

## Adana ve Mersin’de Bulunan Etlik Piliç Kümeslerinde Oluşan Gübrenin Biyogaz ve Elektrik Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi

Metin DAĞTEKİN<sup>\*1</sup>, Ali AYBEK<sup>2</sup>, M. Emin BİLGİLİ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Ceyhan Meslek Yüksekokulu, Ceyhan, Adana

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>3</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

Geliş tarihi: 07.01.2019

Kabul tarihi: 28.06.2019

### Öz

Bu çalışmanın amacı, Adana ve Mersin’de bulunan etlik piliç (broiler) işletmelerinde oluşan gübrelere biyogaz enerji potansiyelini belirlemek ve konuya ilişkin yerel ölçekte sürdürülebilir çözümler oluşturmaktır. Çalışmada ayrıca ilçeler bazında biyogaz enerji değerlerinin yersel değişim haritalarının oluşturulması ve bölgede aile tipi biyogaz tesisinin kurulmasının elektrik üretimine katkısı da irdelenmiştir. Çalışmada, Mersin ilinin etlik piliç gübresinden yıllık üretilebilecek biyogaz metan potansiyeli 70.679.580,90 m<sup>3</sup>, ısı enerji miktarı 25.911,13 GJ ve elektrik enerji miktarı 2.879,01 MW<sub>he</sub> olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Adana İli’nde ise sırası ile 32.080.138,64 m<sup>3</sup>, 11.760,58 GJ ve 1.306,73 MW<sub>he</sub> olarak tespit edilmiştir. İlçeler bazında etlik piliç gübresinden yıllık elektrik enerjisi üretimi; Mersin İli için en yüksek değer Tarsus İlçesi’nde (2.093,29 MW<sub>he</sub>) belirlenmiştir. Bunu sırası ile Akdeniz (284,74 MW<sub>he</sub>) ve Çamlıyayla (151,83 MW<sub>he</sub>) izlemiştir. Adana’da ise, en yüksek değer Ceyhan (327,84 MW<sub>he</sub>) ilçesinde belirlenmiştir. Bunu sırası ile Yüreğir (280,21MW<sub>he</sub>), Seyhan (273,06 MW<sub>he</sub>), Sarıçam (132,99 MW<sub>he</sub>) ve Karaisalı (128,87 MW<sub>he</sub>) izlemiştir. Çalışma sonucunda, söz konusu bu ilçelerde biyogaz tesislerinin kurulması için uygun potansiyelin olduğu tespit edilmiştir. Kurulacak biyogaz tesislerinin kümeslerde aydınlatma, ısıtma, su ve yem dağıtımında kullanılan elektrik motorlarının ve işletmedeki ailelerin elektrik ihtiyacını karşılayabileceği belirlenmiştir. Ayrıca, kurulacak biyogaz tesislerinin bölgede metan gazının çevreye verdiği zararları önleyebilecek fermente edilmiş ve gazı alınmış hayvansal gübrelere organik gübre olarak işletmelere bir ticari değer katkısı da sağlayabilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Biyogaz, Etlik piliç, Gübre, Elektrik enerjisi

### Evaluation of Biogas and Electricity Production Potential of Fertilizer in Broiler Poultry Houses in Adana and Mersin

#### Abstract

The aim of this study is to determine the biogas energy potential of fertilizers in broiler poultry houses located in Adana and Mersin and to create sustainable solutions on a local scale. In the study, the creation of local change maps of biogas energy values on the basis of districts and the contribution of the

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): Metin DAĞTEKİN, [mmdagtekin@gmail.com](mailto:mmdagtekin@gmail.com)

