları ise büyükbaş (2.956 adet) Dodurga'da, küçükbaş (463 adet) ve kanatlı (600 adet) için Oğuzlar'da oluşmaktadır.

Kullanılabilir toplam gübre potansiyeli; 456.490 ton yıl$^{-1}$ büyükbaştan, 293.870 ton yıl$^{-1}$

küçükbaştan ve 79.98 ton yıl$^{-1}$ kanatlıdan meydana gelmektedir. En yüksek kullanılabilir toplam gübre potansiyeli; büyükbaş (107.050 ton yıl$^{-1}$), küçükbaş (6.350 ton yıl$^{-1}$) ve kanatlı (75.990 ton yıl$^{-1}$) için Merkezde meydana gelmiştir.

Çizelge 3. Çorum ili ve ilçe düzeyinde hayvansal atık kaynaklı biyogaz ve enerji değerleri

| İlçeler | Büyükbaş | | | | Küçükbaş | | | | Kanatlı | | | | Toplam | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hayvan Sayısı (1000 Adet) | Gübre Potansiyeli (1000 ton yıl$^{-1}$) | Biyogaz Potansiyeli (1000 m$^3$ yıl$^{-1}$) | Üretilen Enerji (GWh/ yıl$^{-1}$) | Hayvan Sayısı (1000 Adet) | Gübre Potansiyeli (1000 ton yıl$^{-1}$) | Biyogaz Potansiyeli (1000 m$^3$ yıl$^{-1}$) | Üretilen Enerji (GWh yıl$^{-1}$) | Hayvan Sayısı (1000 Adet) | Gübre Potansiyeli (1000ton yıl$^{-1}$) | Biyogaz Potansiyeli (1000 m$^3$ yıl$^{-1}$) | Üretilen Enerji (GWh yıl$^{-1}$) | Hayvan Sayısı (1000 Adet) | Gübre Potansiyeli (1000ton yıl$^{-1}$) | Biyogaz Potansiyeli (1000 m$^3$ yıl$^{-1}$) | Üretilen Enerji (GWh/ yıl$^{-1}$) |
| **Merkez** | 59.47 | 107.05 | 3532.7 | 16.60 | 69.76 | 6.35 | 368.2 | 1.73 | 3488.95 | 75.99 | 5927.2 | 27.86 | 3618.18 | 189.39 | 9828.0 | 46.19 |
| **Alaca** | 22.73 | 40.92 | 1350.3 | 6.35 | 23.51 | 2.14 | 124.1 | 0.58 | 15.48 | 0.34 | 26.3 | 0.12 | 61.72 | 43.39 | 1500.7 | 7.05 |
| **Bayat** | 15.73 | 28.32 | 934.4 | 4.39 | 13.17 | 1.20 | 69.5 | 0.33 | 8.41 | 0.18 | 14.3 | 0.07 | 37.31 | 29.70 | 1018.2 | 4.79 |
| **Boğazkale** | 6.00 | 10.79 | 356.2 | 1.67 | 4.55 | 0.41 | 24.0 | 0.11 | 1.22 | 0.03 | 2.1 | 0.01 | 11.77 | 11.24 | 382.3 | 1.80 |
| **Dodurga** | 2.96 | 5.32 | 175.6 | 0.83 | 3.49 | 0.32 | 18.4 | 0.09 | 4.09 | 0.09 | 6.9 | 0.03 | 10.54 | 5.73 | 201.0 | 0.94 |
| **Kargı** | 12.87 | 23.17 | 764.6 | 3.59 | 23.11 | 2.10 | 122.0 | 0.57 | 12.23 | 0.27 | 20.8 | 0.10 | 48.21 | 25.54 | 907.4 | 4.26 |
| **Laçin** | 5.86 | 10.54 | 347.9 | 1.64 | 11.21 | 1.02 | 59.2 | 0.28 | 13.27 | 0.29 | 22.5 | 0.11 | 30.34 | 11.85 | 429.6 | 2.02 |
| **Mecitözü** | 25.23 | 45.42 | 1498.8 | 7.04 | 22.80 | 2.07 | 120.3 | 0.57 | 7.43 | 0.16 | 12.6 | 0.06 | 55.46 | 47.65 | 1631.7 | 7.67 |
| **Ortaköy** | 5.37 | 9.67 | 319.1 | 1.50 | 7.42 | 0.68 | 39.2 | 0.18 | 12.81 | 0.28 | 21.8 | 0.10 | 25.6 | 10.62 | 380.0 | 1.79 |
| **Osmancık** | 26.03 | 46.86 | 1546.4 | 7.27 | 32.46 | 2.95 | 171.3 | 0.81 | 7.12 | 0.15 | 12.1 | 0.06 | 65.61 | 49.97 | 1729.8 | 8.13 |
| **Oğuzlar** | 3.65 | 6.57 | 216.8 | 1.02 | 0.46 | 0.04 | 2.4 | 0.01 | 0.60 | 0.01 | 1.0 | 0.001 | 4.71 | 6.62 | 220.2 | 1.04 |
| **Sungurlu** | 37.80 | 68.04 | 2245.4 | 10.55 | 55.16 | 5.02 | 291.1 | 1.37 | 25.51 | 0.56 | 43.3 | 0.20 | 118.47 | 73.62 | 2579.9 | 12.13 |
| **Uğurludağ** | 7.93 | 14.27 | 471.0 | 2.21 | 10.79 | 0.98 | 56.9 | 0.27 | 26.55 | 0.58 | 45.1 | 0.21 | 45.27 | 15.83 | 573.1 | 2.69 |
| **İskilip** | 21.97 | 39.54 | 1304.9 | 6.13 | 15.99 | 1.45 | 84.4 | 0.40 | 48.75 | 1.06 | 82.8 | 0.39 | 86.7 | 42.06 | 1472.1 | 6.92 |
| **Toplam** | 253.60 | 456.49 | 15.064.1 | 70.80 | 293.87 | 26.74 | 1551.1 | 7.29 | 3.672.40 | 79.98 | 6.238.8 | 29.32 | 4.219.88 | 563.21 | 22.854.0 | 107.41 |

