

KARABÜK İLİNDE HAYVANSAL ATIKTAN BİYOGAZ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE ÖRNEK BİYOGAZ TESİSİ KURULUMU

Mustafa KARAGÖZ¹

Burak ÇİFTÇİ¹

Emrah DENİZ²

Ahmet Korhan BİNARK³

¹Karabük Üniversitesi, TOBB Teknik Bilimler MYO, mustafakaragoz@karabuk.edu.tr, 78050, Karabük

²Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fak., Makine Mühendisliği Anabilim dalı, 78050, Karabük

³İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 34662, İstanbul

ÖZET

Son yıllarda artan enerji tüketimi, fosil kaynaklı yakıtların tükenmeye başlaması ve önemli çevresel sorunlara neden olması, alternatif enerji kaynaklarına olan talebin artmasını sağlamıştır. Alternatif enerji kaynaklarına olan talebin artması, ucuz, temiz ve yeterli miktarda enerji üretmek ve sorunsuz kaynak kullanımı konusundaki çalışmaları ivme kazandırmıştır. Alternatif enerji kaynaklarından biri olan biyogaz; tarımsal, hayvansal ya da biyolojik atıklardan farklı yöntemlerle üretimi mümkün olan ısı değeri yüksek bir gazdır. Biyogaz içeriğindeki metan oranına bağlı olarak pişirmeden, elektrik üretimine, soğutmadan ısıtmaya kadar birçok alanda sorunsuz bir şekilde kullanılabilir. Yapılan çalışmada, Karabük iline ait yıllık hayvansal atık miktarı belirlenmiş, belirlenen atığın biyogaz potansiyeli ortaya koyulmuştur. Çalışmada ayrıca aile tipi bir biyogaz tesisi tasarımı gerçekleştirilmiş ve maliyet analizi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Biyogaz, biyogaz potansiyeli, aile tipi biyogaz tesisi, maliyet analizi

DETERMINATION OF THE POTENTIAL OF BIOGAS PRODUCTION FROM ANIMAL WASTE IN KARABUK CITY, AND BUILDING A PROTOTYPE BIOGAS PLANT

ABSTRACT

Increasing energy consumption, depleting fossil fuel reserves and arising environmental concerns have increased the demand form alternative energy sources. Increasing demand for the alternative energy sources also promoted the researches on producing and using cheap, clean and adequate amount of energy. As an alternative energy source, biogas has a high heating value and can be produced by agricultural, animal or biological waste through different production methods. Biogas, according to its methane content, can be used seamlessly in many areas from cooking to electricity production, from cooling to heating. In this study, annual amount of animal waste in Karabuk city is determined and the potential of biogas production from this waste is calculated. Besides, a domestic type biogas plant is designed, and cost analysis is performed.

Keywords: Biogas, biogas potential, family size biogas plant, cost analysis

1. GİRİŞ

Türkiye’de ve dünyada nüfusun hızla artması ve yaşam kalitesinde oluşan iyileşme sebebiyle enerjiye olan talep sürekli artmaktadır. Türkiye’de 1971 yılında kişi başı elektrik tüketimi yıllık 271 kWh iken bu rakam 2015 yılında 3373 kWh olmuştur [1].

Alternatif enerji kaynakları içerisinde yer alan biyokütle enerji kaynaklarından bir tanesi de biyogazdır. Biyogaz teknolojisi görüntü, koku, yer altı sularının kirlenmesi ve sağlık sorunlarına neden olabilen organik kaynaklı atıkların işlenerek nitelikli gübre haline getirilmesini sağlar. Biyogaz üretiminin Türkiye’deki potansiyelini belirleyen, biyogaz üretiminin yaygınlaşması ve biyogazın önemini vurgulayan birçok çalışma