establishment of family type biogas plant in the region to electricity production were also examined. In the study, the biogas methane potential of Mersin province which is produced from broiler fertilizer is calculated as 70,679,580.90 m<sup>3</sup>, the heat energy amount is 25,911.13 GJ and the electrical energy amount is 2,879.01 MW<sub>he</sub>. These values were determined as 32,080,138.64 m<sup>3</sup>, 11,760.58 GJ and 1,306.73 MW<sub>he</sub> in Adana province, respectively. Annual electricity production from broiler manure based on districts; The highest value for the province of Mersin (2,093.29 MW<sub>he</sub>) was determined in the district of Tarsus. It was followed by Akdeniz (284.74 MW<sub>he</sub>), and Çamlıyayla (151.83 MW<sub>he</sub>), respectively. In Adana, the highest value was determined in Ceyhan (327.84 MW<sub>he</sub>). This was followed by Yüreğir (280.21 MW<sub>he</sub>), Seyhan (273.06 MW<sub>he</sub>), Sarıçam (132.99 MW<sub>he</sub>) and Karaisalı (128.87 MW<sub>he</sub>). As a result of this study, it has been determined that there is a potential for the establishment of biogas plants in these districts. It is determined that the biogas plants to be installed can meet the electricity needs of electric motors and families in operation in lighting, heating, water and feed distribution in the poultry houses. In addition, it will be able to provide a commercial value contribution to the enterprises of fermented and degassed animal fertilizers as organic fertilizers which can prevent the environmental damage of methane gas in the region.

**Key words:** Biogas, Broiler, Fertilizer, Electrical energy

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması ve gelişen sanayileşmeyle birlikte, enerji kaynakları kullanımı önemli seviyelere ulaşmıştır. Fosil kökenli yakıtlar dünyanın enerji arzında büyük paya sahiptir ve mevcut çevresel sorunlara, özellikle hava kirliliği ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Buna göre, kaynakların hızlı tükenmesi ve fiyat dalgalanmaları, dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları eğiliminde bir artışa neden olmuştur [1,2].

Ülkemiz enerji kaynakları bakımından sınırlı sayıda rezervlere sahiptir ve enerji kullanımının yaklaşık %60’ını dışarıdan ithal etmektedir. Fakat ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin olup, yeterince değerlendirilmemektedir [3,4]. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde yer alan biyokütle enerji kaynaklarından elde edilen yakıtlardan biri de biyogazdır. Çevresel ve sağlık sorunlarına yol açan organik atıkların işlenerek zararsız hale getirilmesi ve bu atıkların enerjiye dönüştürülmesini sağlayan biyogaz teknolojisi yenilenebilir enerji üretiminde en ön sırada yer almaktadır. Biyogaz, organik bazı atıkların oksijensiz ortamda (anaerobik) fermantasyonu sonucu ortaya çıkan rensiz, kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan ve bileşiminde yaklaşık olarak %55-75

metan, %24-44 karbondioksit ve çok az miktarlarda hidrojen sülfür, azot, karbon monoksit, oksijen ve hidrojen bulunan bir gaz karışımdır [5-7]. Biyogaz doğal gaza alternatif bir gaz yakıt olarak doğrudan yakma-ısınma ve ısıtmada, motor ve türbin yakıtı olarak, elektrik enerjisi elde edilmesinde, yakıt pili yakıtı olarak, doğal gaz içine katkı olarak ve kimyasalların üretiminde kullanılmaktadır.

Ülkemizde hayvan potansiyelinin, tarımsal alanların, hayvancılık ve tarımla uğraşan nüfusun fazla olmasından dolayı biyogaz, ülkemiz için etkili bir enerji kaynağı potansiyelini taşımaktadır [2,8]. Ülkemizin yıllık ve toplam geri kazanılabilir biyokütle enerji potansiyeli sırasıyla 32,6 ve 17,2 MTEP (Milyon Ton Eşdeğer Petrol) olarak tahmin edilmektedir. Bu enerji potansiyeli içerisinde hayvancılıktan yaklaşık 72 milyon ton yıllık hayvan gübresi tahmini yapılmaktadır [9].

Hayvan gübresinin büyük bir bölümünün doğrudan kırsal alanlarda ısıtma amacıyla kontrolsüz depolanması veya yakılması, gübrenin kalitesinde azalmaya, enerjinin çoğunun kaybına, koku ve görsel sorunlara, toprak ve su kirliliği gibi çeşitli çevre ve sağlık sorunlarına da neden olmaktadır [10]

Etlik piliç (broiler) gübresinden biyogaz ve elektrik enerjisi üretimi ile söz konusu gübrelerin

çevresel sorunlarının çözümüne yönelik önemli bir alternatiftir. Ülkemizde yıllık etlik piliç üretimi 221 milyon adete ulaşmış olup, bu rakamın yaklaşık 23 milyon adeti Adana ve Mersin illerinde yetiştirilmektedir [11]. Bu rakam biyogaz enerji üretimi için kullanılan kümes atıklarının bölgede ne denli yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca bölgede bu atıkların uygun bir şekilde bertaraf edilmesi çevre güvenliği açısından da önem taşımaktadır.

