

# Mardin İlinin Hayvansal Gübre Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

Süleyman Atılğan<sup>1</sup>, Adem Yılmaz<sup>2\*</sup>

## ÖZ

Sera gazlarının salınımı ile küresel ısınma, yeryüzündeki normal döngüleri ve iklim koşullarını etkilemektedir. Bu nedenle hem normal döngüleri ve iklim koşullarını etkilemesi hem de fosil yakıtların azalması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Biyogaz kalkınmayı artırmak için önemli bir enerji kaynağıdır. Büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan gübrelerinden biyogaz üretilmesi, bu gübrelerin değerlendirilmesinin en iyi yollarından biridir. Bu araştırmanın amacı Mardin ilinde bulunan hayvansal gübrelerden oluşabilecek biyogaz üretim potansiyelini belirlemektir. Çalışmada Mardin ili genelinde bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanlarının sayıları Mardin İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2019 yılı verilerinden alınmış olup, 128.897 adet büyükbaş, 937.854 adet küçükbaş ve 1.974.809 adet kanatlı hayvanının varlığı tespit edilmiştir. Hesaplamalarda elde edilen verilere göre büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanlarından oluşabilecek yıllık gübre miktarı hesaplanmış ve 1.163.972,798 ton gübreden 56.778.608,24 m<sup>3</sup> biyogaz elde edilebileceği ve elde edilen biyogazdan yıllık 266.859.488,7 kWh elektrik enerjisi elde edilebileceği hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir enerji, biyogaz, biyogaz potansiyeli, hayvansal gübre, mardin

## Determination of Biogas Potential from Animal Manure in Mardin Province

### ABSTRACT

Greenhouse gas emissions and global warming affect normal cycles and climate conditions on earth. Thus, both the impact of normal cycles and climate conditions and the decline of fossil fuels lead to renewable energy sources. Biogas is a significant source of energy to increase development. Bovine and ovine manure biogas production is one of the best ways to evaluate this manure. The purpose of this research is to determine the biogas production potential that may occur from animal manures in Mardin province. In the study, the numbers of bovine, ovine and poultry animals in Mardin province were taken from the data of Mardin Provincial Directorate of Agriculture and Forestry in 2019, and the presence of 128.897 bovine, 937.854 ovine and 1.974.809 poultry animals were determined. In accordance with the data obtained in the calculations, annual manure amount that can occur from bovine, ovine and poultry animals has been calculated, and it has been calculated that 56.778.608,24 m<sup>3</sup> of biogas could be obtained from 1.163.972.798 tons of manure and 266.859.488,7 kWh of electrical energy could be obtained from the resulting biogas.

**Keywords:** Renewable energy, biogas, biogas potential, animal manure, mardin

\* İletişim Yazarı

Geliş/Received : 05.02.2021

Kabul/Accepted : 24.02.2021

<sup>1</sup> Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji Sistemleri ABD, Batman  
suleyman@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6943-0055

<sup>2</sup> Batman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Batman  
adem.yilmaz@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7266-0866

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Biogas is regarded as a considerable source of energy to increase development. Producing biogas from bovine and ovine ruminant is one of the best ways to utilize this manure. The purpose of the current study is to determine the biogas production potential that can be generated from animal manure in Mardin province. Producing biogas from animal manure is one of the best ways to utilize this manure. After animal manure is operated through certain processes; biogas is obtained, and electricity is produced from the obtained biogas. In this study, the annual amount of manure and biogas production that was likely to be formed from these manures was determined by taking into account the numbers of bovine, ovine and poultry animals in Mardin province, and the amount of electrical energy that can be produced from the resulting biogas was defined.

### Research Purpose

In this study, the numbers of bovine, ovine and poultry animals in Mardin province were taken from the 2019 data of Mardin Provincial Directorate of Agriculture and Forestry. Then, the distribution of animal livestock in Mardin province and its districts was analyzed. By regarding the numbers of bovine, ovine and poultry animals in the provinces and districts, the annual amount of manure and biogas production that may occur from these manures was determined, and the amount of electrical energy that can be produced from the resulting biogas was determined. A gas that occurs as a result of anaerobic fermentation of organic residues is called biogas. It is odorless, colorless, flammable and burns with a bright blue flame when burned. It is also lighter than air and holds a density of 0.83 against air. Its methane (CH<sub>4</sub>) ratio is 40-75% and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) ratio is 15-60%. It contains a small amount of hydrogen sulfide, carbon monoxide, nitrogen, ammonia, water vapor and oxygen. Between 40% and 60% of organic matter can be converted into biogas [17]. The amount of manure that can be generated from each bovine, ovine and poultry animal per year in biogas production is 3.6 tons, 0.7 tons and 0.022 tons, respectively. The annual amounts of biogas that are likely to be obtained from these manures are 33 m<sup>3</sup>, 58 m<sup>3</sup> and 78 m<sup>3</sup>, respectively [21]. The energy that can be obtained by burning 1 m<sup>3</sup> of biogas is equivalent to burning 3.47 kg of wood or 1.46 kg of coal. Electrical energy is also obtained from biogas energy. 4.7 kWh of electrical energy is obtained from 1 m<sup>3</sup> of biogas [22].

### Methods

According to the 2019 data of Mardin Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, there are 3.041.560 animals in total, comprised of 128.897 bovine, 937.854 ovine and 1.974.809 poultry animals throughout the province of Mardin [25]. Considering the bovine, ovine and poultry animals' manures in the province, the annual biogas amount that may be formed is calculated. It has been defined that a total of 56.778.608,24 m<sup>3</sup> of biogas can be produced annually, 15.312.963,6 m<sup>3</sup> from bovine, 38.076.872,4 m<sup>3</sup> from ovine and 3.388.772,244 m<sup>3</sup> from poultry animals throughout the province. It has been observed that biogas can be obtained mostly from ovine animals throughout the province of Mardin. Annual biogas potential amounts that can be generated from animal manures are also available in Adiyaman, Erzincan, Burdur, Batman, Kahramanmaraş, Denizli, Muş, Kırklareli, Adana, Çanakkale, Ankara and Iğdır provinces; however, the province with the highest biogas potential has been Ankara with an annual biogas potential of 101.232.020 m<sup>3</sup>, and the province with the lowest biogas potential has been Adiyaman with an annual biogas potential of 15.012.856 m<sup>3</sup>. The province of Mardin being considered in our research, has an annual biogas potential of 56.778.608 m<sup>3</sup>. Considering the bovine, ovine and poultry animals' wastes in the districts of the province, the annual amount of biogas that can be generated is calculated, and the annual electricity energy that can be produced from this biogas is calculated. It has been determined that 71.970.928,92 kWh of electrical energy can be obtained from bovine animals, 178.961.300,3 kWh from ovine animals and 15.927.229,55 kWh from poultry animals in the province of Mardin, which are 266.859.488,7 kWh in total. The presence of ovine animals in the province is a great potential with 67% to supply electrical energy.

