

## **Isparta İli İçin Mevcut Hayvan ve Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi**

**Cihannur CİHANALP<sup>1</sup>, Ahmet SÜSLÜ<sup>1</sup>, Recep KÜLCÜ<sup>2,\*</sup>**

<sup>1</sup>*Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Isparta.*

<sup>2,\*</sup>*Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Isparta, +90 246 211 86 12, recepkulcu@sdu.edu.tr.*

### **ÖZET**

Günümüzde hızla artan nüfus, gelişen teknoloji ve yaygınlaşan sanayi beraberinde enerji sorununu da getirmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları çevreyi kirletmeyen, insan ve diğer canlıların yaşamı için tehdit oluşturmayan ve enerji ithalatı gerektirmeyen özellikleri nedeniyle son yıllarda ilgi odağı haline gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğada var oldukları ve tükenecek bir rezervlerinin olmaması nedeniyle sürdürülebilir özelliktedirler. Ayrıca bu kaynakların kullanılması sonucunda sera gazı emisyonlarının oluşmaması nedeniyle kalkınmada sürdürülebilirlik ilkesinin de oluşturulmasında stratejik öneme sahiptirler.

Güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidrolik, hidrojen, dalga enerjileri günümüzde yararlanılan yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak biyogaz, hayvansal ve bitkisel atıkların oksijensiz ortamda ayrışması sonucu açığa çıkan bir gaz karışımıdır ve biyokütle enerjisi içerisinde sınıflandırılmaktadır. Biyogaz üretimi hem atıkların sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda yönetilmesinde çevreci ve kontrollü bir yaklaşımı ortaya koymakta hem de atıklardan enerji elde edilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada, Isparta ili için mevcut hayvan potansiyeli belirlenmiş, bu hayvanlardan bir yılda açığa çıkan gübre miktarları hesaplanmıştır. Daha sonra açığa çıkan hayvan gübrelerinin biyogaz tesislerinde işlenmesi durumunda üretilebilecek biyogaz, metan, elektrik ve ısı enerjisi miktarları bulunmuştur. Yapılan hesaplamalara göre 2015 istatistiklerine göre Isparta ilinde hayvanlardan yılda yaklaşık 2,2 milyon ton gübre açığa çıktığı belirlenmiştir. Bu gübrelerin biyogaz tesislerinde işlenmesiyle yılda 64 milyon m<sup>3</sup> metan üretilebilmektedir. Bu metanın kojenerasyon sistemlerinde yakılmasıyla yılda 223.712.330,04 kWh elektrik ve 255.671.234,33 kWh ısı enerjisi üretme potansiyeli bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, biyogaz, Isparta hayvan potansiyeli, biyogaz hesabı.**

### **Determination of Live Animal Stocks and Biogas Potentials of Isparta City**

#### **ABSTRACT**

Nowadays, rapidly increasing population, developing technology and widespreading industry have brought with energy problem. Renewable energy resources have been the center of attraction in recent years due to features of being non-polluting, of non-posing any threat for the life of human and the other living creatures and non-requiring energy import. Renewable energy resources are in the sustainable feature due to existing in nature and not to have any wasting reserve. Also at the end of having been used these resources, they have a strategic significance in the setting off sustainability principle in development due to being nonformation greenhouse gas emissions. Solar, wind, biomass, geothermal, hydraulics, hydrogen, wave energy are renewable energy resources that are available at the present time. Biogas as renewable energy resource is the gas mixture arising by virtue of decomposing of animal and vegetable wastes in an anaerobic environment and is classified in a biomass energy. Biogas production both has put forward an ecological and controlled approach in being directed in accordance with the sustainability principle of the wastes and has provided being obtained energy from the wastes. In this study, the

*available animal potential has been stated for Isparta province, and the manure amount released from these animals in a year, has been calculated. Then, the amount of biogas, methane, electricity, thermal energy that will be able to produce in case of being run released animal manure in the biogas institutions, has been found. According to calculations made and 2015 statistics, in Isparta province, it has been stated that 2,2 million tones manures per year were released from animals. 64 million m<sup>3</sup> methanes per year are able to produce along with being run these manures in the biogas institutions. This methane has 223.712.330,04 kWh electricity and 255.671.234,33 kWh thermal energy production potential per year along with being burnt in cogeneration systems.*

