

## Denizli İlinin Kırsal Kesimlerinde Hayvansal Kaynaklı Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

<sup>1</sup>İbrahim DORUK, <sup>2</sup>Arif BOZDEVECİ

**ÖZET:** Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda son yıllarda birçok araştırma yapılmakta ve bu alternatif enerji kaynaklarından biride biyogaz enerjisidir. Biyogaz havasız fermantasyon koşullarında her türlü organik atıklardan yapılabildiği gibi kırsal kesimlerde genellikle hayvansal kaynaklı atıklardan üretilmektedir. Hayvansal kaynaklı atıkların değerlendirilmesinde en iyi yollardan biri biyogaz üretimidir. Bu çalışmada; Denizli merkez ve ilçelerinde ortaya çıkan hayvansal kaynaklı atıklardan yola çıkarak biyogaz potansiyeli hesaplanmıştır. Denizli genelinde 2014 verilerine göre toplam hayvan sayısı 4 370 129, oluşan günlük yaş gübre miktarı ise 4 578 889 kg gün'dür. Sonuçlar Denizli'de ki hayvansal kaynaklı atıklarından 70.16 m<sup>3</sup> yıl biyogaz üretilebileceğini göstermiştir. Hayvansal kaynaklı atıklardan yıllık biyogaz potansiyelinin enerji karşılığı motorin 46.30 milyon litre, elektrik enerjisi eş değerliği 329 milyon kWh<sup>-1</sup> 'dır. Çalışmamız sonucunda biyogaz potansiyeli en fazla olan ilçe Çivril ve hayvan sayısı en yüksek ilçe ise Honaz'dır.

**Anahtar sözcük:** Yenilenebilir enerji, biyogaz potansiyeli, hayvansal atıklar, kırsal kesim

## Determination of animal resource wastes from Biogas Potential in Rural Areas of Denizli

**ABSTRACT:** In recent years, many studies are done on renewable energy sources and one of the renewable energy sources is biogas. Biogas is a all kinds of organic waste can be made as of anaerobic fermentation conditions it is generally produced from animal waste in rural areas. One of the best ways for evaluation of biogas production is a waste of animal origin. In this study; starting from animal waste resulting from Denizli centers and districts biogas potential has to be calculated. There are 4 370 129 total animals in Denizli according to the last data in 2014 and composed of the amount of fertilizer day-old 4 578 889 kg day. The results shown that province of Denizli has a potential of 70.16 million m<sup>3</sup> year will be produced biogas potential from animal origin waste. The possible animal waste origin amount of biogas that can be produced in Denizli is annual approximately equal to motorin 46.30 million liter, 329 milyon kWh<sup>-1</sup> electric energy. In resulting study with the greatest potential for biogas Civril district and has the town highest number of animals of Honaz.

**Key Words:** Renewable energy, biogas potential, animal wastes, rural area

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otomotiv programı, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri, Denizli, Türkiye  
<sup>2</sup> İMPEC Teknoloji, Ar-Ge, Denizli, Türkiye  
Sorumlu yazar/Corresponding Author: İbrahim DORUK, idoruk@pau.edu.tr

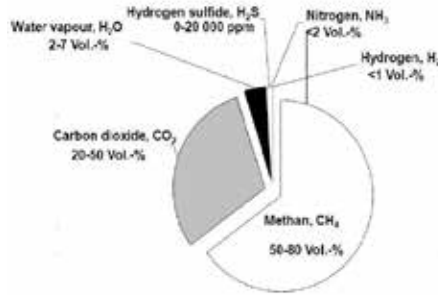
## GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte sanayinin gelişmesi enerji kaynakları talebini artırmakta mevcut durumdaki enerji üretiminin bu talebi karşılayamamasından dolayı enerji fiyatları yükselmektedir. Buda daha pahalı enerji kullanımı anlamına gelmektedir (Hammad,1999) Bu sorunun çözümü için bilinen enerji kaynaklarının dışında; güneşten, dalgalardan, rüzgârdan, şimşeklerden, deniz yosunları gibi değişik kaynaklardan enerji elde etmek amacıyla bilim adamları çalışmalarına devam etmektedir.