### Conclusions

The reason for our country's external dependence is that it consumes almost 3 times more energy than it produces. In order to minimize external dependence and have a clean environment, we must increase our importance to renewable energy sources as a country. It is certainly that Biogas is a crucial source of energy to increase development and provide a clean environment. As a result of the research; it has been found that animal manure being investigated throughout the province is a prominent source of renewable energy. The biogas that can be produced from these manures will have a huge economic benefit. Annually 15.312.963 m<sup>3</sup> of biogas from 128.897 bovine animals, 38.076.872 m<sup>3</sup> from 937.854 ovine animals and 3.388.772 m<sup>3</sup> from 1.974.809 poultry animals can be obtained in the province of Mardin. Assuming that a person uses an average of 3 m<sup>3</sup> of biogas energy per day, it has been observed that a biogas plant to be established in Derik district with a population of 61.709 will meet the energy needs of 17.809 people per year, that is, 34% of the district's population. In case of establishing biogas facilities throughout the province, the energy requirements of 51.852 people from 3.041.560 animals will be met each year.



## 1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, sanayileşme ve nüfus artışıyla birlikte enerji tüketimi hızlı bir şekilde artmaktadır. Dünyadaki enerji ihtiyacının %80'i petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Dünyada bulunan enerji rezervlerin %33 petrol, %30 kömür, %24 doğal gaz, %7 hidroelektrik enerji, %4 nükleer enerji ve %2 diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıdır [1]. 2017 yılı verilerine göre dünyadaki petrol rezervleri tahmini olarak 1,7 trilyon varildir. Bu değer ortalama olarak 51 yıllık tüketim için yetmesi beklenmektedir. Türkiye'de ise ham petrol rezerv miktarı 7.167 milyar varil olduğu bilinmektedir [2]. Petrol, kömür ve doğalgaz santrallerinin kuruldukları bölgelerdeki tahribatlarla birlikte bütün dünyayı risk altına alan etkileri bulunmakta, kükürt dioksit, karbon dioksit, azot oksit ve toz fosil yakıtlar yakılırken atmosfere yayılmakta ve çevreyi kirletmektedir. Atmosfere yayılan karbon dioksit ve benzeri sera gazları tüm dünyayı tehdit etmekte ve küresel iklim değişikliğine neden olmaktadır [3]. Küresel ısınma ile birlikte kullanımda olan fosil yakıtları mümkün olduğu kadar az tüketmeliyiz. Bununla birlikte doğaya zarar vermeyen küresel ısınmaya yol açmayan enerjilere yönelmeliyiz.

Sürekliliğin sağlanabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunması zorunluluk haline gelmiştir [4]. Fosil yakıtların kullanılmasının önüne geçmek amacıyla biyokütle kullanımı büyük bir önem taşımaktadır. Biyogaz tesislerinin kurulması ile birlikte olabilecek enerji krizleri ve hayvansal gübrelerden meydana gelebilecek çevresel problemler de bertaraf edilebilecektir. Biyogaz tesisleri sera gazlarının salınımını önemli bir ölçüde azalttığından daha sağlıklı bir yaşam alanı oluşturmaktadır. Hayvan atıklarından biyogaz üretilmesi, bu atıkların değerlendirilmesinin en iyi yollarından biridir. Hayvansal atıklar belirli işlemlere alındıktan sonra biyogaz üretimi için uygun bir kaynak olarak görülmekte ve üretilen bu biyogazdan elektrik üretimi önemli bir enerji kaynağını oluşturmaktadır [5]. Bu çalışmada Mardin ilinde bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları ele alınarak oluşabilecek yıllık gübre miktarı ile bu gübrelerden oluşabilecek biyogaz üretim miktarı belirlenmiş olup, elde edilen biyogazdan üretilebilecek elektrik enerjisi miktarı belirlenmiştir.

M. F. Baran ve ark. 2017 yılında yaptıkları çalışmada Adıyaman ilinin hayvansal atıklarından elde edilebilecek enerji potansiyelini araştırmışlardır. Adıyaman ilindeki 81.733 adet büyükbaş hayvandan  $6.473.253,60 \text{ m}^3\text{yıl}^{-1}$ , 305.724 adet küçükbaş hayvandan  $8.274.929,60 \text{ m}^3\text{yıl}^{-1}$  ve 231.358 adet kanatlı hayvandan  $264.673,50 \text{ m}^3\text{yıl}^{-1}$  biyogaz enerjisi elde edilebilecektir. Bu biyogaz enerjisinden de  $70.560.426,49 \text{ kWh/yıl}^{-1}$  elektrik enerjisi elde edilebileceğini hesaplamışlardır [6]. S. Kocabey 2019 yılında yaptığı çalışmada Balıkesir ilindeki hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelini belirlemiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Balıkesir ilinde bulunan 538.682 adet büyükbaş hayvandan  $199.833.612 \text{ m}^3\text{yıl}^{-1}$ , 1.189.854 adet küçükbaş

hayvandan 23.158.298 m<sup>3</sup>yıl<sup>-1</sup> ve 33.218.109 adet kümes hayvanından 167.122.800 m<sup>3</sup>yıl<sup>-1</sup> biyogaz enerjisi elde edilebileceğini ve bu enerjilerin elektrik enerjisine dönüştürülmesi halinde 893.363 kWh/yıl elektrik enerjisi elde edilebileceğini tespit etmiştir [7]. İ. Doruk ve A. Bozdeveci 2017 yılında yaptıkları çalışmada Denizli ilinin kırsal kesimlerinde hayvansal kaynaklı atıklardan oluşabilecek biyogaz potansiyelini araştırmışlardır. Denizli ilindeki 233.569 adet büyükbaş hayvandan günlük 81.759 m<sup>3</sup> 654.797 adet küçükbaş hayvandan günlük 98.220 m<sup>3</sup> ve 3.481.736 adet kanatlı hayvandan günlük 12.256 m<sup>3</sup> biyogaz elde edilebileceği hesaplanmıştır. Bu biyogazdan yıllık 329 milyon kWh-1 elektrik enerjisi elde edilebileceği bulunmuştur [8]. S. Altıkat ve A. Çelik 2011 yılında yaptıkları çalışmada Iğdır ilinin hayvansal kaynaklı biyogaz potansiyelini araştırmışlardır. Yapılan araştırmalar sonucunda Iğdır ilinde bulunan 84.484 büyükbaş, 502.177 küçükbaş ve 144.450 kanatlı hayvandan toplamda yıllık 21.441 milyon m<sup>3</sup> biyogaz ve bu biyogazdan da 100 milyon kWh elektrik enerjisi elde edilebileceğini hesaplamışlardır [9].