**Keywords: Renewable energy, biogas, Isparta, livestock potential, biogas calculation**

## GİRİŞ

Dünyamızda artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte her yıl enerji ihtiyacı artmakta olup bu ihtiyacı karşılamakta olan fosil yakıt rezervleri ise çok daha hızlı bir şekilde tükenmektedir. Bununla birlikte fosil yakıtların kullanımı sonucunda açığa çıkan sera gazı emisyonları dünya ortalama sıcaklığını yükseltmekte bunun sonucunda buzulların erimesi, sıcak su akıntılarının yön değiştirmesi, yağış rejimlerinin bozulması ve iklim değişiklikleri gibi doğal afetlere sebebiyet vermektedir. Bu sebepler neticesinde çevre kirliliği yaşatmayan, insan ve tüm canlıların sağlığını tehdit etmeyen, dışa bağımlılığı olmayan, tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarına 20.yüzyılın son çeyreğinde ilgi artmış ve araştırmalar hız kazanmıştır.

Yenilenebilir enerji, doğal kaynaklardan elde edilen ve sürdürülebilirliği olan enerjilerdir. Güneş, rüzgar, biyokütle, jeotermal, hidrolik, hidrojen, dalga enerjileri olarak doğada kendiliğinden var olan, yenilenebilen kaynaklardan elde edilirler.

Dünya'da enerji ihtiyacının, %32.8'lik kısmı petrolden, %27.2'lik kısmı kömürden, %20.9'u doğal gazdan, %10.2'lik kısmı biyoyakıt ve atık enerji kaynaklarından, %5.8'i nükleer enerji kaynaklarından, %2.8'lik kısmı hidrolik enerji kaynaklarından ve geriye kalan %0.8'lik kısmı ise jeotermal, rüzgar, güneş vb. diğer enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Bu durum dünyada enerji ihtiyacının çok büyük kısmının fosil enerji kaynaklarından karşılandığını göstermektedir (Özgören vd., 2012).

## TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ

Türkiye’de, dünyada olduğu gibi, artan nüfusa ve büyüyen ekonomiye paralel olarak enerji kaynaklarına olan talep hızla artmakta bu durum ise ülkenin enerji ithalini arttırmaktadır. Yoğunlaşan talepler doğrultusunda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından enerji ve doğal kaynaklar alanında 62 adet hedeften oluşan 2015-2019 Stratejik Planı geliştirilmiştir (ETKB, 2016).

Türkiye enerji arzını büyük oranda fosil kaynaklardan sağlamaktadır. Ancak bu kaynakların büyük bir kısmı ithal edilmektedir. Çizelge 1’de Türkiye’nin fosil enerji kaynaklarının ithalatında, Dünya sıralamasındaki yeri gösterilmiştir. Bu durum ülkemizin enerji bağımlılığının azaltılması açısından yerli kaynaklara yönelmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu koşullarda yenilenebilir enerji kaynakları çevre dostu yapıları, ülkemizde yüksek potansiyele sahip olmaları ve ulusal kaynaklar olmaları nedenleriyle, ithal edilen fosil enerji kaynaklarına karşı desteklenmeli ve kullanımı oranı arttırılmalıdır.

Çizelge 1. Türkiye'nin Enerji İthalatında Dünyadaki Sıralaması (Türkyılmaz, 2016)

Kaynak	İthalat Miktarı	Dünyada Kaçınıcı Sıradayız
Doğal Gaz	45 Milyar m <sup>3</sup>	5.
Petrol	35 Milyon Ton	13.
Kömür	30 Milyon Ton	8.
Petro Kok	4 Milyon Ton	4.

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde biyokütle enerjisinin ayrı bir önemi bulunmaktadır. Biyokütle bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik yapıları ifade etmektedir Bitkisel ve hayvansal kökenli biyoküteller farklı proseslerden geçirilerek yakıt üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu prosesler fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemleri içermektedir. Biyokütellerin enerji üretmek amacıyla biyolojik olarak işlenmesinde Dünya'da yaygın olarak kullanılan işlem biyogaz üretimidir.