yapılmıştır. Çağlayan ve Koçer çalışmalarında hayvancılığın Muş ilindeki yeri ve hayvan atıklarından elde edilen gübre miktarına karşılık biyogaz miktarları tespit edilmiştir. Çalışmada, Muş ilindeki toplam biyogaz üretim miktarının 728.102 m³/gün olduğu belirtilmiştir [2]. Akbulut ve Dikici, Elazığ ilinin hayvan ve tarım potansiyeli dikkate alınmış ve elde edilebilecek biyogaz miktarını belirlemiştirler [3]. Koçer ve Kurt çalışmalarında, Malatya ilinde bir yılda elde edilen ortalama kuru biyokütle miktarı ve kuru biyokütlenin ortalama ısı değerini belirlemiştirler. Çalışmada biyogaz tesisleri kullanılarak yaklaşık olarak 87.645 m³/gün biyogaz üretilebileceği vurgulanmıştır [4]. Tolay ve arkadaşları, biyogaz tesislerinin faydalarından bahsetmiş ve 1500 büyükbaş hayvan kapasiteli bir biyogaz üretim tesisinin işletme koşulları hakkında bilgi vermişlerdir [5]. Şenol ve arkadaşları, biyogaz üretimi için Ankara'nın başlıca organik atık kaynaklarını ve bu kaynaklardan üretilebilecek biyogaz miktarlarını belirlemiştirler [6]. Boyacı ise, Kırşehir ili ve ilçelerinde hayvansal (büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı) atıklardan elde edilebilecek gübre miktarlarından biyogaz potansiyelini ve diğer yakıt türlerine eşdeğerliğini belirlemiştir [7]. Deniz ve arkadaşları, tüm Türkiye'nin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli ve bu potansiyelin elektrik eşdeğerini tespit etmişlerdir [8].

Türkiye, sadece hayvan atıkları ile çalışabilecek, 2.000 adet biyogaz tesisi kapasitesine sahip olmasına rağmen şu anda ülkede 36'sı çalışmakta olan toplam 85 biyogaz üretim tesisi bulunmaktadır [9]. Mevcut potansiyelin sadece %4.25'inin kullanılıyor oluşu biyogaz üretimi konusunda daha çok çalışma yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Yapılan çalışmada, Karabük iline ait yıllık hayvansal atık miktarı belirlenmiş ve belirlenen atığın biyogaz potansiyeli ortaya koyulmuştur. Ayrıca, çalışmada 50 büyükbaş hayvan için bir biyogaz tesis kurulumuna yönelik bir tasarım gerçekleştirilmiş ve maliyet analizi sunulmuştur.

2. MATERYAL METOT

Bu çalışmada, hayvan sayılarının belirlenmesinde Türkiye İstatistik Kurumunun 2016 yılı verileri kullanılmıştır [10]. Alınan bu bilgiler ışığında, küçükbaş, büyükbaş ve kanatlı hayvan atıklarının biyogaz üretim potansiyeli tespit edilmiştir. Kanatlı hayvanlarda, yumurta ve et tavuğu hesaba katılmış, diğer kanatlı türleri sayılarının az olması ya da atıklarının toplanmasının zor olmasından dolayı hesaba katılmamıştır. Hayvan ağırlığına ve hayvan türüne bağlı olarak 1 adet hayvandan 1 yılda elde edilebilecek yaş gübre ve biyogaz miktarlarının belirlenmesinde Tablo 1'deki veriler dikkate alınmıştır.

Biyogazın alt ısı değeri içeriğindeki metan miktarına bağlı olup 1 m³ biyogazdan elde edilebilecek ısı miktarı

4700-5700 kcal/m³ aralığındadır [11]. 1 m³ biyogaz ile elde edilen ısı miktarının farklı yakıt türlerine göre eşdeğeri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Hayvan ağırlığına ve hayvan türüne bağlı olarak 1 adet hayvandan elde edilebilecek yaş gübre ve bu gübrenin biyogaz potansiyeli [2, 12]

Hayvan Türü	Hayvan ağırlığına bağlı olarak günlük üretilebilecek yaş gübre (kg/gün)	Yıllık üretilebilecek yaş gübre (ton/yıl)	Yıllık üretilen yaş gübre miktarına bağlı biyogaz üretimi (m ³ /yıl)
Büyükbaş	%5-6	3.6	118.8
Küçükbaş	%4-5	0.7	40.6
Kümes Hayvanı	%3-4	0.022	1.716

Tablo 2. 1 m³ biyogazın farklı yakıt türlerine göre eşdeğeri [11,13,14].