Toplam biyogaz potansiyeli; 15.064.100 m$^3$ yıl$^{-1}$ büyükbaştan, 1.551.100 m$^3$ yıl$^{-1}$ küçükbaştan ve 6.238.800 m$^3$ yıl$^{-1}$ kanatlıdan meydana gelmektedir. İlçeler bazında maksimum toplam biyogaz potansiyeli; büyükbaş (3.532.700 m$^3$ yıl$^{-1}$), küçükbaş (6.350 m$^3$ yıl$^{-1}$) ve kanatlı (5.927.200 m$^3$ yıl$^{-1}$) için Merkezde oluşmuştur.

Toplam biyogazdan üretilen enerji; 70.80 GWh yıl$^{-1}$ büyükbaştan, 7.29 GWh yıl$^{-1}$ küçükbaştan ve 29.32 GWh yıl$^{-1}$ kanatlıdan meydana gelmektedir. İlçeler bazında biyogazdan üretilen maksimum enerji; büyükbaş (16.60 GWh yıl$^{-1}$), küçükbaş (1.73 GWh yıl$^{-1}$) ve kanatlı (27.86 GWh yıl$^{-1}$) için Merkezde iken biyogazdan üretilen minimum enerji ise büyükbaş (0.83 GWh yıl$^{-1}$) için Dodurga, küçükbaş (0.01 GWh yıl$^{-1}$) ve kanatlı (0.001 GWh yıl$^{-1}$) için Oğuzlar içesinde olmaktadır.