### ***Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Biyogaz***

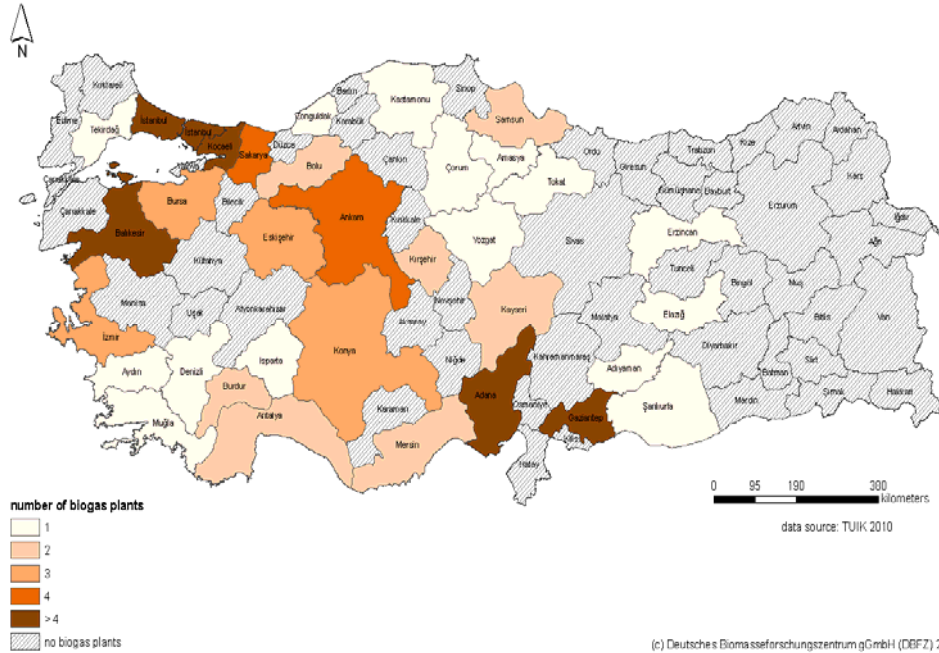
Biyogaz oluşumu üç aşamada gerçekleşmektedir bunlar; hidroliz, asit oluşturma ve metan oluşumudur. İlk aşama atığın mikroorganizmaların salgıladıkları enzimlerle çözünür hale dönüştürülmesi aşamasıdır. Sonraki aşamada ise asit oluşturuca bakteriler devreye girer ve bu maddeleri asetik asit gibi ufak yapıllı maddelere dönüştürürler. Üçüncü ve son aşamada metanojen bakteriler aktif olurlar ve önceki aşamalarda oluşan bileşiklerden metan üretimini gerçekleştirirler (Kılıç, 2011).

Çizelge 2. Temel Atık Karakteristikleri (Biyogaz Türkiye, 2016)

Hammadde Tipi	Birim Hayvan için Gübre Üretimi (kg/hayvan. gün)	KM (kuru madde) (%)	UKM (Uçucu kuru madde) (%)	Hammadde Özgül Metan Üretim Oranı (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg UKM)
Süt Sığıırı	43	12	10	0,175
Besi Sığıırı	29	8,5	7,2	0,325
Dana	2,48	5,2	2,3	0,175
Domuz	5,88	11	8,5	0,4
Koyun	2,4	11	9,2	0,3
Keçi	2,05	13	9,5	0,3
At	20,4	15	10	0,3
Etçi Tavuk	0,187	22	17	0,35
Yumurtacı Tavuk	0,128	16	12	0,35
Hindi	0,376	12	9,1	0,35
Ördek	0,33	31	19	0,35
Yemlik Pancar		18,0	79,0	0,46
Patates		25,0	79,0	,028
Mısır		85,0	72,0	0,41
Buğday		87,0	87,0	0,39