G.H. Çağlayan ve N.N. Koçer 2014 yılında yaptıkları çalışmada Muş ilindeki hayvan potansiyelinin değerlendirilerek biyogaz üretimini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada Muş ilinde bulunan 208.882 adet büyükbaş hayvandan 24.815.181 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz 1.209.979 adet küçük hayvandan ise 49.125.147 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz enerjisi elde edilebileceğini hesaplamışlardır [10]. H.N. Poyraz ve ark. 2020 yılında yaptıkları çalışmada Kayseri ilindeki büyükbaş hayvan atıklarından oluşabilecek biyogaz potansiyelini araştırmışlar. Yapılan araştırmada 31.915 büyükbaş hayvandan 2.134.638 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz edilebileceğini hesaplamışlardır [11]. N.N. Koçer ve G. Kurt 2013 yılında yaptıkları çalışmada Malatya ilinde bulunan hayvan potansiyelini ve bu hayvan atıklarından biyogaz üretim potansiyelini araştırmışlardır. Malatya ilinde bulunan 125.824 büyükbaş, 249.191 küçükbaş ve 1.757.442 kanatlı hayvandan 31.990.425 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz elde edilebileceğini hesaplamışlardır [12]. E. Kalaycı ve ark. 2019 yılında yaptıkları çalışmada Kırklareli ilinin hayvansal atıklarından biyogaz üretim potansiyelini hesaplamışlardır. Yapılan çalışmada 148.123 adet büyükbaş, 534.890 adet küçükbaş ve 586.403 adet kanatlı hayvan atığından toplam 86.503.832 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz elde edilebileceğini hesaplamışlardır. Bu tür çalışmaların desteklenmesi ve teknolojilerini geliştirilmesinin önemine vurgu yapmışlardır [13]. C. Karaca 2017 yılında yaptığı çalışmada Hatay ilinin hayvansal gübre kaynağından üretilebilecek biyogaz potansiyelini hesaplamıştır. Yapılan çalışmada Hatay ilinde bulunan 88.050 adet süt sığırdı ve 339.080 adet yumurta tavuğundan toplam 14.943.719 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz elde edilebileceğini hesaplamıştır. Yapılan ve buna benzer çalışmalarını destekleyen projelerin olması halinde ekonomiye büyük katkıların sağlanabileceğini belirtmişlerdir [14].

M.E. Yıldız, Ö. Çağırtekin ve A. Yılmaz 2019 yılında yaptıkları çalışmada Batman ilinde bulunan organik atıklarından oluşabilecek biyogaz potansiyelini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada Batman ilinde bulunan organik atıklardan yıllık 42.246.925 m<sup>3</sup>



biyogaz elde edilebileceğini hesaplamışlardır. Ayrıca Batman ilindeki 107.374 adet büyükbaş hayvandan 634.949 m<sup>3</sup>/gün, 719.919 adet küçükbaş hayvandan 80.078 m<sup>3</sup>/gün ve 152.792 adet kanatlı hayvandan 718 m<sup>3</sup>/gün biyogaz enerjisi elde edilebileceği ve bu enerjiden de 544.000 kWh/gün elektrik enerjisi elde edilebileceğini hesaplamışlardır [15]. A. Yılmaz 2019 yılında Türkiye’de biyogaz üretimi ve kurulu santrallerin ürettiği elektrik enerjisini araştırmıştır. Yapılan çalışmada 2017 yılı itibarıyla Türkiye’de 122 adet lisanslı ve kurulu 634,2 MW gücünde yenilenebilir atık enerji santrallerinin olduğunu tespit etmiştir [16].

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Mardin ilinde bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanlarının sayıları Mardin İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2019 yılı verilerinden alınmıştır. Daha sonra Mardin ili ve ilçelerinin hayvan varlığı dağılımı analiz edilmiştir. İl ve ilçelerde bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları ele alınarak oluşabilecek yıllık gübre miktarı ile bu gübrelerden oluşabilecek biyogaz üretim miktarı belirlenmiş olup, elde edilen biyogazdan üretilebilecek elektrik enerjisi miktarı belirlenmiştir.

### 2.1. Biyogaz

Organik atık maddelerin anaerobik fermantasyonu sonucu ortaya çıkan gazı biyogaz denir. Kokusuz, renksiz, yanıcı ve yandığında parlak mavi alevle yanan bir gazdır. Havadan hafif ve havaya karşı yoğunluğu 0,83’tür. Birleşiminin metan (CH<sub>4</sub>) oranı %40-75 ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) oranı ise %15-60’lardadır. İçeriğinde az miktarda hidrojen sülfür, karbon monoksit, azot, amonyak, su buharı ve oksijen bulunmaktadır. Organik maddelerin %40 ile %60 arası miktarı biyogaza dönüştürülebilmektedir [17].

Anaerobik fermantasyon ortamının sıcaklığına göre gruplara ayrılmaktadır. Fermantas-

**Tablo 1.** Biyogazın Temel Birleşenleri [17]

Bileşen Adı	Hacimsel Oranı	Birim
Metan (CH <sub>4</sub> )	40-75	%
Karbondioksit (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	ppm
Hidrojen Sülfür (H <sub>2</sub> S)	0-5000	ppm

yon 5-25°C arasındaki sıcaklıklarda sakrofobik, 30-40°C arasındaki sıcaklıklarda mezofilik ve 50-62 °C arasındaki sıcaklıklarda ise termofilik fermantasyon olarak adlandırılır [18].