Enerji Kaynağı	Eşdeğeri	Enerji Kaynağı	Eşdeğeri
Motorin	0.66 lt	Gazyağı	0.62 lt
Benzin	0.75 lt	Odun kömürü	1.46 kg
Propan	0.25 m ³	Odun	3.47 kg
Bütan	0.43 m ³	Tezek	12.3 kg
Kömür	0.85 kg	Elektrik enerjisi	4.7 kWh

Türkiye'de hayvancılık sektörünün küçük çaplı çiftliklerden oluşmasından dolayı, hayvansal atıklarla ilgili öncelikli problem atıkların toplanmasıdır [9]. Bu ve bunun gibi problemlerden dolayı, yapılan çalışmada aile tipi bir biyogaz üretim sistemi ele alınmış ve 50 büyük baş hayvan için biyogaz tesis kurulumuna yönelik bir planlama gerçekleştirilmiştir. Yatırım ve işletme maliyetlerini düşük tutmak adına kompleks sistemlerden kaçınılmış, ilk yatırım ve işletme maliyetlerini düşürmek adına karıştırıcı kullanılmayan, karıştırma işinin fermantördeki hammaddenin bir pompa yardımıyla devir daim yapılması sağlanarak gerçekleştirileceği bir sistem olarak planlanmıştır. Sistemde kullanılan pompa çeşitli vana kombinasyonları oluşturularak aynı zamanda fermantör hammadde yüklemelerinin gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılabilir. Pompa elektrik beslemesi üzerinde zaman ayarlı bir sistem kullanılarak pompanın kesikli çalışması sağlanabilecektir. Fermantör ve son depoda biriken biyogaz gaz toplama hattı ile uygun hacme sahip bir gaz deposunda depolanacağı planlanmıştır.

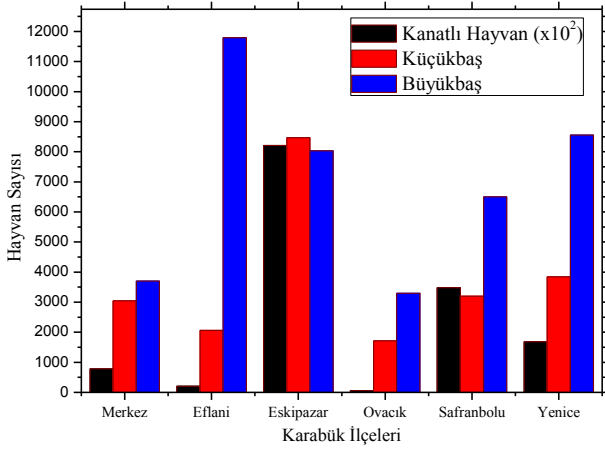
Fermantörde bekleme süresi 30 gün olarak seçilmiştir. Biyogaz tesisleri üç farklı sıcaklıkta faaliyet gösterirler. Biyogaz üreten bakterilerin optimum faaliyet sıcaklıkları; Sakrofilik bakteriler için 5-25 °C, Mezofilik bakteriler için 25-38 °C, Termofilik bakteriler için 50-60 °C'dir [11].