Kolza		88,0	93,0	0,34
Çim		18,0	88,0	0,35
Yonca		20,0	80,0	0,35
Kabak		22,0	82,0	0,26
Şeker Pancarı		15,0	80,0	0,23
Çavdar		85,0	87,0	0,37
Arpa		93,0	86,0	0,44
Bira Yapım Atıkları		83,0	85,0	0,48
Mezbaha Atıksuları		10,0	81,0	0,90

Çizelge 2'de; Hammadde tiplerine göre birim hayvan için gübre üretimi, kuru madde ve uçucu kuru maddelerin hammadde tiplerine göre yüzde oranları ve hammadde özgül metan üretim oranları verilmektedir. Kurulacak biyogaz tesislerinde üretilecek biyogaz ve metan miktarlarının hesaplanmasında bu parametreler kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen hesaplamalarda bu değerler referans alınmıştır.



Şekil 1. Türkiye'deki Biyogaz Tesislerinin Dağılımı (Türk-Alman Biyogaz Projesi, 2016)

Şekil 1'de verilen haritada Türkiye'deki biyogaz tesislerinin dağılımları tesis sayılarına göre verilmiştir. Türkiye genelindeki tesis sayıları incelendiğinde ülkemizde bazı illerde biyogaz tesisleri kurulmuş ve işletilirken, bazı yerlerde henüz bir faaliyetin olmadığı görülmektedir. Bu illerde hayvancılık faaliyetlerinin olduğu göz önünde bulundurulduğunda zamanla biyogaz tesislerinin ülke geneline yayılacağı tahmin edilmektedir. Isparta'da hayvan gübrelerinin değerlendirilmesinde biyogaz alternatifinin henüz kullanılmadığı bir ilimizdir.

Biyogaz sistemleri, pek çok bakımdan avantajlara sahiptir. Temiz ve ısı değeri yüksek, ucuz, çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağıdır. Biyogaz üretimi sonrası hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumların çimlenme özelliği kaybolmaktadır. Biyogaz üretim sonrası atıklar değerli bir organik gübre haline dönüşür. Atıkların toprağa kazanılmasını sağlar. Biyogaz

kırsal kesimde çevre sağlığını olumlu etkilemektedir. Sebebi ise, biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübre kokusu hissedilmeyecek oranda yok olmaktadır.

Dünyada kurulu olan biyogaz tesislerinin % 80'i Çin, %10'u Hindistan, Nepal ve Tayland'dadır. Avrupa da hayvan gübrelerinden biyogaz üreten tesis sayısı en yüksek olan ülke Almanya'dır ve bu ülkede 2,200 tesis bulunmaktadır. Bu ülkeyi 70 tesis ile İtalya takip etmektedir. Almanya'da biyogaz tesislerinin yapımı 1993 yılından itibaren artış göstermiş ve o yıldan günümüze kadar 139 tesisten 2,200 tesise kadar artmıştır (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2016).

Türkiye'de 10.05.2015 tarihi itibarıyla yürürlüğe giren YEK kanunu ile biyogazdan üretilen elektrik alım garantisi içerisine dahil edilmiştir. 18.04.2007 tarihli ve 5627 sayılı kanununun 17. maddesi gereğince 2005 tarihli yasanın 6. maddesi, YEK'lerden üretilen elektrik enerjisinin satış fiyatına dair EPDK'nın belirlemiş olduğu 5 ila 5,5 Avro cent/kWh fiyat aralığı üzerinden satılmasını sağlamıştır. 2010 yılında ise 6. madde tamamı değiştirilerek, YEK Destekleme Mekanizmasına dayalı üretim yapan tüzel kişilerin faydalanabileceği fiyat, süreler ve bunlara yapılacak ödemelere ilişkin usul ve esaslar belirlenmişti (Külcu vd., 2011).

29 Aralık 2010 Tarihinde TBMM'de kabul edilerek yürürlüğe giren yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmeye yönelik kanunda, enerji üretiminde kullanılan tesislerde yerli üretim aksam ve teçhizat kullanımı durumunda ek destekler uygulanması da öngörülmüştür.

Buna göre, yenilenebilir enerji kaynaklarından (YEK) elektrik üreten tesisler için "YEK destekleme mekanizmasında" biokütleyle dayalı üretim tesisi için (çöp gazı dahil) elektrik satın alma fiyatı 13.3 dolar sent/kWh olarak belirlenmiştir. Ancak bu rakam tesiste kullanılan yerli teknoloji düzeyine bağlı olarak 18.9 dolar sent/kWh seviyesine yükselebilmektedir.