Metan gazı en kötü sera gazlarından biri olduğu bilinmektedir. Sera gazlarının azaltılması gerektiğinden biyogazın kullanılması ve üretilmesi hem ekonomik hem de insan sağlığı açısından önemlidir. Biyogaz üretildikten sonra geriye kalan atık madde, kokusuz ve kullanıma daha elverişli bir gübre olmaktadır. Hem çevreci hem ucuz olarak atıkların değerlendirilmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla ülkemizde ve dünyada hayvancılığın gelişmesi yönünde teşvik edici bir unsur haline gelmektedir. Kalkınmaya katkısının olduğu apaçık ortada ve ülkelerin dışarıya olan enerji bağımlılığını azaltmaktadır [19]. Biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan günlük atık miktarlarının hesaplanması büyükbaş hayvanlar için toplam ağırlığının %5'i ile %6'sı kadarı, küçükbaş hayvanlar için toplam ağırlığının %4'ü ile %5'i kadarı ve kümes hayvanları için toplam ağırlığının %3'ü ile %4'ü kadarı dikkate alınmaktadır [20].

Hayvan ağırlığı bazında üretilebilecek günlük ve yıllık yaş gübre miktarları verilerine göre yıllık her büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvandan oluşabilecek atık miktarı sırasıyla 3,6 ton, 0,7 ton ve 0,02 ton'dur. Bu verilere göre 1 ton yaş gübreden yıllık elde edilebilecek biyogaz miktarı ise sırasıyla 33 m<sup>3</sup>, 58 m<sup>3</sup> ve 78 m<sup>3</sup>'tür [21].

**Tablo 2.** Kabullerde Kullanılan Ortalama Yaş Gübre ve Biyogaz Üretim Değerleri [21]

Hayvan Türü	Yıllık Ortalama Yaş Gübre Miktarı (Ton)	1 Ton Yaş Gübreden Yıllık Ortalama Biyogaz Potansiyeli (m <sup>3</sup> )
Büyükbaş	3,6	33
Küçükbaş	0,7	58
Kanatlı	0,02	78

1 m<sup>3</sup> biyogazın yakılmasıyla elde edilebilecek enerji ile 3,47 kg odunun veya 1,46 kg kömürün yakılması eşdeğerdir. Biyogaz enerjisinden elektrik enerjisi de elde edilmektedir. 1 m<sup>3</sup> biyogazdan 4,7 kWh elektrik enerjisi elde edilir [22].

Biyogaz temel olarak Hidroliz, Asit Oluşturma ve Metan Oluşumu olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. mikroorganizmaların salgıladıkları enzimler ile çözünür halde bulunmayan maddelerin parçalaması ilk aşamayı oluşturur. Organik maddeleri aside,

**Tablo 3.** 1 m<sup>3</sup> Biyogazdan Elde Edilebilecek Farklı Enerji Eşdeğerleri [22]

	Elektrik	Gaz	Motorin	Butan	Propan	Kömür	Odun
1 m <sup>3</sup> Biyogaz	4,7 kWh	0,62 L	0,66 L	0,43 kg	0,25 m	1,46 kg	3,47 kg



hidrojene ve karbondioksit gibi küçük yapılı maddelere dönüşmeleri ikinci aşamadır. Üçüncü aşamada ise  $CH_4$  ve  $CO_2$ , az miktarlarda  $N_2$  ve  $O_2$  gazları oluşmaktadır [23].

## 2.2 Çalışma Alanı

Mardin ili Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Dicle Bölümünde yer almakta ve yüzölçümü  $8.779 \text{ km}^2$ 'dir.  $39^\circ56'$  -  $42^\circ54'$  doğu boylamları ve  $36^\circ55'$  -  $38^\circ51'$  kuzey enlemle-

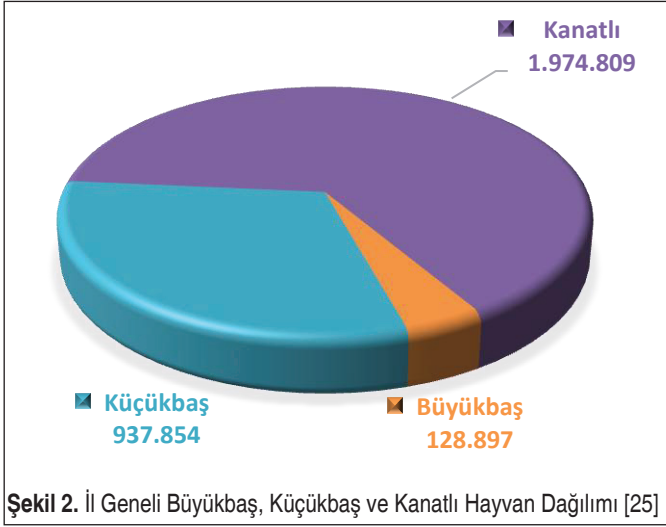


ri arasında olan Mardin, Yukarı Mezopotamya bölgesinde yer almaktadır. Kuzeyinde Batman ve Diyarbakır illeri, batısında Şanlıurfa ili, doğusunda Şırnak ili, kuzeydoğusunda Siirt ili bulunmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Dicle Bölümü'nde yer alır. Suriye ile sınır komşusudur. Artuklu, Dargeçit, Derik, Kızıltepe, Mazıdağı, Midyat, Nusaybin, Ömerli, Savur ve Yeşilli olmak üzere 10 ilçesi vardır. 2019 yılı sonu il nüfusu 838.778'dir [24]. İl genelinde karasal iklim özellikleri görülmektedir. İlde tarım faaliyetleri ve hayvan yetiştiriciliği yoğundur.

## 2.3 Hayvansal Veriler

Mardin İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün 2019 yılı verilerine göre Mardin ili genelinde 128.897 adet büyükbaş, 937.854 adet küçükbaş ve 1.974.809 adet kanatlı hayvan olmak üzere toplam 3.041.560 adet hayvan bulunmaktadır [25].