Adana ve Mersin illerinde etlik piliç üretimi kırsal kesimde yapılmakta ve bölgedeki üreticilerin büyük çoğunluğunu aile tipi işletmeler oluşturmaktadır. Bölgede yılda genellikle 5 dönemde yapılmakta olan yetiştiricilik; kümesin fiziki koşulu, bölgenin iklimsel özelliği ve işletmenin ekonomik yapısına bağlı olarak 6 döneme de çikabilmektedir.

Kümeslere ait atık çukuru veya buna benzer güvenli muhafaza yeri olmadığından dolayı üreticiler, oluşan atıkları kümesin temizlenmesi karşılığında veya çok düşük bir ücretle değerlendirmektedirler. Yüksek enerji üretim potansiyeline sahip olan bu hayvansal atıkların değerlendirilmeden bertaraf edilmesi milli enerji kaynaklarımız için önemli bir kayıptır. Bölge koşullarına ve işletmenin üretim kapasitesine uygun tipte biyogaz tesisinin yapılıp, bölgede yaygınlaştırılmasının çevresel kirliliğin korunması yanında, kırsal kesimdeki üreticilerin sosyo-ekonomik ve kültürel açıdan gelişmesine de önemli katkıları bulunacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Adana ve Mersin illerine bağlı bulunan etlik piliç işletmelerinde oluşan gübrelerin biyogaz enerji potansiyelini belirlemek ve konuya ilişkin yerel ölçekte sürdürülebilir çözümler oluşturmaktır. Ayrıca, bu çalışmada ilçeler bazında biyogaz enerji değerlerinin yersel değişim haritalarının oluşturulması ve bölgede yoğun üretim yapılan kümesler için aile tipi biyogaz tesislerinin kurulmasının elektrik üretimine katkısı da irdelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

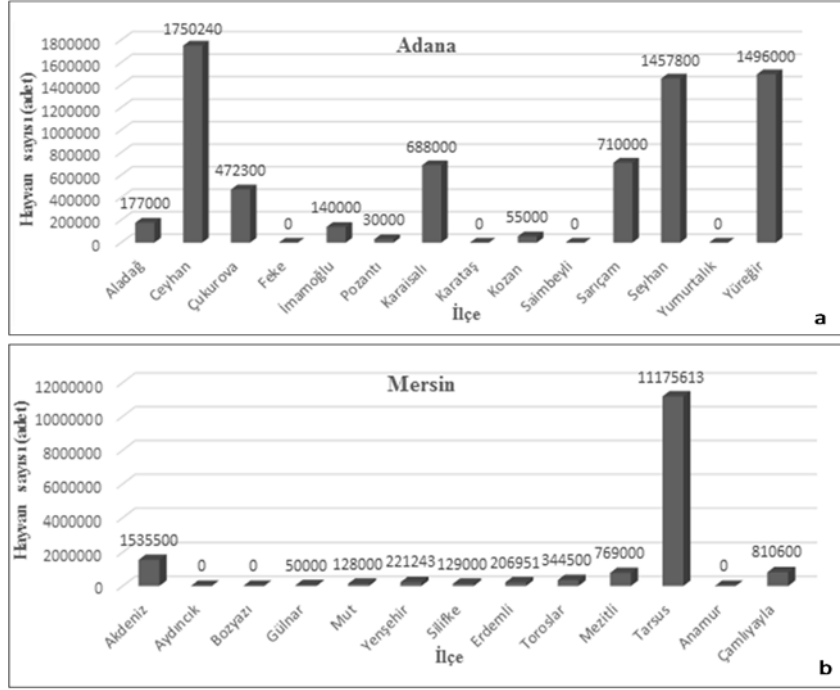
### 2.1. Materyal

Çalışmada, Adana ve Mersin illerine bağlı bulunan etlik piliç işletmelerinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi için gerekli hayvan sayıları, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Hayvan Sağlığı ve Yetiştiriciliği Şube Müdürlüğü'nün 2018 yılı kayıtlarından alınmıştır. Adana İli 14 ilçeden (Aladağ, Ceyhan, Çukurova, Feke, İmamoğlu, Pozantı, Karaisalı, Karataş, Kozan, Saimbeyli, Sarıçam, Seyhan, Yumurtalık ve Yüreğir), Mersin İli ise 13 ilçeden (Akdeniz, Aydıncık, Bozyazı, Gülnar, Mut, Yenişehir, Silifke, Erdemli, Toroslar, Mezitli, Tarsus, Anamur ve Çamlıyayla) oluşmaktadır.