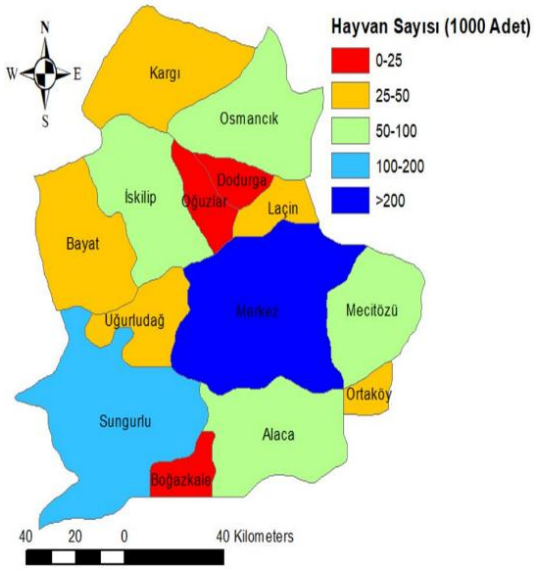
Çorum genelinde toplam hayvan sayısı (Büyükbaş+ Küçükbaş+ Kanatlı) 4.219.880 adet, tüm hayvanlardan (Büyükbaş+ Küçükbaş+ Kanatlı) oluşan; gübre potansiyeli miktarı 563.210 ton yıl$^{-1}$, biyogaz potansiyeli 22.854.00 m$^3$ yıl$^{-1}$ ve biyogazdan üretilen enerji 107.41 GWh yıl$^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Hayvansal atıklardan üretilebilecek teorik biyogaz potansiyelini; Karaca (2017) Hatay ilinin 15 milyon m$^3$ yıl$^{-1}$ olarak, Baran ve ark. (2017) Adıyaman ilinin 15 milyon m$^3$ yıl$^{-1}$ olarak, Karaca ve Öztürk (2017) Osmaniye ilinin 11 milyon m$^3$ yıl$^{-1}$ olarak, Çorum İli

yaklaşık 22.9 $m^3$ $yıl^{-1}$ olarak bulunmuştur. Çorum ili literatürle kıyaslandığında teorik biyogaz potansiyeli yüksek bulunmuştur.

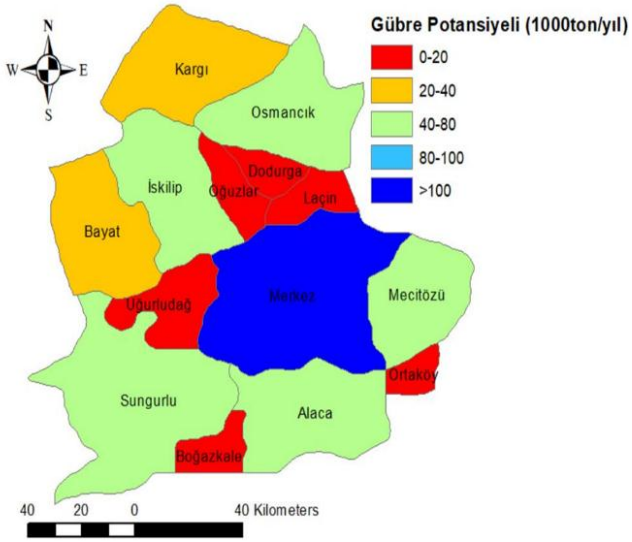
Biyogazdan elde edilebilecek enerji potansiyelini; Karaca (2017), Hatay ilinin 37.7 GWh $yıl^{-1}$ olarak, Baran ve ark. (2017) Adıyaman ilinin 70.5 GWh $yıl^{-1}$ olarak, Karaca ve Öztürk (2017), Osmaniye ilinin 27.8 GWh $yıl^{-1}$ olarak, Çorum ili 107.41 GWh $yıl^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Çorum ili biyogazdan üretilen enerji literatürle karşılaştırıldığında yüksek bulunmuştur. Üretilen biyogaz ve enerjinin yüksek olmasının sebebi Çorum ili hayvansal sayılarının diğer illerden fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Hayvan sayılarının sınıflandırılmasında 0-25 (1000 adet) düşük seviyeli, >200 (1000 adet)'den ise yüksek seviyeli bölge olarak belirlenmiştir. İl genelinde hayvan sayısı (Büyükbaş+ Küçükbaş+ Kanatlı) en yüksek merkezde meydana gelmiştir (Şekil 2).