Tablo 4'te görüldüğü gibi il genelinde en fazla büyükbaş hayvanın bulunduğu ilçe 62.549 adet ile Derik, en az büyükbaş hayvanın bulunduğu ilçe ise 1.340 adet ile



**Tablo 4.** İlçelerde Bulunan Büyükbaş, Küçükbaş ve Kanatlı Hayvan Sayıları [25]

	Büyükbaş Hayvan	Küçükbaş Hayvan	Kanatlı Hayvan
Artuklu	6.355	102.980	533.687
Dargeçit	9.150	43.677	6.291
Derik	62.549	296.650	14.299
Kızıltepe	7.000	58.000	354.592
Mazıdağı	10.426	134.846	14.307
Midyat	15.862	57.319	618.589
Nusaybin	7.098	100.648	56.750
Ömerli	2.787	28.124	12.164
Savur	6.330	73.259	8.890
Yeşilli	1.340	42.351	355.240
<b>Toplam</b>	<b>128.897</b>	<b>937.854</b>	<b>1.974.809</b>

Yeşilli ilçesidir. En fazla küçükbaş hayvanın bulunduğu ilçe 296.650 adet ile Derik, en az küçükbaş hayvanın bulunduğu ilçe ise 28.124 adet ile Ömerli ilçesidir. En fazla kanatlı hayvanın bulunduğu ilçe 618.589 adet ile Midyat, en az kanatlı hayvanın bulunduğu ilçe ise 6.291 adet ile Dargeçit ilçesidir [25].





## 2.4 Teorik Analiz

Atık miktarı, biyogaz üretim miktarı ve elektrik üretim miktarlarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$YAM=(HS \times HYÜM) \quad (1)$$

Eşitlik 1’de; YAM: Yıllık Atık Miktarı, HS: Hayvan Sayısı, Hayvan Başına Yıllık Üretim Miktarı

$$YBM=(YAM \times BDO) \quad (2)$$

Eşitlik 2’de; YBM: Yıllık Biyogaz Miktarı, YAM: Yıllık Atık Miktarı, BDO: Biyogaz Dönüşüm Oranı

$$YEM=(YBM \times EDO) \quad (3)$$

Eşitlik 3’de; YEM: Yıllık Elektrik Miktarı, YBM: Yıllık Biyogaz Miktarı, EDO: Elektrik Dönüşüm Oranı

## 2.5 Hayvanlardan Elde Edilebilecek Gübre Potansiyeli

İlde bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları dikkate alınarak oluşabilecek yıllık gübre miktarları hesaplanarak Tablo 5’te gösterilmiştir. Eşitlik 1 kullanılarak il genelinde toplam 1.163.972,978 ton atığın oluşabileceği tespit edilmiş ve hesaplamalara göre en fazla gübre oluşabilecek ilçe Derik, en az gübre oluşabilecek ilçenin Ömerli olduğu görülmüştür. En fazla büyükbaş ve küçükbaş hayvan atığının oluşabileceği ilçe Derik, en fazla kanatlı hayvan atığının oluşabileceği ilçenin Midyat olduğu hesaplanmıştır.

**Tablo 5.** İlçelerde Bulunan Hayvanlardan Oluşabilecek Yıllık Gübre Miktarı (ton)

	Büyükbaş Hayvan	Küçükbaş Hayvan	Kanatlı Hayvan	Toplam
Artuklu	22.878	72.086	11.741,1	106.705,114
Dargeçit	32.940	30.573,9	138,4	63.652,302
Derik	225.176,4	207.655	314,5	433.145,978
Kızıltepe	25.200	40.600	7.801	73.601,024
Mazıdağı	37.533,6	94.932,2	314,7	132.240,554
Midyat	57.103,2	40.123,3	13.608,9	110.835,458
Nusaybin	25.552,8	70.453,6	1.248,5	97.254,9
Ömerli	10.033,2	19.686,8	267,6	29.987,608
Savur	22.788	51.281,3	195,5	74.264,88
Yeşilli	4.824	29.645,7	7.815,2	42.284,98
<b>Toplam</b>	<b>464.029,2</b>	<b>656.497,8</b>	<b>43.445,798</b>	<b>1.163.972,798</b>

## 2.6 Biyogaz Üretim Potansiyeli

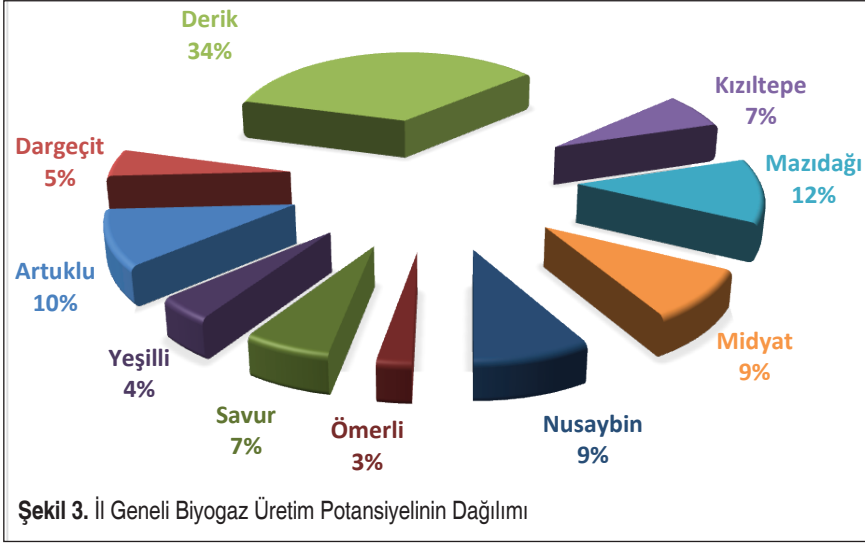
İlde bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan gübreleri dikkate alınarak oluşabilecek yıllık biyogaz miktarı hesaplanarak Tablo 6'da gösterilmiştir. Eşitlik 2 kullanılarak il genelinde büyükbaş hayvanlardan 15.312.963,6 m<sup>3</sup>, küçükbaş hayvanlardan 38.076.872,4 m<sup>3</sup> ve kanatlı hayvanlardan 3.388.772,244 m<sup>3</sup> olmak üzere yıllık toplam 56.778.608,24 m<sup>3</sup> biyogaz oluşabileceği tespit edilmiştir. Mardin ili genelinde biyogazın en fazla küçükbaş hayvanlardan elde edilebileceği görülmüştür.