Biyogaz üretimi 5 °C ve üzeri sıcaklıklarda gerçekleşiyor olmasına rağmen, 37 °C'de verimli olarak gerçekleşmektedir. Eğer istenirse sisteme güneş enerji sistemi eklenerek bir termostat yardımı ile fermantör içi istenilen sıcaklığa ayarlanabilir. Tesiste kurulum

maliyetlerini düşürmek ve kurulum kolaylığı sağlaması için fermantör ve son depo hazır olarak temin edilebilen depo kullanılması planlanmaktadır. Isı yalıtımı için cam yünü, cam yününe çevre hava koşullarından etkilenmemesi için depolar yalıtım sonrasında branda ile kapatılacaktır. Sisteme hammadde beslemesi yapmak ve karıştırma işlemini gerçekleştirmek için parçalayıcı bıçaklı pis su pompası kullanılacaktır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Hayvan sayıları Karabük ilçeleri için incelendiğinde toplamda 1.506.769 adet hayvan sayısına ulaşılmıştır. Şekil 1’de ilçelere göre hayvan sayıları verilmiştir. Karabük’teki hayvan toplamının %95.73’ünü kanatlı hayvanlar oluştururken, %2.77’si büyükbaş, %1.48’ini küçükbaş oluşturur. İlçelere göre hayvan yüzdelere bakılacak olunursa; Merkez’de %6, Eflâni’de %2, Eskipazar’da %56, Ovacık’ta %1, Safranbolu’da %24, Yenice’de %12’den oluşmaktadır.



Şekil 1. Karabük ilçelerine göre hayvan sayıları

Tablo 3 incelendiğinde 1.506.769 adet hayvandan yılda 198122,718 ton gübre elde edilebildiği görülmektedir. 198122,718 ton hayvansal atığın %76’sı büyükbaş, %8’i küçükbaş ve %16’sı kanatlı hayvan atığından oluşmaktadır. Karabük’teki toplam hayvansal atıktan elde edilebilecek biyogaz miktarı yılda 8356828 m³ tür.

Karabük genelinde hayvansal atıktan bir yılda elde edilebilecek 8356828 m³ biyogaz yılda 5515506,48 litre motorin, 6267621 litre benzin, 7103303,80 kg kömür, 39277091,62 kWh elektriğe eşdeğerdir. Tablo 4’de Karabük genelinde hayvansal atıktan elde edilebilecek biyogaz miktarının eşdeğeri güncel yakıt karşılıkları verilmiştir.

50 büyük baş hayvan için biyogaz tesis kurulumuna yönelik bir tasarım gerçekleştirilmiş, Biyogaz Tesis bileşenleri ve boyut bilgileri Tablo 5’te verilmiştir. Maliyetleri belirli sınırlarda tutmak için tesiste piyasada

bulunan 15 tonluk (2 adet) su deposu kullanılması planlanmıştır. Kurulması planlanan tesise ait öngörülen maliyet tablosu Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 3. Yıllık hayvansal atık ve üretilebilecek biyogaz miktarları

İlçeler	Hayvan Türü	Hayvan Sayıları	Yıllık Gübre Miktarı (ton/yıl)	Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	Toplam Biyogaz miktarı (m ³ /yıl)
Merkez	Kanatlı Hayvan	78.250	1721,5	134277	
	Küçükbaş	3.044	2130,8	123586,4	697423,4
	Büyükbaş	3.700	13320	439560	
Eflani	Kanatlı Hayvan	21.000	462	36036	
	Küçükbaş	2.058	1440,6	83554,8	1520718
	Büyükbaş	11.794	42458,4	1401127,2	
Eskipazar	Kanatlı Hayvan	820.880	18059,3	1408630,1	
	Küçükbaş	8.466	5926,2	343719,6	2706076,1
	Büyükbaş	8.028	28900,8	953726,4	
Ovacık	Kanatlı Hayvan	6.250	137,5	10725	
	Küçükbaş	1.711	1197,7	69466,6	471994
	Büyükbaş	3.298	11872,8	391802,4	
Safranbolu	Kanatlı Hayvan	348.000	7656	597168	
	Küçükbaş	3.200	2240	129920	1499288
	Büyükbaş	6.500	23400	772200	
Yenice	Kanatlı Hayvan	168.189	3700,1	288612,3	
	Küçükbaş	3.843	2690,1	156025,8	1461328,5
	Büyükbaş	8.558	30808,8	1016690,4	
Toplam		1.506.769	198122,7	8356828	8356828

