

Araştırma Makalesi - Research Article

Bilecik İli Hayvansal Atıklarının Biyogaz Potansiyelinin İncelenmesi

Investigation of Biogas Potential of Animal Wastes in Bilecik

Süheyla YEREL KANDEMİR^{1*}, Emin AÇIKKALP²

Geliş / Received: 20/05/2019

Reviz / Revised: 21/06/2019

Kabul / Accepted: 24/06/2019

Öz- Ülkemizde kaynak bakımından önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından bir tanesi de biyogazdır. Bilecik ili hayvancılığın yaygın olarak yapıldığı illerden bir tanesidir. Bu çalışmada ilk olarak, Bilecik ilindeki hayvanlarının sayısı ve atıklarının 2011- 2017 yılları arasındaki değişimi tespit edilmiştir. Bu veriler göz önüne alınarak hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz ve biyogazdan üretilen elektrik enerjisi eşdeğeri belirlenmiştir. Bilecik'in 2011 yılında 1,017,522 tane ile en az hayvan sayısına sahip olduğu yıl, 2017'nin ise 4,609,707 tane ile en fazla hayvan sayısına sahip yıl olduğu görülmüştür. Veriler analiz edildiğinde, Bilecik ilinin 2017 yılında en fazla biyogaz potansiyeli ve en fazla elektrik enerjisi eşdeğerine sahip olduğu görülmüştür. Daha sonra yıllık elektrik enerjisi eşdeğerleri yıllık elektrik tüketimi değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak biyogazdan elde edilen yıllık elektrik enerjisi eşdeğerlerinin Bilecik ilindeki toplam yıllık elektrik tüketimini karşıladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler- Biyogaz, Yenilenebilir Enerji, Hayvansal Atık, Bilecik

Abstract- One of the important renewable energy sources in our country is biogas. Bilecik is one of the provinces where animal husbandry is widespread. In this study, firstly the number of animals in Bilecik province and the change of their wastes between 2011- 2017 were determined. Based on these data, biogas obtained from animal wastes and electrical energy equivalent produced from biogas were determined. Bilecik had the least number of animals in 2011 with 1,017,522 and 2017 had the highest number of animals with 4,609,707. When the data is analyzed, it is seen that Bilecik has the highest biogas potential and the highest electrical energy equivalent in 2017. Then, annual electrical energy equivalents are compared with annual consumed electrical energy values. As a result, it is seen that the annual electrical energy equivalents obtained from biogas meet the total annual electricity consumption in Bilecik.

Keywords- Biogas, Renewable Energy, Animal Waste, Bilecik

I. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması ve buna bağlı olarak sanayinin gelişmesi enerji kaynaklarına olan talebi artırmıştır. Ancak günümüzdeki enerji üretiminin bu enerji talebini sağlayamamasından dolayı enerji fiyatları gittikçe artmaktadır. Bu da enerjinin gittikçe daha pahalı olması anlamına gelmektedir [1-2].

Dünya nüfusu, küresel ısınmayla mücadele, enerji açığını kapatmak ve çevre sorunlarının çözümü için yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde tüm ülkeler bu sorunların en aza indirgenmesi için çalışmalar yapmakta ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedirler [3].

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisindeki enerji kaynaklarından biri de biyokütledir. Biyokütle ürünlerinden bir tanesi biyogazdır. Çevresel ve sağlık sorunları meydana getiren organik atıkların belirli işlemlerden geçerek zararsız hale getirilmesi ve enerjiye dönüştürülmesini sağlayan biyogaz teknolojisi yenilenebilir enerji sektöründe önemli bir yere sahiptir [4].

^{1*}Sorumlu yazar iletişim: suheyla.yerel@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0001-5356-1467>)

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniv, Gülümbe Kampüsü, Merkez, Bilecik

²İletişim: emin.acikkalp@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0003-4056-5383>)

Makine Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniv, Gülümbe Kampüsü, Merkez, Bilecik

Araştırmalar biyogaz üretiminin, M.Ö. 10. yüzyılda Asurlulara ve M.S. 16. yüzyılda İranlılar'a kadar geri gittiğini bildirmektedir. Günümüzde ise, biyogaz üretimi tarımsal atıklar, hayvansal atıklar gibi organik atıkları yok etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır [5-6].