**Tablo 6.** İlçelerde Bulunan Hayvanlardan Oluşabilecek Yıllık Biyogaz Miktarı (m<sup>3</sup>)

	Büyükbaş Hayvan	Küçükbaş Hayvan	Kanatlı Hayvan	Toplam
Artuklu	754.974	4.180.988	915.806,892	5.851.768,892
Dargeçit	1.087.020	1.773.286,2	10.795,356	2.871.101,556
Derik	7.430.821,2	12.043.990	24.537,084	19.499.348,25
Kızıltepe	831.600	2.354.800	608.479,872	3.794.879,872
Mazıdağı	1.238.608,8	5.474.747,6	24.550,812	6.737.907,212
Midyat	1.884.405,6	2.327.151,4	1.061.498,724	5.273.055,724
Nusaybin	843.242,4	4.086.308,8	97.383	5.026.934,2
Ömerli	331.095,6	1.141.834,4	20.873,424	1.493.803,424
Savur	752.004	2.974.315,4	15.255,24	3.741.574,64
Yeşilli	159.192	1.719.450,6	609.591,84	2.488.234,44
<b>Toplam</b>	<b>15.312.963,6</b>	<b>38.076.872,4</b>	<b>3.388.772,244</b>	<b>56.778.608,24</b>

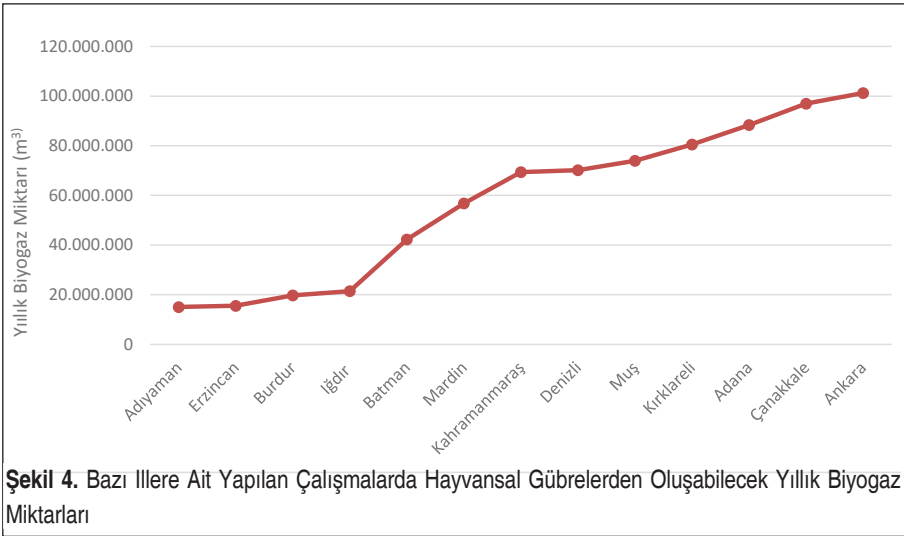
İlçeler bazında bakıldığında en fazla biyogaz üretim potansiyeline sahip olan ilçe %34 ile Derik ilçesi olup, ardından %12 ile Mazıdağı, %10 ile Artuklu, %9 ile Midyat ve Nusaybin, %7 ile Kızıltepe ve Savur, %5 ile Dargeçit, %4 ile Yeşilli ve %3 ile Ömerli ilçeleri geldiği Şekil 3'te görülmektedir. Derik ilçesinin önemli bir biyogaz potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir.

Adıyaman, Erzincan, Burdur, Batman, Kahramanmaraş, Denizli, Muş, Kırklareli, Adana, Çanakkale, Ankara ve Iğdır illeri için hayvansal gübrelerden oluşabilecek yıllık biyogaz potansiyel miktarları grafik halinde Şekil 4'de gösterilmiştir. Anılan iller arasında en fazla biyogaz potansiyeline sahip il yıllık 101.232.020 m<sup>3</sup> ile Ankara, en az biyogaz potansiyeline sahip il ise yıllık 15.012.856 m<sup>3</sup> biyogaz potansiyeli ile



Adıyaman ili olmuştur. Araştırmamızda ele aldığımız Mardin ili ise yıllık 56.778.608 m<sup>3</sup> biyogaz potansiyeline sahiptir.

Adıyaman, Erzincan, Burdur, Batman, Kahramanmaraş, Denizli, Muş, Kırklareli, Adana, Çanakkale, Ankara ve Iğdır illeri için yapılan çalışmalar ve elde edilen verilere göre hayvansal gübrelerden oluşabilecek yıllık biyogaz potansiyel miktarları Tablo 7’de gösterilmiştir.



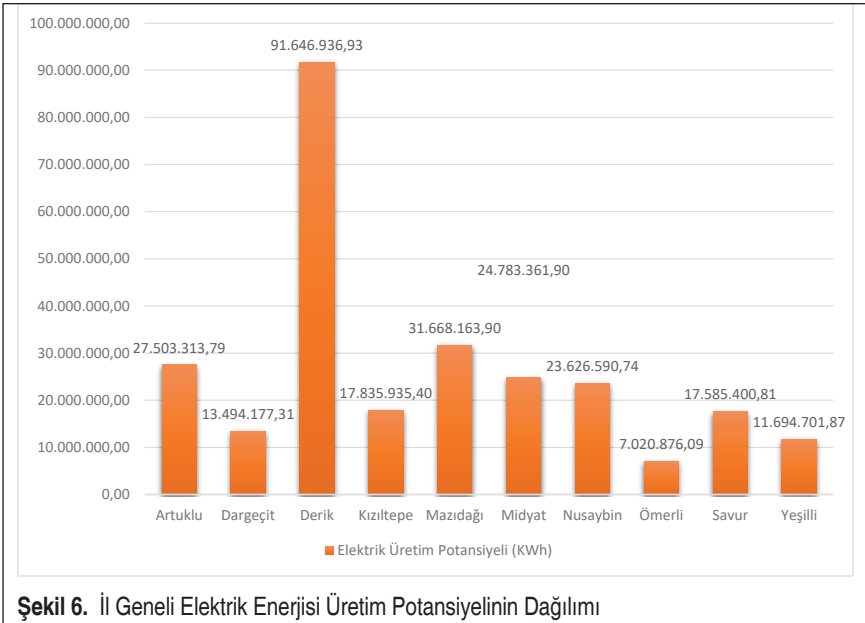
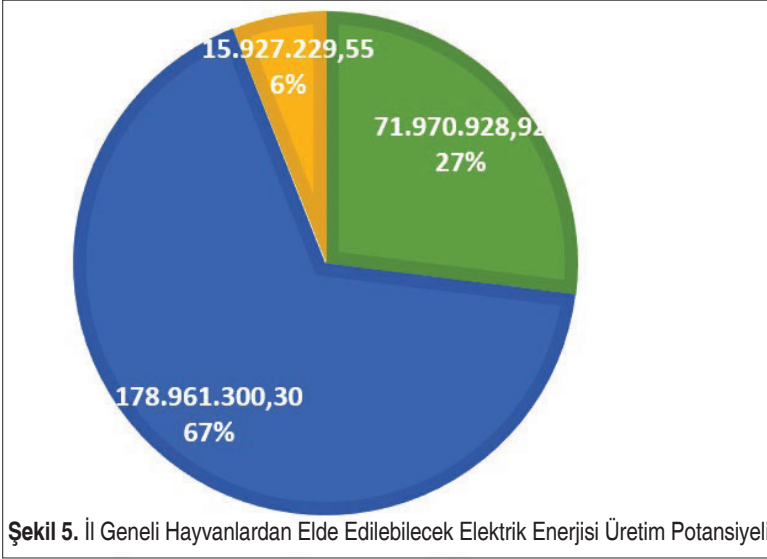
**Tablo 7.** Bazı illere Ait Yapılan Çalışmalarda Hayvansal Gübrelerden Oluşabilecek Yıllık Biyogaz Miktarları