Bütün bu çalışmaların bir başka temel nedeni de çevre kirliliğinin insan ve canlı sağlığını tehdit eder boyutlara ulaşmasıdır. Enerji elde edilmesinde kullanılacak olan teknolojinin ucuz enerji sağlamasının yanında çevreyi de kirlilememesi ve çevre dostu olması son yıllarda büyük önem arz etmektedir. Yenilebilir enerji kaynaklarından olan biyogazın ucuz olması, çevre

dostu olması ve kırsal kesimlerde kolayca uygulanabilir olması kullanımını ve önemini daha da arttırmaktadır. (Karim et al., 2005). Günümüzde diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de enerji açığının giderek artması biyogaz üreten tesislerin yaygınlaştırılmasını önemli hale gelmiştir.

Organik atıkların havasız ortamda fermantasyona uğraması sonucu ortaya çıkan biyogaz alternatif yenilebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Biyogaz her türlü organik maddeden elde edilebildiği halde ülkemizde genel olarak biyogaz potansiyeli hesabında hayvan gübreleri esas alınmıştır. Organik bazlı atık/artıkların oksijensiz ortamda (anaerobik) fermantasyon sonucunda ortaya çıkan renksiz - kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alev şeklinde yanan ve içeriği organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda hidrojen ve azot bulunan bir gaz karışımıdır(Şekil 1).



Şekil 1. Biyogazın kimyasal içeriği

Türkiye nüfusunun, %35'ini kırsal kesimler yaşamakta, yine toplam nüfusun %66'sı tarım sektöründe geçimini sağlamaktadır. Tarımsal faaliyetlerinin ise yaklaşık 1/3'lük kısmı hayvancılıkla alakalı olmakla beraber, 2.5 milyon kadar hayvan çiftlik ve işletmeleri bulunmaktadır. Kırsal kesimde yaşayan ve geçimini tarımdan sağlayan bölgelerde biyogaz, hem enerji kaynağı hem de gübre kaynağı olarak kullanımından dolayı önem taşımaktadır. Biyogaz tesisinde üretilen 1 m<sup>3</sup> biyogaz; 1.46 kg odun kömürü, 3.47 kg odun, 0.43 kg bütan gaz, 0.66 litre motorin, 0.75 litre benzin, 0.00052 Ton eş değer petrol(TEP) ve 4.7 kWh<sup>-1</sup> elektrik enerjisine eşdeğerdir (Yaldız, 2004; Yapraklı ve Bayramoğlu, 2013).

Enerji piyasası düzenleme kurulu 10.09.2015 tarihli raporuna göre motorin fiyatı 3.88 TL kabul

edilmiştir. 29.12.2010 tarihli 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu ile tesislere göre elektrik üretim fiyatları tanımlanmış en yüksek sabit fiyatlı alım garantisi seviyesi olan 13.3 ABD Doları cent/kWh(0.35 TL kWh) olarak belirlenmiştir.

Kırsal kesimde oldukça bol bulunan hayvansal atıklar, biyogaz sistemleri için en önemli girdilerdendir. Biyogaz sistemlerinde girdi olarak kullanılan bu organik atıkları çevresel ve sağlık sorunlarına yol açabilecekken, biyogaz üretim sistemlerinde kullanılması ile ekonomik değere çevrilmektedir. Biyogaz üretilen anaerobik reaktörlerde, çıkış kısmında kütle % 98-96 oranına iner. Bu kütlenin yaklaşık % 7-25'i katı, % 75-93'ü sıvı haldedir. Reaktörden çıkan bu katı ve sıvı gübre oldukça zengin içeriğe

sahip olduğu için kırsal kesimlerde organik tarımda kullanılabilir olması işletmeler ve çiftçiler için cazip olan bir diğer noktadır. Bu araştırmada son yıllarda alternatif enerji kaynaklarından biri olan hayvansal atık kaynaklı biyogazın Denizli il ve ilçelerindeki günlük üretim potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca üretilme potansiyeli olan biyogazın ekonomik olarak var olan yakıtlarla karşılaştırılarak hesaplanması yapılmaya çalışılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızda kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TUİK) 2014 yılı verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Hayvansal atık potansiyelini belirlemek amacıyla Agro-Waste projesi kapsamında hayvan başına belirlenen; büyükbaş hayvan için 10 kg gün, küçükbaş hayvan için 3 kg gün ve kümes hayvanları için 0.08 kg gün değerleri dikkate alınmıştır

(Koçer ve Kurt, 2013; Avcıoğlu ve ark., 2013; Çağlayan ve Koçer, 2014 ).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan araştırmalar ve hesaplamalar sonrasında çizelge incelendiğinde Denizli ilinde toplamda 4 348 321 hayvan bulunduğu belirlenmiştir. Toplam hayvan sayısı varlığının %79 kanatlı hayvan, %16 küçükbaş ve %5'lik kısmı ise büyükbaş hayvanlardan oluşmaktadır.