Tablo 4. Karabük ili toplam biyogaz potansiyelinin günümüz enerji kaynaklarında eşdeğeri

İlçeler	Toplam Biyogaz miktarı (m ³ /yıl)	Motorin (litre/yıl)	Benzin (litre/yıl)	Kömür (kg/yıl)	Elektrik enerjisi (kWh/yıl)
Merkez	697423	460299	523067	592809	3277889
Eflani	1520718	1003673	1140538	1292610	7147374
Eskipazar	2706076	1786010	2029557	2300164	12718557
Ovacık	471994	311516	353995	401194	2218371
Safranbolu	1499288	989530	1124466	1274394	7046653
Yenice	1461328	964476	1095996	1242129	6868244
Toplam	8356828	5515506	6267621	7103303	39277091

Tablo 5. Biyogaz Tesis bileşenleri ve boyut bilgileri

Kullanılacak hammaddeler	Büyükbaş hayvan gübresi (493.15 kg/gün)
Miktar	180 ton/yıl
Organik kuru madde oranı	~% 81
Kuru madde oranı	~ % 16,50
Fermantör (1 ad.)	~15 ton
Son depo (1 ad.)	~15 ton
Yıllık Üretililecek Biyogaz Miktarı	16024 (m ³ /yıl)
Elektrik Eşdeğeri	76487.67 (kWh/yıl)
1 kWh elektrik = 0,2200 TL olarak alınmıştır.	

Tablo 6. Kurulması planlanan tesise ait öngörülen maliyet tablosu

Yatırım Türü	Yatırım Maliyeti (TL)
Fermantör, Son Depo, Gaz Deposu	15000
Pis Su Pompası	1500
Yalıtım	2500
Isıtma Sistemi	1500
Kurulum ve işçilik	3000
Toplam Maliyet	23500

4. SONUÇLAR

Söz konusu çalışmada Karabük iline ait ilçelere ve hayvan türlerine göre yıllık hayvansal atık miktarı belirlenmiş ve belirlenen atığın biyogaz potansiyeli ortaya koyulmuştur. Karabük ili genelinde 1.506.769 adet hayvandan yılda 198122,718 ton gübre elde edilebildiği görülmektedir. Karabük'teki hayvan toplamının %95.73'nü kanatlı hayvanlar oluştururken, %2.77'si büyükbaş, %1.48'ini küçükbaş oluşturmaktadır. Karabük genelinde hayvansal atıklardan bir yılda elde edilebilecek biyogaz miktarı 8356828 m³ tür. Merkez, Eflani, Eskipazar, Ovacık, Safranbolu ve Yenice ilçelerinde üretililecek biyogaz miktarı toplam biyogaz miktarının sırasıyla %8.34, %18.19, %32.38, %5.64, %17.94 ve %17.48'ni oluşturur. Karabük ilinde hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz 5515506,48 litre motorin, 6267621 litre benzin, 7103303,80 kg kömür, 39277091,62 kWh elektrige eşdeğerdir.