No	Çalışmayı Yapanlar	Yapılan Çalışma	Yıl	Sonuç	Kaynak
1	Baran ve ark.	Adıyaman İlinin Hayvansal Gübrelerden Elde Edilebilecek Enerji Potansiyeli	2017	15.012.856 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[6]
2	Kurnuç Seyhan ve Badem	Erzincan İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması	2018	15.511.011 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[30]
3	Sertaç Görgülü	Burdur İlinin Hayvansal ve Bazı Tarımsal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi	2019	19.723.920 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[29]
4	Altıkat ve Çelik	İğdır İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli	2011	21.441.000 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[9]
5	Yıldız ve ark.	Organic Material Potential And Energy Analysis For Biogas Application Of Batman	2019	42.246.925 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[15]
6	Atılğan ve Yılmaz	Mardin İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi	2021	56.778.608 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	
7	Ay ve Kaya	Kahramanmaraş İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli	2020	69.378.737 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[31]
8	Doruk ve Bozdeveci	Denizli İlinin Kırsal Kesimlerinde Hayvansal Kaynaklı Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi	2017	70.165.775 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[8]
9	Çağlayan ve Koçer	Muş İlinde Hayvan Potansiyelinin Değerlendirilerek Biyogaz Üretimine Araştırılması	2014	73.940.378 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[10]
10	Kalaycı ve ark.	Kırklareli İlinin Hayvansal Atık Potansiyelinin Biyogaz Üretimi Çerçevesinde Değerlendirilmesi ve Güncel Yapının Yorumlanması	2019	80.503.832 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[13]
11	Yağlı ve Koç	Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Adana İli Örnek Hesaplama	2019	88.367.417 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[28]
12	Rüştü İgar	Hayvan Varlığına Göre Çanakkale Biyogaz Potansiyelinin Tespitine Yönelik Bir Çalışma	2016	96.934.753 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[26]
13	Şenol ve ark.	Biyogaz Üretimi İçin Ankara'nın Başlıca Organik Atık Kaynakları	2017	101.232.020 m <sup>3</sup> yıl <sup>-1</sup>	[27]



## 2.7 Elektrik Üretim Potansiyeli

İlin ilçelerinde bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan atıkları dikkate alınarak oluşabilecek yıllık biyogaz miktarı hesaplandıktan sonra bu biyogazdan üretilebilecek yıllık elektrik enerjisi miktarı hesaplanarak grafik halinde Şekil 4'te gösterilmiştir.



Eşitlik 3 kullanılarak il genelinde büyükbaş hayvanlardan 71.970.928,92 kWh, küçükbaş hayvanlardan 178.961.300,3 kWh ve kanatlı hayvanlardan ise 15.927.229,55 kWh olmak üzere toplam 266.859.488,7 kWh elektrik enerjisi elde edilebileceği tespit edilmiştir. İldeki küçükbaş hayvanların varlığı elektrik enerjisi elde edilmesi için %67 ile büyük bir potansiyeldir.

İlçeler bazında elektrik enerjisi üretim potansiyeline bakıldığında biyogaz üretim potansiyeli ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. En fazla yıllık elektrik enerjisi üretim potansiyeli olan ilçe 91.646.936,93 kWh ile Derik ilçesi, en az yıllık elektrik enerjisi üretim potansiyeli olan ilçe ise 7.020.87,09 kWh ile Ömerli ilçesidir. İlçeler bazında elektrik enerjisi üretim potansiyelinin dağılımı grafik haline getirilerek Şekil 5'te gösterilmiştir.

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizin dışa bağımlılığının sebebi ürettiği enerjinin neredeyse 3 katını tüketmesidir. Dışa bağımlılığı en aza indirmek ve temiz bir çevre için ülke olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına verdiğimiz önemi artırmalıyız. Biyogaz kalkınmayı artırmak ve temiz bir çevre için önemli bir enerji kaynağıdır. Araştırma sonucunda il genelinde bulunan hayvansal atıkların önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Bu gübrelerden üretilebilecek biyogaz büyük bir ekonomik fayda sağlayacaktır. Mardin ilinde ortalama 128.897 büyükbaş hayvandan yıllık 15.312.963 m<sup>3</sup>, 937.854 adet küçükbaş hayvandan yıllık 38.076.872 m<sup>3</sup> ve 1.974.809 kanatlı hayvandan yıllık 3.388.772 m<sup>3</sup> biyogaz sağlanabilmektedir. Bir kişinin günlük ortalama 3 m<sup>3</sup> biyogaz enerjisi kullandığını varsayarsak, 61.709 nüfusu olan Derik ilçesinde kurulacak bir biyogaz tesisinin yıllık 17.809 kişinin yani ilçe nüfusunun %34'ünün enerji ihtiyacını karşılayacağı görülmüştür. İl genelinde ise biyogaz tesisleri kurulması durumunda 3.041.560 adet hayvandan yıllık 51.852 kişinin enerji ihtiyacı karşılanabilecektir.