Denizli toplam hayvan varlığının ilçeler bazında incelendiğinde en fazla hayvan sayısının 1 076 592 Honaz ilçesinde olduğu belirlenmiş, bunu sırayla 1 028 874 Çivril, 494 805 Tavas, 296 211 Buldan ve bunları diğer ilçeler takip etmektedir(Çizelge 1). Araştırmada hayvan sayısı verilerinden yola çıkılarak Denizli ilçelerinde günlük üretilen toplam yaş gübre miktarı 4 578 889 kg gün olarak hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denizli ilçelerindeki büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayısı (TUİK 2014)

İlçe	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanatlı	Toplam
Merkezefendi	5 245	24 576	21 530	51 351
Çardak	8 405	15 069	7 395	30 869
Çivril	39 709	95 755	893 410	102 8874
Güney	4055	15 000	144 287	163 342
Honaz	10 438	21 000	1 045 154	1 076 592
Kale	6 517	14 538	23 045	44 100
Acıpayam	52 210	70 914	62 388	185 512
Pamukkale	18 861	18 759	234 900	272 520
Babadağ	1 333	24 785	528	26 646
Baklan	7 207	15 240	7 690	30 137
Bekilli	1 531	19 817	3 172	24 520
Sarayköy	10 683	19 648	195 650	225 981
Serinhisar	3 950	48 905	5 287	58 142
Tavas	18 455	125 900	350 450	494 805
Çal	7 856	54 014	183 797	245 667
Bozkurt	8 050	12 400	4 688	25 138
Buldan	10 431	34 000	251 780	296 211
Beyağaç	3 610	8 977	8 385	20 972
Çameli	15 050	15 500	38 200	68 750
Toplam	233 596	654 797	3 481 736	4 370 129

Beş kişiden oluşan bir ailenin günlük bir saat aydınlatma için kullanım 0.15 m<sup>3</sup> saat-gün, günlük yemek pişirme ihtiyacı: 0.35 m<sup>3</sup> kişi-gün olarak bilindiğine göre (Kırımhan, 1981); günlük 8 saat

aydınlatma amaçlı kullanıldığı düşünülürse toplam ihtiyaç yaklaşık 3 m<sup>3</sup> gün olarak alınabilir. Denizli ili biyogazdan faydalanacak kişi sayısı Çizelge 2’de görülmektedir.

**Çizelge 2.** Denizli ilindeki günlük üretilen toplam yaş gübre ve biyogaz potansiyeli

	Hayvan sayısı (2014)	Yaş Gübre (kg/gün)	Biyogaz Miktarı (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg)	Faydalanacak kişi sayısı
<b>Büyükbaş</b>	233 596	2 335 960	81 759	136 265
<b>Küçükbaş</b>	654 797	1 964 391	98 220	163 700
<b>Kanatlı</b>	3 481 736	278 539	12 256	20 427
<b>Toplam</b>	4 370 129	4 578 889	192 234	320 390

Denizli ilinde potansiyel üretilebilecek günlük biyogaz miktarı toplamı 192 234 m<sup>3</sup> kg’dır. Denizli il ve ilçelerinde üretilebilecek potansiyel biyogaz miktarı küçükbaş hayvan yaş gübresinden 98 220 m<sup>3</sup> kg, kanatlı hayvan yaş gübresinden 12 256 m<sup>3</sup> kg ve büyükbaş hayvan yaş gübresinden 81 759 m<sup>3</sup> kg’dır. Üretilme potansiyeli olan biyogazdan yararlanabilecek

kişi sayısı literatür bilgilerine göre hesaplandığında, büyükbaş yaş gübresinden üretilen biyogazdan 136 265 kişi, küçükbaş yaş gübresinden üretilen biyogazdan 163 700 kişi ve kanatlı yaş gübresinden üretilen biyogazdan 20 427 kişi faydalanabileceği hesaplanmıştır. Toplam sayısı hesaplandığında 320 390 kişi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Denizli ilçelerindeki günlük üretilen biyogaz potansiyeli ve faydalanacak kişi sayısı