Bu çalışmada, 2011-2017 yılları arasındaki Bilecik iline ait hayvansal kaynaklı atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelleri ve elektrik enerjisi eşdeğerleri incelenmiştir. Daha sonra elektrik enerjisi eşdeğerleri Bilecik ilindeki yıllık elektrik tüketim miktarları ile karşılaştırılmıştır.

II. BİYOGAZ KAYNAKLARI VE ÖZELLİKLERİ

Biyogaz üretimi için kullanılan malzemeler, hayvansal atıklar, bitkisel atıklar ve endüstriyel atıklar olmak üzere üç başlık altında incelenebilir [7]. Bunlar; hayvansal atıklar (hayvancılık yapılarak elde edilen atıklar ve hayvan gübreleri), bitkisel atıklar (bahçe ve yemek atıkları) ve endüstriyel atıklardır (zirai faaliyetler sonucu oluşan atıklar, orman ve kağıt endüstrisinden meydana gelen atıklar, deri ve tekstil endüstrisinden oluşan atıklar, gıda ve yağ endüstrisinden elde edilen atıklar, evsel katı atıklar, atık su arıtma tesisi atıkları).

Biyogaz üretiminin birçok amacı olmakla birlikte bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir. Bunlar; enerji elde edilmesi, patojen giderimi sağlanması, toprak şartlandırıcının korozif etkisinin azalmasını sağlanması, atmosferdeki metan ve amonyak miktarının azaltılmasını sağlanması, organik maddelerin değerlendirilmesini ve dezenfeksiyonunu sağlanması olarak verilmektedir [8-10].

Hayvanlardan elde edilen gübre miktarları hayvanların cinsine göre değişmektedir. Hayvan atıklarından elde edilen biyogazın potansiyelinin belirlenmesi için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu çalışmada, biyogaz potansiyelini belirlemek için Akbulut ve ark. [11] ve Akdeniz [12]'deki yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmalara bağlı olarak, 1 adet büyükbaş hayvandan 35 kg/gün, 1 adet küçükbaş hayvandan 2 kg/gün ve 1 adet kanatlı hayvandan 0.16 kg/gün yaş gübre elde edildiği kabul edilmiştir. Biyogazın elektrik enerjisi olarak eşdeğerinin belirlenmesi için 1m³ biyogazın elektrik enerjisi cinsinden değeri kullanılmaktadır. 1m³ biyogaz 4.70 kWh elektrik enerjisine eşdeğerdir [6, 13].

III. BİLECİK İLİ BİYOGAZ POTANSİYELİ

Bilecik ilindeki 2011-2017 yıllarındaki büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan 2011-2017 yıllarına ait veriler Türkiye İstatistik Kurumu resmi web sitesinden alınmıştır [14]. Tablo 1'e göre Bilecik iline ait belirlenen yıllar içerisinde en fazla toplam hayvan sayısı 4609707 ile 2017 yılındayken en az hayvan sayısı 1017522 ile 2011 yılında olduğu belirlenmiştir. İncelenen tüm yıllarda kümes hayvanı sayılarının diğer büyük ve küçükbaş hayvan sayılarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Bilecik ilinin büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanlarının sayısı (adet)

HAYVAN GRUPLARI	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Büyükbaş	40,358	41,956	42,240	40,181	39,198	32,499	36,071
Küçükbaş	107,449	117,350	120,280	136,363	117,520	126,810	140,137
Kümes hayvanları	869,715	1,108,221	1,249,082	1,254,876	1,796,283	2,179,332	4,433,499
Genel toplam	1,017,522	1,267,527	1,411,602	1,431,420	1,953,001	2,338,641	4,609,707

Bilecik ilindeki 2011- 2017 yılları arasındaki hayvan mevcuduna (büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı) bağlı olarak toplam hayvan verileri yıllara göre analiz edilmiş ve biyogaz potansiyeli hesaplanmıştır. Daha sonra biyogaz potansiyeline ait hesaplama sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo incelendiğinde; büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan miktarına ait gübre miktarı kullanılarak biyogaz üretilecek olursa en yüksek potansiyele sahip olan yıl 2017 olarak belirlenmiştir.