## ISPARTA'NIN CANLI HAYVAN ve BİYOGAZ POTANSİYELİ

Hayvancılık Isparta ve çevresinde oldukça önemli bir yer tutmakta olup hayvancılığın her türüsünü görmek mümkündür. Bu bağlamda şunu söyleyebiliriz ki hayvancılığın Isparta ekonomisindeki payı oldukça büyüktür.

İl geneline baktığımızda ise; Keçiborlu'nun Kılıç ve Senir kasabaları başta olmak üzere Merkez ve Gelendost ilçelerinin bazı köylerinde besihaneler mevcut olup, bunlarda büyük baş hayvan besiciliği yapılmaktadır. Ayrıca Senirkent ve Yalvaç ilçelerinde ise yaygın bir şekilde koyun yetiştiriciliği yapılmaktadır.

İl dahilinde, Eğirdir, Sütçüler, Merkez ilçe ve Keçiborlu başta olmak üzere önemli oranda kıl keçisi beslenmektedir. İlde az da olsa Yalvaç ve çevresinde tiftik keçisi de beslenmektedir. Yine son yıllarda yöreye devletçe damızlıkların bolca verilmesi nedeni ile süt inekçiliğinde de büyük sıçramalar olduğu görülmektedir [9].

Günlük ortaya çıkan gübre miktarı hayvanların gübre verimleri cinslerine göre değişik miktarlarda olabilmektedir. Hayvanların merada veya ahırda beslenmeleri günlük üretimi etkiler. Gübre miktarının hesabında; Büyükbaş hayvan canlı ağırlığının %5-6'sı kg-yaş gübre/gün, Koyun-Keçi canlı ağırlığının %4-5'si kg-yaş gübre/gün, tavuk canlı ağırlığının %3-4'si kg-yaş gübre/gündür (Isparta İl Kültür Turizm Müdürlüğü, 2016).

Çizelge 3. Isparta ilinin hayvan cinslerine göre gübre potansiyeli (TUIK, 2016)

Hayvan Cinsi	Yetişkin	Genç-Yavru	Yetişkin Cinsinden Toplam Hayvan Sayısı*	Çıkan Atık Miktarı (ton/yıl)
Sığır	101.506	38.745	120.878	1.897.180,21
Koyun	211.168	66.271	244.304	214.010,30

<b>Keçi</b>	175.466	44.169	197.551	147.817,54
<b>Yumurta Tavuğu</b>	217.103	-	-	10.143,05
			<b>Toplam</b>	2.269.151,10

\*Toplam hayvan sayısı, Yavru Hayvan Sayısının yarısının yetişkin sayısına eklenmesiyle hesaplanmıştır.

### *Isparta'nın Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyeli*

Çizelge 2'de verilen atık karakteristikleri ve Çizelge 3'de verilen hayvan cinslerine göre açığa çıkan atık miktarları ile yapılan hesaplamalara göre Isparta iline ait potansiyel atıkların biyogaz alternatifi ile değerlendirilmesi sonucunda elde edilebilecek metan miktarları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Isparta ilindeki hayvan cinsine göre üretilebilecek limit metan değerleri.

<b>Hayvan Cinsi</b>	<b>Çıkan Atık Miktarı (ton/yıl)</b>	<b>Metan üretimi (m<sup>3</sup>/yıl)</b>
<b>Sığır</b>	1.897.180,21	38.594.216,07
<b>Koyun</b>	214.010,30	14.767.353,01
<b>Keçi</b>	147.817,54	10.276.423,49
<b>Yumurta Tavuğu</b>	10.143,05	665.637,80
<b>Toplam</b>	2.269.151,10	64.303.630,37

Çizelge 4'de verilen çıkan atık miktarları ve bu atıklardan elde edilebilecek metan miktarlarının hesaplanmasında Çizelge 2'de verilen parametreler kullanılmıştır.