Çalışmada ayrıca 50 büyükbaş hayvan için bir biyogaz tesis kurulumuna yönelik bir tasarımı ve maliyet analizi gerçekleştirilmiştir. 50 büyükbaş hayvan için günlük 493.15 kg gübre yükleme miktarı belirlenmiştir. Biyogaz üretimi için bekleme süresi 30 gün olarak belirlenmiş olup yaklaşık fermantör hacmi 15 tondur. Ayrıca sisteme 15 tonluk son depo eklenmiştir. Sistem 37 °C sıcaklıkta çalıştırılabilir. Maliyetleri düşürmek için sisteme ayrıca bir karıştırma düzeneği eklenmemiş, kıyıcı pis su pompasının devirdaim yapması ile fermantör içinde eşit sıcaklık ve homojen karışımın oluşması planlanmıştır. Fermantör ve son depo için piyasada bulunabilen su deposu, yalıtımı için cam yünü ve branda kullanılması hedeflenmiştir. Toplamda 30 ton hacme sahip biyogaz sisteminin kurulum maliyeti yaklaşık 23500 TL olmuştur. Bu sistemden yılda 16024 m³ biyogaz üretilir. Üretilen biyogazın elektrik eşdeğeri yılda 76487.67 kWh'tir.

Elektrik eşdeğeri fiyatı ile basit amortisman süresi hesaplandığında 1.40 yılda kendini amorti edeceği görülebilir.

Biyogaz üretimi söz konusu olduğunda hayvansal atıklar ortadan kalkmaz bunun yerinde çok daha değerli bir gübreye dönüşür. Biyogaz üretimi ve kullanımı Karabük yer altı sularının daha temiz kalmasını sağlayacak ildeki fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazı emisyonları da azaltılacaktır. Sonuç olarak, Hayvansal atıklardan biyogaz üretimi, Karabük ilinde tarım ve hayvancılıkta geçimlerini sağlayan bireylerin yaşam standartlarının yükseltilmesinin yanı sıra bölgenin sürdürülebilir kalkınması katkı sağlayacağı aşikardır.

KAYNAKLAR

- [1] <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-tuketimi/> erişim tarihi 29.01.2018.
- [2] Çağlayan G. H., Koçer N. N., **Muş ilinde hayvan potansiyelinin değerlendirilerek biyogaz üretiminin araştırılması**, Muş Alparslan University Journal of Science, 2:1, (2014) 215-220.
- [3] Akbulut A., Dikici A., **Elazığ ilinin biyogaz potansiyeli ve maliyet analizi**, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 2:2, (2004) 36-41.
- [4] Koçer N. N., Kurt G., **Malatya'da hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi**, SAÜ. Fen Bil. Der., 17: 1, (2013) 1-8.
- [5] Tolay M., Yamankaradeniz H., Yardımcı S., Reiter R., **Hayvansal atıklardan biyogaz üretimi**, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, (2008) 259-264.
- [6] Şenol H., Elibol E. A., Açikel Ü., Şenol M., **Biyogaz üretimi için Ankara'nın başlıca organik atık kaynakları**, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 6:2, (2017) 15-28.
- [7] Boyacı S., **Determination of Biogas Potential from Animal Waste in Kırşehir Province**, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 4:4, (2017) 447-455.
- [8] Deniz, E., Polat, R., Gürel, A.E., Çamur, D., **A Study on The Determination of Animal-Based Biogas Energy Potential of Turkey**, Proceedings of The 39. International Symposium on Agricultural Engineering (Actual Tasks on Agricultural Engineering), (2011), 217-224, 22-25.
- [9] **Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi**, Türkiye'de Hayvansal Atıkların Biyogaz Yoluyla Kaynak Verimliliği Esasında ve İklim Dostu Kullanımı Projesi, (2011).
- [10] TUIK, Bölgesel İstatistikler. Available: <http://www.tuik.gov.tr/2017>. Erişim tarihi 29.01.2018.
- [11] İnternet: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları - Biyogaz", <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx> (2017).
- [12] Koçer N. N., Öner C., Sugözü İ., **Türkiye'de hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi**, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 4:2, (2006) 17-20.

[13] Acarođlu, M., **Alternatif Enerji Kaynakları**”, Nobel Yayıncılık, Ankara, (2013) 1-180.

[14] Karagöz, M., **Hayvansal atıkların kofermentasyonu ile biyogaz üretimi**, Doktora Tezi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016