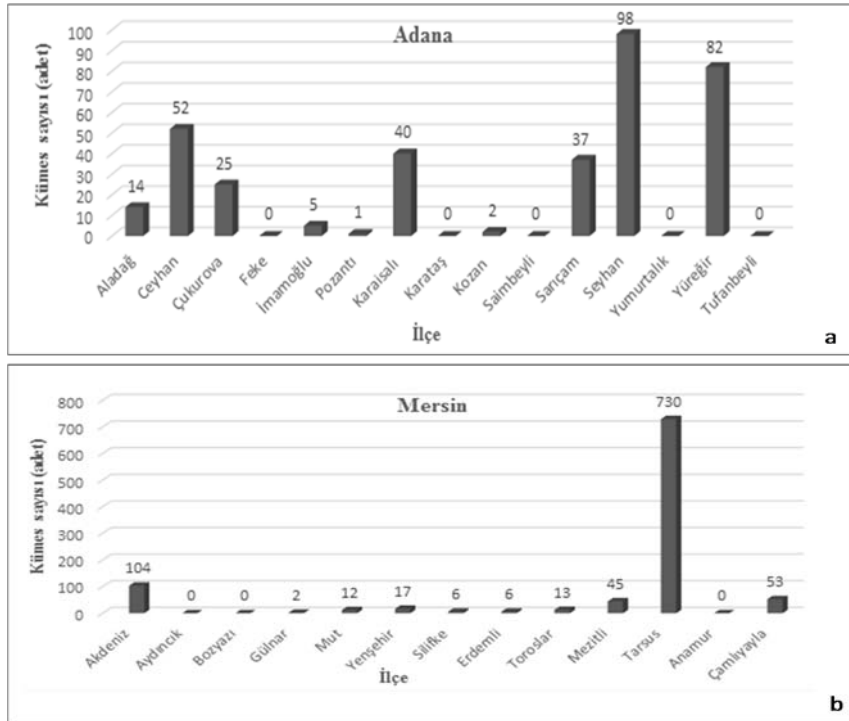
#### 2.1.1. Hayvan ve Kümes Sayılarının Varlığı

Adana ve Mersin ilçelerine ait hayvan ve kümes sayıları sırası ile Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Adana'da toplam 135 adet etlik piliç üretimi yapan işletme bulunmaktadır. Bu işletmelerde 356 adet kümes ve 6.976.340 adet hayvan bulunmaktadır. İlçeler bazında hayvan varlığı incelendiğinde, birinci sırayı Ceyhan (%25,0) alırken, bunu Yüreğir (%21,4) ve Seyhan (%20,8) ilçeleri izlemiştir. Diğer deyişle Adana ilinde yetiştiriciliğin Ceyhan, Yüreğir, Seyhan, Sarıçam, Karaisalı ve Çukurova ilçelerinde daha yoğun olarak yapıldığı görülmektedir. Mersin'de ise etlik piliç yetiştiriciliği yapan işletmelerin sayısı 756 adet olup, bu işletmelerdeki kümes sayısı 988 adet ve hayvan varlığı 15.370.407 adettir. İlçeler bazında hayvan varlığının dağılımı ise ildeki toplam hayvan sayısının %72,7'sini Tarsus oluştururken bunu %9,9'la Akdeniz ve %5,2'le Çamlıyayla izlemiştir. Bu ilde yetiştiriciliğin Tarsus ilçelerinde yoğunlaştığını, Aydıncık, Bozyazı ve Anamur ilçelerinde ise yetiştiriciliğin yapılmadığı ve geriye kalan ilçelerde ise son dönemlerde örtü altı yetiştiriciliğin cazibesini kaybetmesinden dolayı bölgedeki çiftçiler etlik piliç üretimine yönelmiştir.