Yerleşim birimleri	Biyogaz (m <sup>3</sup> /gün)	Faydalanacak kişi sayısı	Yerleşim birimleri	Biyogaz (m <sup>3</sup> /gün)	Faydalanacak kişi sayısı
Merkezefendi	5 596	9 329	Bekilli	3 520	5 865
Çardak	5 227	8 713	Sarayköy	7 375	12 291
Çivril	31 405	52 343	Serinhisar	8 737	14 561
Güney	4 176	6 961	Tavas	26 578	44 296
Honaz	10 481	17 470	Çal	11 499	19 164
Kale	4 541	7 571	Bozkurt	4 694	7 823
Acıpayam	29 129	48 550	Buldan	9 637	16 061
Pamukkale	10 240	17 070	Beyağaç	2 640	4 399
Babadağ	4 184	6 976	Çameli	7 727	12 878
Baklan	4 835	8 059	Toplam	192 233	320 389

İlçeler bazında günlük biyogaz üretilme potansiyeli incelendiğinde ise Çivril ilçesi 31 405 m<sup>3</sup>, Acıpayam, 29 129 m<sup>3</sup>, Tavas 26 578 m<sup>3</sup> gün biyogaz üretebilme potansiyeline sahip olduğu hesaplanmıştır. Bu ilçeleri sırasıyla Çal, Honaz ve Pamukkale ilçeleri takip etmiştir. Biyogaz potansiyeli en yüksek olan Çivril, Acıpayam ve Tavas ilçeleri büyükbaş, küçükbaş ve

kanatlı hayvan sayıları kendi aralarında kıyaslandığında büyükbaş hayvan sayısı Acıpayam 52 210, Çivril 39 709 ve Tavas 18 455 olduğu belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan sayıları kıyaslandığında Tavas 125 900, Çivril 95 755 ve Acıpayam 70 914 ve kanatlı hayvan sayıları ise Çivril 893 410, Tavas 350 450 ve Acıpayam 62 388 olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada hayvan sayılarından yola çıkılarak Denizli merkez ve ilçelerinin günlük biyogaz üretim potansiyeli belirlenmiş ve hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyel değerleri diğer yakıtlarla karşılaştırmalar yapılmıştır.

Denizli ilindeki hayvan varlığına göre hesaplamalar sonucu elde edilen potansiyel biyogaz enerjisi, günlük 192 233 m<sup>3</sup>, yıllık olarak ise yaklaşık 70 milyon m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. İlçeler bazında en yüksek gaz üretebilme potansiyeli günlük 31 405 m<sup>3</sup>, yıllık olarak 11 milyon m<sup>3</sup> ile Çivril ilçesinden elde edilebileceği gözlenmiştir.

Eryılmaz ve arkadaşlarının(2015) Yozgat ilinde 2012 verilerine göre yapmış oldukları çalışmada hayvansal kaynaklı biyogaz potansiyeli tespitinde yıllık biyogaz potansiyeli Yozgat merkez ve ilçelerinde toplam 45 milyon m<sup>3</sup> olarak hesaplanmış, üretilme potansiyeli bulunan bu biyogazın yıllık 6 milyon m<sup>3</sup> Yozgat merkezden olabileceği belirlenmiştir. Doğu Marmara Kalkınma ajansının 2011 yılında yayınladığı Doğu Marmara Yenilenebilir enerji raporunda Yalova, Düzce, Bolu, Sakarya ve Kocaeli illerindeki hayvansal kaynaklı biyogaz potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Raporunda en fazla biyogaz üretebilme potansiyeline sahip ilçeler sırasıyla, Kocaeli ili Kandıra ilçesinde 26 milyon m<sup>3</sup>, Bolu ili Merkez ilçesinde 18 milyon m<sup>3</sup>, Sakarya ve Düzce illerinde ise 11 milyon m<sup>3</sup> ile

Merkez ilçelerinde ve Yalova ili Merkez ilçesinde ise 859 000 m<sup>3</sup> olduğu raporda belirtilmiştir(Anonim, 2011). Hayvansal kaynaklı atıklardan biyogaz üretilme potansiyeli Denizli merkezde yıllık 1 milyon m<sup>3</sup>, Çivril ilçesinde ise bu potansiyelin yıllık 11 milyon m<sup>3</sup> olduğu yaptığımız çalışmayla belirlenmiştir.