### *Ispartada Biyogazdan Elde Edilebilecek Çıktılar*

Isparta'da mevcut koşullarda hayvan yetiştiriciliğinden 2.269.151,10 ton atık açığa çıkmaktadır ve bu atıkların biyogaz üretiminde değerlendirilmesi sonucunda yılda 64.303.630,37 m<sup>3</sup> metan üretme potansiyeli bulunmaktadır. Bu metan gazının elektrik enerjisi üretilmesi amacıyla bir kojenerasyon ünitesinde yakılması sonucunda ise soğutma suyunda biriken ısı enerjisi miktarı 255.671.234,33 kWh/yıl ve üretilecek elektrik enerjisi miktarı da 223.712.330,04 kWh/yıl'dır.

### *Elektrik üretimini ekonomik değeri*

YEK kanunu kapsamında yenilenebilir enerji olarak değerlendirilen biyogaz tesislerinden üretilen elektriğin alım fiyatı, tesiste kullanılan teknolojinin yerli olma oranına göre değişiklikler göstermektedir. Tesiste kullanılan teknolojinin yerli olması her bir üniteye göre üretilen elektriğin satış fiyatını etkilemektedir. Isparta ili için yapılmış hesaplamalar sonucunda kurulacak bir tesiste kullanılacak proses kontrol ünitelerinin tamamının yerli veya tamamının yabancı teknolojiler kullanılarak üretilmiş olması senaryolarına göre oluşturulabilecek parasal değerlerin karşılıkları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Kullanılan teknoloji senaryolarına göre üretilen elektriğin parasal karşılıkları

<b>Kullanılan Teknoloji Senaryoları</b>	<b>Birim Fiyat (\$ cent/kWh)</b>	<b>Üretilen elektriğin parasal karşılığı (€/yıl)</b>
<b>Tamamen ithal</b>	13,3	26.297.843,00
<b>Tamamen yerli</b>	18,9	37.207.834,73

### *Fermente gübre üretiminin ekonomik değeri*

Biyogaz üretimi sonucunda açığa çıkan işlenmiş ve sulandırılmış gübre aynı zamanda gübre piyasasında ticari nitelikte bir ürünü de temsil etmektedir. Bu sebeple biyogaz üretim işleminden geçmiş atığın seperatörde işlenerek %20 nem içerikli gübreye dönüştürülmesi sonucunda 709.109,72 ton/yıl gübre elde edilmektedir.

%20 nem içerikli bu gübrenin piyasadaki parasal karşılığı olan 50 €/ton üzerinden yapılan hesaplama sonucunda 35.455.485,97 €/yıl gelir elde edilmiş olacaktır.

### *Isıl enerji üretiminin ekonomik değeri*

Üretilebilecek biyogaz miktarı üzerinden yapılan hesaplamalar sonucunda kojenerasyon ünitelerinde yakılan biyogazın açığa çıkarttığı atık ısı enerjisi miktarı 255.671.234,33 kWh/yıl'dır. Bu enerjinin parasal karşılığı birim fiyatı 0,0209 €/kWh (Doğalgaz referans alınmıştır) üzerinden 5.343.528,79 €/yıl olarak hesaplanmıştır.

### *CO<sub>2</sub> Azaltması*

Biyogaz enerji kaynağı olarak yenilenebilir enerji kategorisinde değerlendirilmektedir. Bu nedenle biyogazın kojenerasyon sistemlerinde yakılması sonucunda açığa çıkan emisyonlar doğanın kendi çevrimi içerisinde değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, Isparta'da hayvansal atıklardan üretilebilecek biyogazın kojenerasyon sistemlerinde kullanılmasıyla üretilen elektrik enerjisi bu elektriğin fosil kaynaklardan üretilmesi durumuna göre yıllık 225.565,95 ton/yıl CO<sub>2</sub> gazı salınımı azaltılmış olacaktır.