Bilecik ilinde yaşayan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanların, atıklarından üretilebilecek biyogaz potansiyelini belirlemek için yapılan bu çalışma göstermiştir ki son yıllarda il genelinde kanatlı hayvan sayısında ciddi bir artış meydana gelmiştir. Bilecik ilinin son yıllardaki kanatlı hayvan sayısındaki artışa bağlı olarak,

hayvan atıkları bakımından önemli bir biyogaz potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Tablo 2 incelendiğinde kanatlı hayvan gübrelerinden üretilebilecek biyogazın en fazla 2017 yılında ve 30,381,761 m³/yıl olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Bilecik ilinde hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli

Yıl	Hayvan Cinsi	Hayvan Sayısı	Gübre miktarı (ton/yıl)	Yıllık biyogaz miktarı (m ³ /yıl)	Yıllık üretilen biyogaz (m ³ /yıl)
2011	Büyükbaş	40,358	515,574	1,4972,253	17,966,704
	Küçükbaş	107,449	78,438	8,471,279	10,165,535
	Kanatlı	869,715	52,061	4,966,633	5,959,959
2012	Büyükbaş	41,956	535,988	15,565,089	18,678,106
	Küçükbaş	117,350	85,666	9,251,874	11,102,249
	Kanatlı	1,108,221	66,338	6,328,656	7,594,387
2013	Büyükbaş	42,240	539,616	15,670,449	18,804,538
	Küçükbaş	120,280	87,804	9,482,875	11,379,450
	Kanatlı	1,249,082	74,770	7,133,063	8,559,675
2014	Büyükbaş	40,181	513,312	14,906,589	17,887,906
	Küçükbaş	136,363	99,545	10,750,859	12,901,031
	Kanatlı	1,254,876	75,117	7,166,150	8,599,380
2015	Büyükbaş	39,198	500,755	14,541,909	17,450,291
	Küçükbaş	117,520	857,89,6	9,265,277	11,118,332
	Kanatlı	1,796,283	107,525	10,257,933	12,309,519
2016	Büyükbaş	32,499	415,175	1,2056,674	14,468,009
	Küçükbaş	126,810	92,571	9,997,700	11,997,240
	Kanatlı	2,179,332	130,455	12,445,389	14,934,467
2017	Büyükbaş	36,071	460,807	13,381,836	16,058,203
	Küçükbaş	140,137	102,300	11,048,401	13,258,081
	Kanatlı	4,433,499	265,389	25,318,135	30,381,761

Bilecik ili yıllık üretilen biyogaz değerleri kullanılarak elektrik enerjisi eşdeğeri incelenmiştir. Buna ait hesaplamalar Tablo 3'de sunulmuştur. Daha sonra elektrik enerjisi eşdeğerleri Bilecik ili yıllık elektrik tüketimi değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bilecik ili yıllık elektrik tüketimi değerleri Türkiye İstatistik Kurumu internet sitesinden alınmıştır [15]. Bilecik ili yıllık toplam elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh) ve yıllık elektrik tüketimi (kWh) karşılaştırıldığında yıllık üretilen biyogaz miktarından elde edilen yıllık toplam elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh) değerinin yıllık elektrik tüketimini (kWh) karşıladığı görülmektedir.

Tablo 3. Bilecik ili hayvan miktarının biyogaz ve elektrik enerjisi eşdeğeri

Yıl	Hayvan Cinsi	Yıllık üretilen biyogaz (m ³)	Elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh)	Yıllık toplam elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh)	Yıllık Bilecik ili elektrik tüketimi (kWh)
2011	Büyükbaş	17,966,704	84,443,509	160,233,331	1,284,686,000
	Küçükbaş	10,165,535	47,778,015		
	Kanatlı	5,959,959	28,011,807		
2012	Büyükbaş	18,678,106	87,787,098	175,661,287	1,196,465,000
	Küçükbaş	11,102,249	52,180,570		
	Kanatlı	7,594,387	35,693,619		
2013	Büyükbaş	18,804,538	88,381,329	182,095,216	127,446,000
	Küçükbaş	11,379,450	53,483,415		
	Kanatlı	8,559,675	40,230,473		
2014	Büyükbaş	17,887,906	84,073,158	185,125,090	1,371,199,000
	Küçükbaş	12,901,031	60,634,846		
	Kanatlı	8,599,380	40,417,086		
2015	Büyükbaş	17,450,291	82,016,368	192,127,267	1,514,417,000
	Küçükbaş	11,118,332	52,256,160		
	Kanatlı	12,309,519	57,854,739		
2016	Büyükbaş	14,468,009	67,999,642	194,578,665	1,487,989,000
	Küçükbaş	11,997,240	56,387,028		
	Kanatlı	14,934,467	70,191,995		
2017	Büyükbaş	16,058,203	75,473,554	280,580,812	184,287,000
	Küçükbaş	13,258,081	62,312,981		
	Kanatlı	30,381,761	142,794,277		