Adana ve Mersin’de Bulunan Etlik Piliç Kümeslerinde Oluşan Gübrenin Biyogaz ve Elektrik Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi



Şekil 1. Adana (a) ve Mersin (b)’in ilçe bazında hayvan sayıları



Şekil 2. Adana (a) ve Mersin (b)’in ilçe bazında kümes sayıları

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Gübre ve Biyogaz Miktarının Belirlenmesi

İlçelerdeki etlik piliç işletmelerinin gübre miktarlarının hesaplanmasında, çalışmada belirtilmiş olan güncel hayvan sayıları dikkate alınmıştır. Hayvan gübresi ve biyogaz üretim miktarlarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır;

$$GM = (HS * GGM * AK * 365)/1000 \quad (1)$$

Eşitlikte 1'de;

GM, yıllık gübre miktarı (ton/yıl)  
GGM, günlük gübre üretimi (kg/gün-hayvan)  
AK, atığın kullanılabilirliği (%)

$$KM = GM * KMO \quad (2)$$

Eşitlik 2'de;

KM, yıllık kuru madde miktarı (ton/yıl)  
KMO, kuru madde oranı (%)

$$UKM = KM * UKMO \quad (3)$$

Eşitlik 3'de;

UKM, yıllık uçucu madde miktarı (ton/yıl)  
UKMO, uçucu kuru madde oranı (%)

$$BM = (UKM * ÖMÜ) * 1000 \quad (4)$$

Eşitlik 4'de;

BM, yıllık biyogaz üretim miktarı (m<sup>3</sup>/yıl)  
ÖMÜ, özgül biyogaz(metan) üretimi (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/kg UKM)

$$TID = (BM * BID) * 1000 \quad (5)$$

Eşitlik 5'de;

TID, yıllık toplam ısı değeri (GJ/yıl)  
BID, biyogazın birim ısı değeri (MJ/m<sup>3</sup>)

$$EÜ = (TID * EÜV)/3,6 \quad (6)$$

Eşitlik 6'da;

EÜ, yıllık elektrik üretimi (MW<sub>ne</sub>/yıl)  
EÜV, gaz motorunun net elektrik üretim verimi (%)

Hesaplamalarda gübre miktarı, kuru madde miktarı, uçucu madde miktarı ve biyogaz üretim potansiyeline ilişkin yapılan kabuller Çizelge 1'de özetlenmiştir. Biyogazın %60 metan içeriğindeki enerji değeri 22,7 MJ/m<sup>3</sup> [12] olduğundan, 1 m<sup>3</sup> metan gazının enerji değeri 36 MJ alınarak biyogazın enerji potansiyel değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada biyogaz amaçlı kullanılabilirlik etlik piliç gübresi, hayvanların barınakta kalma süreleri dikkate alınarak atığın kullanılabilirliği %99 olarak seçilmiştir [13-15]. Adana ve Mersin'in ilçeler bazındaki hayvan sayıları verilerine göre hesaplanan yıllık yaş gübre miktarı değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Etlik piliç için atık miktarı kabulleri [13,14,16,17]

Parametreler	Alınan Değerler
Birim hayvan için günlük gübre üretimi (kg/gün-hayvan)	0,18
Atığın kullanılabilirliği (%)	99,0
Kuru madde oranı (%)	25,88
Uçucu kuru madde oranı (%KM)	77,27
Hammadde özgül metan üretimi (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg UKM)	0,35

**Çizelge 2.** Adana ve Mersin’in ilçe bazlı hesaplanan yaş gübre miktarı değerleri

Mersin			Adana		
İlçeler	GM (t/yıl)	İl toplamına göre oranı (%)	İlçeler	GM (t/yıl)	İl toplamına göre oranı (%)
Akdeniz	99.873,53	9,89	Aladağ	11.628,90	2,54
Aydıncık	0,00	0,00	Ceyhan	114.990,77	25,09
Bozyazı	0,00	0,00	Çukurova	31.030,11	6,77
Gülnar	3.285,00	0,33	Feke	0,00	0,00
Mut	8.409,60	0,83	İmamoğlu	9.198,00	2,01
Yenişehir	14.535,67	1,44	Pozantı	1.971,00	0,43
Silifke	8.475,30	0,84	Karaisalı	45.201,60	9,86
Erdemli	13.596,68	1,35	Karataş	0,00	0,00
Toroslar	22.633,65	2,24	Kozan	3.613,50	0,79
Mezitli	50.523,30	5,00	Saimbeyli	0,00	0,00
Tarsus	734.237,77	72,71	Sarıçam	46.647,00	10,18
Anamur	0,00	0,00	Seyhan	95.777,46	20,90
Çamliyayla	53.256,42	5,27	Yumurtalık	0,00	0,00
			Yüreğir	98.287,20	21,44
			Tufanbeyli	0,00	0,00
Toplam	1.009.835,74	100,00	Toplam	458.345,54	100,00