## **SONUÇ**

Dünyamızda enerji ihtiyacının artması ve fosile dayalı enerji kaynaklarının hızla tükenmekte olması dolayısıyla, insanlara ve diğer canlıların sağlığına zarar vermeyen, temiz, güvenilir, sürdürülebilir, yerli ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi, kullanımı hızla yaygınlaştırılmalıdır. Artan enerji ihtiyacı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabilmesi için mevcut yatırımlar genişletilmeli, araştırmalar artırılmalı, teşvikler yatırımcıları umutlandırmalıdır. Geleceğin yakıtı olarak olarak adlandırılan biyogaz, çevreye karşı duyarlı bir enerji ve gübre kaynağı olması, ucuz olması sağlığa zarar vermemesi gibi birçok etken maddeler doğrultusunda gelişmesi adına yatırımların önü açılmalı, gerek bilimsel araştırmalar gerekse sektörel araştırmalar ve uygulamalar yaygınlaştırılmalıdır.

Bu çalışmada, ülkemiz için stratejik öneme sahip olan biyogaz teknolojisinin Isparta ölçeğinde hayvan gübrelerinin değerlendirilmesinde kullanılması senaryosu için hesaplanan çıktılar ve bu çıktıların ekonomik karşılıkları sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre Isparta'da hayvan gübrelerinden yılda 64.303.630,37 m<sup>3</sup> metan üretme potansiyeli bulunmaktadır. Bu metanın kojenerasyon ünitelerinde yakılması sonucunda yılda 255.671.234,33 kWh ısı enerjisi ve 223.712.330,04 kWh elektrik üretme potansiyeli bulunmaktadır. Biyogaz tesislerinin bir çıktısı da fermente gübredir ve Ispartada biyogaz tesislerinden yılda 709.109,72 ton gübre üretme potansiyeli bulunmaktadır. Isparta'da hayvan gübrelerinden biyogaz üretecek tesislerden elde edilebilecek tüm çıktıların yıllık parasal karşılığı; 35.455.485,97 € (fermente gübre) 37.207.834,73 € (elektrik üretimi) ve 5.343.528,79 c (ısı enerjisi) olmak üzere toplam 78 006 849,49 € seviyesindedir.

## KAYNAKLAR

- Biyogaz Türkiye. (2016). Temel Atık Karakteristikleri. Erişim Tarihi: 16.02.2016  
[http://biyogaz.org.tr/silaj\\_depolama.asp](http://biyogaz.org.tr/silaj_depolama.asp)
- ETKB. (2016). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2016). ETKB 2015-2019 Stratejik Planı- Enerji. Erişim Tarihi:18.03.2016.sp.enerji.gov.tr/ETKB\_2015\_2019\_Stratejik\_Planı.  
<http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>  
<http://www.ispartakulturturizm.gov.tr/TR,71027/ekonomik-yapi.html>  
[http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do%3Falt\\_id=1001TÜİ](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do%3Falt_id=1001TÜİ)
- Isparta İl Kültür Turizm Müdürlüğü (2016). Ekonomik Yapı. Erişim Tarihi: 13.03.2016.
- Kılıç, F. (2011). Biyogaz, Önemi, Genel Durumu ve Türkiye'deki Yeri. Mühendis ve Makine, 52 (617), 94-106.
- Külcü, R., Süslü, A., Ekinci, K., Yıldız, O. (2011).Türkiye'de Hayvansal Atıkların Yönetiminde Biyogaz Seçeneği ve Yek Kanunu. UKAY, 2011, KKTC.
- Özgören, M., Köse, F., Aksoy, M, H., Canlı, E., Solmaz, Ö., Doğan, S, Yağmur, S. (2012). Konya'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları Malzeme Üretilebilirlik Araştırması. Fizibilite raporu Yeryüzü Enerji Sistemleri Ltd. Şti.
- TÜİK, 2016. Veritabanları. Erişim Tarihi: 16.03.2016.
- Türk-Alman Biyogaz Projesi. (2016). Erişim tarihi 07/02/2016. <http://www.biyogaz.web.tr/>
- Türkyılmaz, O. (2016). Ocak 2015 İtibarıyla Türkiye'nin Enerji Görünümü Raporu. 29.01.2016  
[www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/a5a69d7ec06d9cd\\_ek.pdf](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/a5a69d7ec06d9cd_ek.pdf)
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. (2016). Biyogaz.Erişim Tarihi: 31.01.2016.