### KAYNAKÇA

1. **Koç, E., Kaya, K.** 2015. "Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu", Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 668, s. 36-47. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muhendismakina/issue/54338/736171>
2. **Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y., Uğurlu, İ.** 2018. "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi", Mühendis ve Makine, cilt 59, sayı 692, s. 86-114. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muhendismakina/issue/48388/614281>
3. **Altun, Y., İşleyen, Ş.** 2018. "Bazı OECD Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimine Yönelim Üzerine Ampirik Bir Çalışma", Atatürk Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22 (3) , 1577-1590 . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunisosbil/issue/39594/413159>



4. **Yılmaz, A., Ünvar, S., Koca, T. ve Koçer, A.** 2017. “Türkiye’de Biyogaz Üretimi ve Biyogaz Üretimi İstatistik Bilgileri”, *Technological Applied Sciences*, cilt 12, sayı 4, s.218-232. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsatecapsci/issue/31523/339927>
5. **Tolay, M., Karadeniz, H.Y., Yardımcı, S. ve Reiter, R.** 2008. “Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretimi”, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES, İstanbul. <http://www.solar-academy.com/menus/hayvansal-atiklardan-biyogaz-uretimi.014830.pdf>
6. **Baran, M. F., Lüle, F. ve Gökdoğan, O.** 2017. “Adıyaman İlinin Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Enerji Potansiyeli”, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 4 (3): 245–249. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/328182>
7. **Kocabey, S.** 2019. “Balıkesir İli İçin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 17, S. 234-243*. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/841309>
8. **Doruk, İ. ve Bozdeveci, A.** 2017. “Denizli İlinin Kırsal Kesimlerinde Hayvansal Kaynaklı Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi”, *İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 181-186. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jist/issue/34626/389934>
9. **Altıkat, S. ve Çelik, A.** 2012. “İğdır İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli”, *İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 61-66. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/89140>
10. **Çağlayan, G., Koçer, N.** 2014. “Muş İlinde Hayvan Potansiyelinin Değerlendirilerek Biyogaz Üretimine Araştırılması”, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 2, Sayı 1, s. 215-220. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/msufbd/issue/19658/209876>
11. **Nurullah, H., Elden, G., Genç, G.** 2020. “Kayseri İli İçin Büyükbaş Hayvan Atığından Biyogaz ve Elektrik Üretim Potansiyelinin ve Maliyetinin Araştırılması”, *DÜMF Mühendislik Dergisi* 11:3 (2020): pp. 1175-1185. <https://doi.org/10.24012/dumf.745837>
12. **Koçer, N.N. ve Kurt, G.** 2013. “Malatya’da Hayvancılık Potansiyeli ve Biyogaz Üretimi”, *SAÜ. Fen Bil. Der.* 17. Cilt, 1. Sayı, s. 1-8. <http://oaji.net/articles/2014/1084-1418303054.pdf>
13. **Kalaycı, E., Türker G. ve Çağlar, E.** 2019. “Kırklareli İlinin Hayvansal Atık Potansiyelinin Biyogaz Üretimi Çerçevesinde Değerlendirilmesi ve Güncel Yapının Yorumlanması”, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi* 8 (4), 1489-1497. <https://app.trdizin.gov.tr/makale/TXpneE56TTBOQT09/kirklareli-ilinin-hayvansal-atik-potansiyelinin-biyogaz-uretimi-cercevesinde-degerlendirilmesi-ve-guncel-yapinin-yorumlanmasi>
14. **Karaca C.** 2017. “Hatay İlinin Hayvansal Gübre Kaynağından Üretilen Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi”, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22(1):34-39. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkuzfd/issue/30381/285045>



15. **Yıldız, M.E., Çağırtekin, Ö. ve Yılmaz, A.** 2019. “Organic Material Potential And Energy Analysis For Biogas Application Of Batman”, European Journal of Technique. <https://doi.org/10.36222/ejt.529824>
16. **Yılmaz, A.** 2019. “Türkiye’de Biyogaz Üretimi ve Kurulu Santrallerin Ürettiği Elektrik Enerjisi”, Ecological Life Sciences. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/645528>
17. **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.
18. **Ogejo, J., Wen, Z., Ignosh, J., Bendfeldt, E., and Collins Jr., E.** 2009. “Biomethane Technology. Virginia Cooperative Extension”, (Publication 442-881), 1–11.
19. **Türker, M.** 2003. “Anaerobik Biyoteknoloji: Türkiye ve Dünya’daki Eğilimler”, 2. Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu, 22-24 Ekim, ODTÜ, s. 228-236, <https://www.biyogazder.org/makaleler/mak03.pdf>
20. **Avcioglu, A.O.** 2012. “Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16. s. 1557– 1561.
21. Biyogaz, Hayvansal Kaynaklardan Elde Edilebilecek Ortalama Gübre ve Biyogaz Miktarları, [https://www.emo.org.tr/ekler/75d66314dc56a0d\\_ek.doc?tipi=38&туру=X&sube=0](https://www.emo.org.tr/ekler/75d66314dc56a0d_ek.doc?tipi=38&туру=X&sube=0), Erişim Tarihi:01/02/2021
22. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <https://www.enerji.gov.tr>, Erişim tarihi:23/12/2020
23. **Kankılıç, T., Topal, H.** 2015. “Belediye Atıklarından Düzenli Depolama Sahalarında Biyogaz ve Enerji Üretimi”, Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 669, s.58-69. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muhendismakina/issue/54339/736214>
24. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mardin>, Erişim tarihi:24/12/2020
25. Mardin İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Verileri. 2019. <https://mardin.tarimorman.gov.tr/>, Erişim tarihi:24/12/2020
26. **İlgar, R.** 2016. “Hayvan Varlığına Göre Çanakkale Biyogaz Potansiyelinin Tespitine Yönelik Bir Çalışma”, Doğu Coğrafya Dergisi. 35: 89-106. DOI: 10.17295/dcd.08733. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunided/issue/24327/257782>
27. **Şenol, H., Elibol, E.A., Açikel, Ü. ve Şenol, M.** 2017. “Biyogaz Üretimi İçin Ankara’nın Başlıca Organik Atık Kaynakları”, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi. 6(2), 15-28. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.339261>
28. **Yağlı, H. ve Koç, Y.** 2019. “Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Adana İli Örnek Hesaplama”, Çukurova Üniversitesi Mühendislik





Mimarlık Fakültesi Dergisi. 34(3), ss. 35-48. <https://doi.org/10.21605/cukurova-ummfd.637603>

29. **Görgülü, S.** 2019. “Burdur İlinin Hayvansal ve Bazı Tarımsal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi”, El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi. Cilt: 6, No: 3, (543-557). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/817755>
30. **Kurnuç Seyhan, A. ve Badem, A.** 2018. “Erzincan İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması”, Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi. 6-1: 25-35. <https://doi.org/10.21541/apjes.334256>
31. **Ay, Ö.F. ve Kaya, A.** 2020. “Kahramanmaraş İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli”, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 10(4): 2822-2830. <https://doi.org/10.21597/jist.660101>