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada 2011-2017 yılları arasındaki Bilecik ilindeki hayvan (büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı) atıkları kullanılarak, biyogaz potansiyeli ve elektrik enerjisi eşdeğeri incelenmiştir. Buna göre biyogaz potansiyelinin en az olduğu yıl 2011, en fazla olduğu yıl ise 2017 olarak belirlenmiştir. Biyogaz potansiyel miktarından elde edilebilecek yıllık toplam elektrik enerjisi eşdeğeri ise en fazla 2017 yılında 280,580,812 olarak hesaplanmıştır (kWh). Bilecik ili yıllık toplam elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh) ve yıllık elektrik tüketimi (kWh) karşılaştırıldığında ise yıllık toplam elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh) değerinin, yıllık elektrik tüketimini (kWh) karşıladığı görülmektedir.

Hayvan cinsi açısından biyogaz potansiyeli incelendiğinde ise son yıllarda kanatlı hayvan sayısında ve buna bağlı olarak biyogaz potansiyeli ve elde edilebilecek elektrik enerjisi gelir miktarında ciddi bir artış olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, önemli bir hayvancılık potansiyeline sahip Bilecik ilinde, özellikle köylerde yaşayan vatandaşların biyogaz potansiyeli konusunda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü bu konuda köylü vatandaşların bilinçlenmesinin hem köylerde temiz bir ortam sağlayacağı hem de bilinçsiz olarak tezek yakılmasının önüne geçerek büyük bir potansiyelin yok olmasının engelleneceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Hammad M., Badarneh D. & Tahboub K. (1999). Evaluating variable organic waste to produce methane. *Energy Conversion and Management*, 40, 1463-1475.

- [2] Doruk, İ., & Bozdeveci, A. (2017). Denizli ilinin kırsal kesimlerinde hayvansal kaynaklı atıklardan biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 181-186.
- [3] Korkmaz, Y., Aykanat, S., & Çil, A. (2012). Organik Atıklardan biyogaz ve enerji üretimi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 489-497.
- [4] Çağlayan, G. & Koçer, N. (2014). Muş ilinde hayvan potansiyelinin değerlendirilerek biyogaz üretiminin araştırılması. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 215-220.
- [5] Diya'uddeen, B.H., Daud, W.M.A.W. & Aziz A.R.A. (2011). Treatment Technologies for Petroleum Refinery Effluents: A Review. *Process Safety and Environmental Protection*, 89, 95-105.
- [6] Şenol, H., Elibol, E. A., Açikel, Ü. & Şenol, M. (2017). Biyogaz üretimi için Ankara'nın başlıca organik atık kaynakları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 15-28.
- [7] Çanka Kılıç, F. (2011). Biyogaz, Önemi, Genel Durumu ve Türkiye'deki Yeri. *Mühendis ve Makina*, 52 (617), 94-106.
- [8] Ergün, A. & Çoldan, İ. (2004). *Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, 204-207.
- [9] Oerther, D.B. (2006). *Anaerobic Treatment in the 21st Century*, Water Environment Research, 1- 450.
- [10] Hande, T. Ü. R. K., Koçer, N. N. & Hanay, Ö. K. (2015). Elazığ İli'nde Faaliyet Gösteren Tavuk Çiftliklerindeki Atıklardan Elde Edilebilecek Enerji Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 1-7.
- [11] Akbulut, A., Kose, R., & Akbulut, A. (2014). Technical and economic assessments of biogas production in a family size digester utilizing different feedstock rotations: Döğler case study. *International Journal of Green Energy*, 11(2), 113-128.
- [12] Akdeniz, H. Y. (2015). *Çiftlik Tipi Bir Biyogaz Enerji Santralinin Optimizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- [13] Gül N. (2006). *Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [14] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (Erişim Tarihi: 16/05/2019).
- [15] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do> (Erişim Tarihi: 10/06/2019).