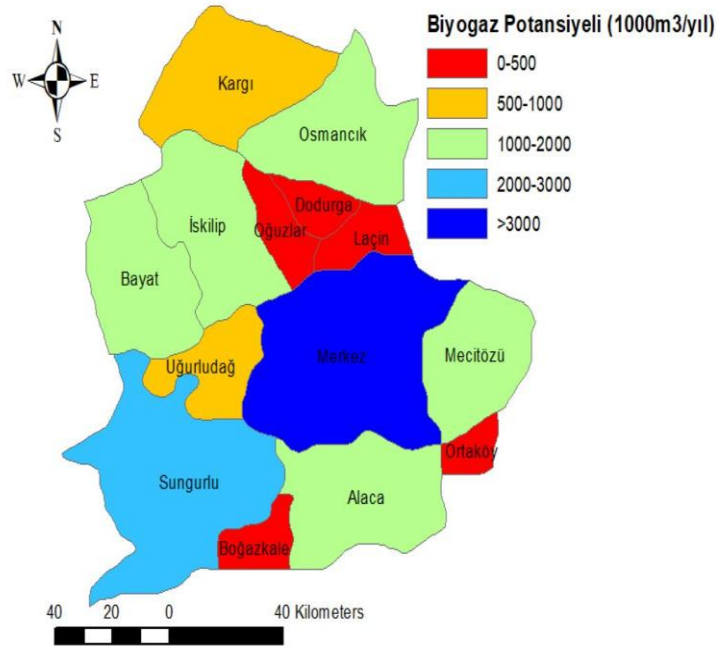

Şekil 2. Çorum ili ve ilçe düzeyinde hayvan sayıları dağılımı

Gübre potansiyellerinin sınıflandırılmasında 0-20 (1000 ton $yıl^{-1}$) düşük seviyeli, >100 (1000 ton $yıl^{-1}$) yüksek seviyeli bölge olarak belirlenmiştir. Maksimum gübre miktarı merkezde olup minimum gübre miktarı ise Boğazkale, Dodurga, Laçin, Oğuzlar, Ortaköy ve Uğurludağ'da olmuştur (Şekil 3).



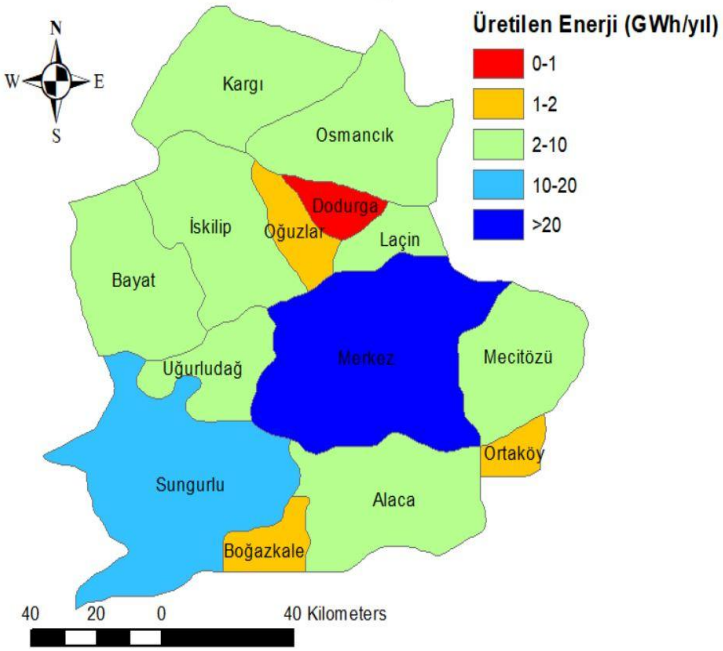

Şekil 3. Çorum ili ve ilçe düzeyinde gübre potansiyeli dağılımı

Biyogaz potansiyelleri 0-500, 500-1000, 1000-2000, 2000-3000 ve >3000 (1000 $m^3$ $yıl^{-1}$) aralıklarında oluşmuştur. En yüksek biyogaz potansiyeli merkezde (>3000) olurken bunu sırası ile Sungurlu (2000-3000) izlemektedir (Şekil 4).