Çizelge 2’de görüldüğü üzere, Mersin İli’nde yıllık üretilen yaş gübre miktarı 1.009.835,74 ton olup, bu değer yaklaşık %73’ü Tarsus’ta, %10’u Akdeniz’de ve %5’i Mezitli’de ve %5’i Çamliyayla’da üretilmektedir. Tarsus ilçesinde etlik piliç yetiştiriciliğinin yaygın olmasından dolayı bu ilçeden elde edilecek gübre miktarı da doğal olarak yüksek olacaktır. Bu durum Tarsus ilçesinin kırsal kesiminde bulunan kümeslerin büyüköle bakımından önemli potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Adana ilindeki yıllık yaş gübre miktarı 458.345,54 ton olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu gübrenin yaklaşık %25’i Ceyhan’da, %21’i Yüreğir’de, %20’si Seyhan ilçelerinde bulunmaktadır. Mersin yaş gübre miktarı bakımından Adana’nın yaklaşık iki katını oluşturmaktadır (Çizelge 2).

Üretilen yaş gübre miktarları hayvan sayısına bağlı olduğundan bu sektörde yapılacak teşvik ve desteklemelerle üreticileri hem yetiştiricilik açısından daha güçlenmesine hem de atık maddelerin değerlendirilmesinde (ısı ve elektrik gibi) önemli katkısı olacaktır. Ayrıca, kümeslerin daha modern üretim modeline kavuşturularak atıkların bertaraf edilmesinde çevre ve yeraltı sularının kirlenmesi gibi olumsuz etmenleri de asgari düzeye indirecektir.

Adana ve Mersin’in ilçeler bazında haritası, Arcmap 10.2 programı ile WGS 84 koordinat referans

sistemine sayısallaştırılmış ve vektör katman haline getirilmiştir. Oluşturulan ilçelerin toplam biyogaz enerji potansiyel (GJ/yıl) değerlerine göre 5 sınıf olacak şekilde QGIS 2.16.3 programı ile sınıflandırmaya tabi tutulmuş ve sınıf değerlerine göre renklendirilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Adana ve Mersin ilçelerinde bulunan etlik piliç işletmelerinin gübrelere elde edilebilir uçucu kuru madde miktarları ve bu maddelerden elde edilebilecek biyogaz ve ısı enerjisi potansiyeli değerleri Çizelge 3 ve Çizelge 4’te verilmiştir.

Adana’da yaş gübreden elde edilebilecek yıllık uçucu madde miktarı 91.657,54 ton olup, bundan üretilen yıllık biyogaz metan potansiyeli 32.080.138,64 m<sup>3</sup> ve ısı enerjisi miktarı 11.760,58 GJ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Bu değerler Mersin İli’nde ise sırası ile 201.941,66 ton, 70.679.580,90 m<sup>3</sup> ve 25.911,13 GJ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Adana İli’nde biyogaz metan üretim potansiyeli ilçeler bazında değerlendirildiğinde 8.048.337,93 m<sup>3</sup> ile Ceyhan İlçesi’nin en yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Bunu sırası ile Yüreğir (6.879.235,73 m<sup>3</sup>), Seyhan (6.703.576,10 m<sup>3</sup>), Sarıçam (3.264.877,92 m<sup>3</sup>) ve

Karaisalı (3.163.712,69 m<sup>3</sup>) izlemiştir. Geriye kalan diğer ilçelerdeki biyogaz üretim potansiyelinin ise bu ilçelere göre daha düşük düzeylerde olduğu görülmektedir. Mersin ilçelerinde bu değer incelendiğinde en yüksek potansiyele sahip ilçenin 1.584.155,55 m<sup>3</sup> ile Tarsus olduğu belirlenmiştir. Diğer ilçeler ise Tarsus'un sahip olduğu potansiyelin yanında çok düşük değerlerde kalmıştır.