Yapraklı ve Bayramoğlu(2014) TRA1 bölgesinde(Erzincan-Erzurum-Bayburt) biyokütle enerjisinin potansiyelini ve ekonomik etkilerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada analiz sonuçlarına göre bitkisel ve hayvansal kaynaklı biyokütle enerjisi potansiyeli 4.778 TEP karşılık geldiğini belirlemişlerdir. Denizli ili geneli için hayvansal kaynaklı biyokütle enerjisi potansiyel değeri 36 486 TEP olarak hesaplanmıştır.

Denizli merkez ve ilçelerinde üretilme potansiyeli olan biyogaz ile ticari olan yakıtlarda karşılaştırılmalı olarak Çizelge 4'de verilmiştir. Denizli ili genelinde yılda elde edilebilecek biyogaz miktarının ısıl değeri; 46.30 milyon litre motorin ve 329 milyon kWh<sup>-1</sup> elektrik enerjisine karşılık gelmektedir. Ton eş değer Petrol olarak hesaplandığında ise 36.486 TEP karşılık gelmektedir. Bu ısıl değer ekonomik değer olarak, motorinde ise 179.67 milyon TL'ye karşılık gelmektedir. Elektrik enerjisi değeri ekonomik olarak hesaplandığında 115.42 milyon TL gibi bir rakam karşımıza çıkmaktadır( Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Denizli ilinde yıllık üretililecek biyogazın diğer yakıtlara göre miktar ve ekonomik eşdeğerliği

	Biyogaz m <sup>3</sup> /yıl	Motorin <sup>a</sup>		Elektrik <sup>b</sup>	
		Milyon Litre	Milyon TL	Milyon Kwh <sup>-1</sup>	Milyon TL
<b>Büyükbaş</b>	29.84	19.69	76.41	140.25	49.09
<b>Küçükbaş</b>	35.85	23.66	91.80	168.49	58.97
<b>Kanathı</b>	4.47	2.95	11.45	21.025	7.35
<b>Toplam</b>	70.16	46.30	179.67	329.77	115.42

a: EPDK 2015 Eylül motorin litre fiyatı 3.88 b:kWh<sup>-1</sup> biyogazdan üretilen elektrik satış birim fiyatı 0.35 TL(Anonim,2015).

Gelişmekte olan biyogaz teknolojisinin Denizli il genelinde yayılmasıyla hesaplanan miktarlarda maddi kaynağımız ülkemizde kalacak ve yeni teknolojilerin gelişmesinde önünü açacaktır. Iğdır ilinde yapılan bir çalışmada toplam üretililecek

biyogaz potansiyelinin elektrik enerjisindeki karşılığı yıllık 100 milyon kWh<sup>-1</sup> elektrik enerjisine karşılık gelirken(Altıkat ve Çelik, 2012) Denizli ili için bu elektrik enerjisi yıllık 329 milyon kWh<sup>-1</sup>'dir.

## SONUÇ

Çalışmamızda Denizli merkez ve ilçelerindeki biyogaz potansiyeli belirlenmeye çalışılmış ve ilçeler arasında Çivril ilçesinde biyogaz tesis çalışması için hayvansal kaynaklı atıkların rahatlıkla kaynak oluşturabileceği belirlenmiştir. Kanatlı hayvan sayısının en fazla olduğu ilçe olan Honaz ilçesinde de kanatlı hayvansal atıkların değerlendirilmesi için bir tesis çalışması yapılabilir. Denizli genelinde Denizli Kumkısıkkı çöplüğü biyogaz tesisi ve Denizli atık su arıtma biyogaz tesisi elektrik üretim santrali olmak üzere iki biyogaz tesisi faaliyet göstermektedir. Yapılan hesaplamalar ve çalışmalar Denizli merkez ve ilçelerinde hayvansal kaynaklı biyogaz tesisi kurulumu potansiyelinin olduğunu göstermektedir. Hayvansal kaynaklı atıkların değerlendirilmesi için kurulacak tesisler Denizli ilinin yenilenebilir enerji potansiyelini artırılmasında ve yenilenebilir enerji üreten iller arasında da lider konuma gelmesinde yardımcı olacaktır.