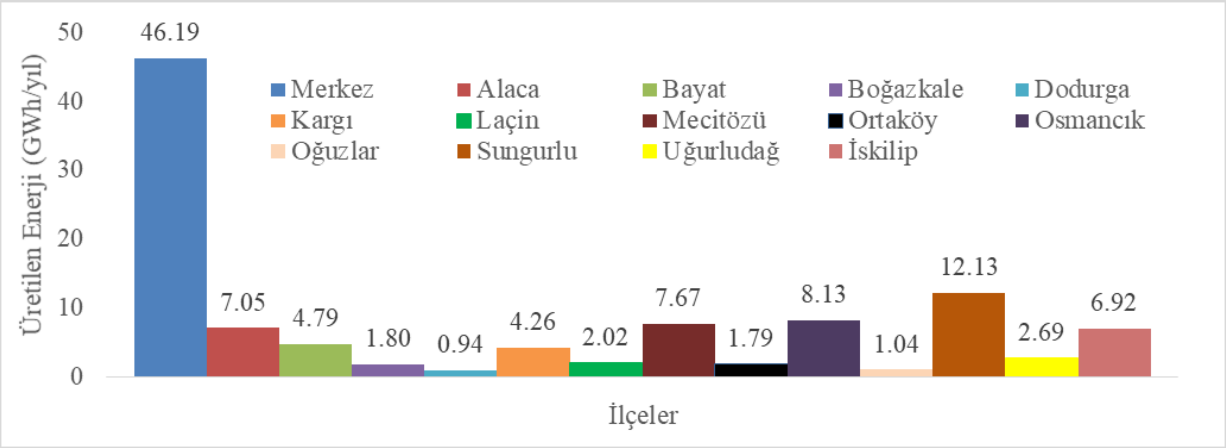



Şekil 4. Çorum ili ve ilçe düzeyinde biyogaz potansiyeli dağılımı

Biyogazdan üretilen enerji miktarlarının sınıflandırılmasında 0-1 (GWh $yıl^{-1}$) seviye en düşük, >20 (GWh $yıl^{-1}$) ise en yüksek seviye olarak belirlenmiştir. Maksimum üretilen enerji merkezde (>20), bunu sırası ile Sungurlu (10-20) izleyip en düşük ise Dodurga'da (0-1) meydana gelmiştir (Şekil 5, Şekil 6).




Şekil 5. Çorum ili ve ilçe düzeyinde üretilen enerji dağılımı




Şekil 6. Çorum ili ve ilçe düzeyinde üretilen enerji düzeyleri

## Sonuç ve Öneriler

TUİK 2021 hayvansal verilerine göre Çorum ilinde hayvansal atıkların toplam kullanılabilir gübre potansiyeli, biyogaz potansiyeli ve biyogazdan üretilen enerji (GWh $yıl^{-1}$) miktarının belirlenmesi ve sayısal haritalarının oluşturulması çalışmasında elde edilen sonuç ve öneriler kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Toplam hayvan sayısı (Büyükbaş+ Küçükbaş+ Kanatlı) 4.219.880 adet, tüm hayvanlardan (Büyükbaş+ Küçükbaş+ Kanatlı) oluşan; gübre potansiyeli miktarı 563.210 ton $yıl^{-1}$, biyogaz potansiyeli 22.854.00 $m^3$ $yıl^{-1}$ ve biyogazdan üretilen enerji 107.41 GWh $yıl^{-1}$ olarak belirlenmiştir.
- Maksimum enerji üretimi merkezde iken en düşük enerji üretimi ise Dodurga'da oluşmuştur.
- Enerji üretimi miktarları en yüksek (70.80 GWh $yıl^{-1}$) büyükbaşlardan olurken bunu sırasıyla kanatlı (29.32 GWh $yıl^{-1}$) ve küçükbaş (7.29 GWh $yıl^{-1}$) izlemektedir.
- En yüksek biyogaz potansiyeli merkezde (>3000) meydana gelmiştir.

Elde edilen bulgular ve değerlendirmeler sonucunda konuya ilişkin aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

- Çorum ili merkezinde büyükbaş hayvan ve kanatlı sayısının fazla olmasından dolayı hem büyükbaş hayvan gübresine hem de kanatlı gübresine yönelik biyogaz tesisi kurulabilir.
- Biyogaz tesisinin kurulmasıyla hem hayvansal gübrelerin bertaraf edilmesi, hem enerji elde edilmesi hem de anaeorobik fermantasyon sonucu oluşan çürüf materyalinin organik gübre olarak kullanılması sağlanabilir.
- Kontrolsüz şekilde depolanan hayvansal atıklarının biyogaz tesislerinde kullanılmasıyla atmosfere salınacak olan sera gazlarının önüne geçilebilir.
- Biyogaz tesislerinden elde edilecek olan enerji ile enerjide dışa bağımlılık azaltılabilir.

## Kaynaklar

Acaroğlu, M., 2007. Alternatif Enerji Kaynakları. Nobel Yayın No: 1253, 609s, Ankara.

Akbulut, A., Dikici, A., 2004. Elazığ ilinin biyogaz maliyet potansiyeli ve maliyet analizi, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 2(2): 36-41.

Akova, İ., 2008. Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Nobel Yayın No: 1294, 224s, Ankara.