Günümüzde biyogaz tesislerinin artan önemine binaen teknolojisinde her geçen gün gelişmesi kırsal

kesimlerde kurulan tesisler vasıtasıyla elektrik, yakıt ve gübre olarak dışa bağımlılığın azalmasına yardımcı olacaktır. Dışa bağımlılığın azalmasıyla birlikte organik tarımın gelişmesinin önü açılmakta hemde çevre sorunu olan CO<sub>2</sub> salımına bir nebze de olsa çözüm bulunmaya çalışılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte biyogaz ile çalışan tarım araçlarının sayısının artması, çiftçinin en fazla harcaması olan motorine bağımlılığı azaltılabilecektir.

Motorine olan bağımlılığın azalmasıyla her çiftçi kendi yakıtını kendi yapabilecek, tarımsal üretimde kullanabileceği gübresinide bu tesislerden çıkan sıvı ve katı gübre olarak temin edebilecektir. Biyogaz tesislerinin kurulması sadece çevre dostu bir sistem geliştirmiş olmayacak bunun yanında ülkemiz tarımında gelişmesinde anahtar rol oynayabilecektir. Ülkemiz öz kaynaklarını daha verimli kullanarak, dışa daha az bağımlı, gelişmiş bir teknolojiyle birlikte tarımın gelişmesi doğru orantılı olarak ilerleyecek, bütün bu çalışmaların sonucunda sağlıklı bir nesil ve daha temiz bir çevre bırakabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Altıkat S., Çelik A., 2012. Iğdır İlinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 2(1): 61-66.
- Anonim 2015, Nilüfer Belediyesi Organik atıklardan biyogaz üretim tesisi fizibilite çalışması nihai raporu .
- Avcıoğlu A. O., Çolak A., Türker U, 2013. Türkiye'nin tavuk atıklarından biyogaz potansiyeli. Tekirdag Ziraat Fakültesi Dergisi. 10(1):21-28.
- Çağlayan G.H., Koçer N. N, 2014. Muş İlinde hayvan potansiyelinin değerlendirilerek biyogaz üretiminin araştırılması. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.2: 215-220.
- Eryılmaz T., Yesilyurt M.K, Gokdogan O., Yumak B, 2012. Determination of biogas potential from animal waste in Turkey: A Case Study for Yozgat Province. 2(4): 106-111.
- Hammad M., Badarneh D., Tahboub K., 1999. Evaluating variable organic waste to produce methane. Energy Conversion and Management, 40: 1463-1475.

- Karim K., Hoffmann R., Klasson T.K, Al-Dahhan, M.H, 2005. Anaerobic digestion of animal waste: Effect of mode of mixing. Water Research, 39: 3597-3606
- Kırımhan S., 1981, Biyogazın oluşumu - özellikleri ve Türkiye'de yararlanma imkanları, Uluslararası Biyogaz Semineri, 23-26 Kasım 1981, Ankara, ss. 158-172. Anonim,2011. DoğuMarmara yenilenebilir enerji raporu. <http://www.marka.org.tr/sayfa/202/205/dokuman-arsivi>.
- Koçer N. N., Kurt., G, 2013.Malatya'da hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi. SAÜ. Fen Bil. Der.1: 1-8
- TUIK 2014. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri .
- Yaldız O., 2004. Biyogaz teknolojisi. Ders Kitabı, Akdeniz Üniversitesi Yayınları, Yayın no: 78, Antalya,181 sayfa.
- Yapraklı S. ve Bayramoğlu T, 2013. Biyokütle enerjisi ve yerel ekonomik büyüme: TRA1 ve TRA2 Bölgeleri Üzerine Tanımsal Analizler. C. Çopuroğlu (Ed.). 2. Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı Konferans Bildirileri, 16-17 Mayıs 2013, Elazığ.