Avcıoğlu, AO., Türker, U., Demirel Atasoy, Z., Koçtürk, D., 2011. Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler-Biyoyakıtlar. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. Yayın No: 72, Ankara.

Ay, Ö.F., Kaya, A., 2020. Kahramanmaraş İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(4), 2822-2830.

Aybek, A., Üçok, S., İspir, M.A., Bilgili, M.E., 2015a. "Türkiye'de kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarının biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenerek sayısal haritalarının oluşturulması". Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(3), 109-120,

Aybek, A., Üçok, S., İspir, M.A., Bilgili, M.E., 2015b. Kahramanmaraş ilinde bazı tarımsal atıkların biyogaz enerji potansiyelinin belirlenerek sayısal haritalarının oluşturulması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2).

Aybek, A., Üçok, S., 2017. Determination and evaluation of biogas and methane productions of vegetable and fruit wastes with Hohenheim Batch Test method. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 10(4), 207-215.

Anonim 2021. (https://corum.ktb.gov.tr/TR-58671/cografya.html). (Erişim: 01.02.2021).

Baran, M.F., Lüle, F., Gökdoğan, O., 2017. Adıyaman ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(3): 245–249

Bukvic, Z., Kralik, D., Tolisic, Z., 2002. Biomass Methane. Energy Efficiency and Agricultural Engineering. Conference Procedings, Volume 1, p 264-270. Rousse, Bulgaria.

Dağtekin, M., Aybek, A., Üçok, S., Beyaz, A. 2018. The effect of adding corn silage at different ratios to orange and tangerine wastes on Biogas Production Efficiency. Journal of Agricultural Sciences, 24(4), 531-538.

Deniz, Y., 1987. Türkiye'de Biyogaz Potansiyeli ve Biyogazın Sağlayacağı Yararlar, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. No:48

Ergür, S.H., Okumuş, F., 2010. Cost and Potential Analysıs of Biogas in Eskişehir, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15(2): 155-159

Fanchi, J. R., Fanchi, C. J., 2011. Energy in the 21st Century. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 5 Toh Tuck Link, Singapore 596224.

IEA, 2015. Key World Energy Statistics. International Energy Agency.

Karaca C, 2017. Hatay İlinin Hayvansal Gübre Kaynağından Üretilebilir Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1):34-39.

Karaca, C., Öztürk, H.H., 2017. Biogas Production Potential from Animal Manure in Osmaniye. International Advanced Researches & Engineering Congress,16-18 Kasım2017,Osmaniye.

Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk,Y., Kurt, R., 2011. Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19): 63-75.

Kapluhan, E., 2014. Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu. Marmara Coğrafya Dergisi, (30): 97-125.

Koç, E., Şenel., M.C., 2013. Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makine Dergisi, 54(639):32-44.

Mitzlaff, K., 1988. Engines for Biogas, A Publication of the Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien, GATE, A Division of the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Nagamani, B., Ramasamy, K., 2010. Biogas production technology: An Indian perspective. http://www.ias.ac.in/currsci/jul10/articles13.htm.

Toklu, E., Güney, M.S., Isik, M., Comakli, O., Kaygusuz, K. 2010: Energy Production, Consumption, Policies and Recent Developments in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14, 1172-1186.

TUİK,2021.https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr (Erişim: 01.02.2021).

Tunc, M., Camdali, U., Parmaksizoglu, C., 2006. Comparison of Turkey's Electrical Energy Consumption and Production with some European Countries and Optimization of Future Electrical Power Supply Investments in Turkey. Energy Policy 34, 50–59.

Öçal, F., 2013. Biyogaz enerjisi üretimi ve Eskişehir İli için uygulama, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Öztürk, H. H., 2008. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı. Teknik Yayınevi, 367s, Ankara.

Yokuş, İ., 2011. Sivas İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyeli, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Ensitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Yılmaz, M., 2012. Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2): 33-54.

Temiz, D. Gökmen, A. 2010. The importance of renewable energy sources in Turkey. International Journal Of Economics And Finance Studies, 2(2), 23-30.

Yarbay, R. Z., Güler, A. Ş., Yaman, E. 2011. Renewable energy sources and policies in Turkey. In 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11) (pp. 16-18).

Yüksel, I., 2010. Energy Production and Sustainable Energy Policies in Turkey. Renewable Energy 35, 1469 - 1476.