Biyogazın gaz motorunda yakıt olarak kullanılmasıyla üretilecek yıllık elektrik enerjisi miktarı Mersin ve Adana illerinde sırası ile 2.879,01 MWhe ve 1.306,73 MWhe olarak hesaplanmıştır. İlçeler bazında yapılan hesaplamalarda ise, Mersin'in Tarsus İlçesi'nde üretilebilecek yıllık elektrik enerjisi üretiminin 2.093,29 MW'la en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Bunu 284,74 MW'la Akdeniz ve 151,83 MW'la Çamlıyayla izlemiştir (Çizelge 3-4).

**Çizelge 3.** Adana'nın ilçeler bazında etlik piliç gübresi kuru madde, uçucu kuru madde, metan ve enerji değerleri

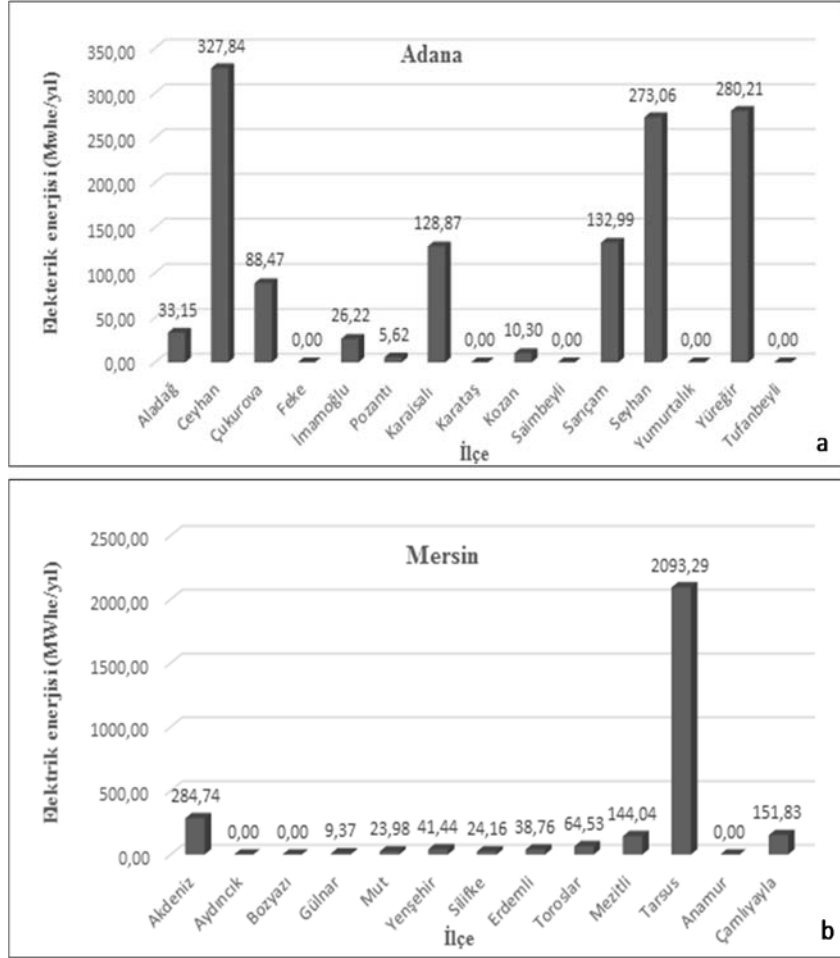
İlçeler	KM (t/yıl)	UKM (t/yıl)	BM (m <sup>3</sup> /yıl)	TİD (GJ/yıl)	EÜ (MW <sub>he</sub> /yıl)
Aladağ	3.009,56	2.325,49	813.920,27	298,38	33,15
Ceyhan	29.759,61	22.995,25	8.048.337,93	2.950,52	327,84
Çukurova	8.030,59	6.205,24	2.171.833,58	796,19	88,47
Feke	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İmamoğlu	2.380,44	1.839,37	643.778,74	236,01	26,22
Pozantı	510,09	394,15	137.952,59	50,57	5,62
Karaisalı	11.698,17	9.039,18	3.163.712,69	1.159,82	128,87
Karataş	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kozan	935,17	722,61	252.913,08	92,72	10,30
Saimbeyli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sarıçam	12.072,24	9.328,22	3.264.877,92	1.196,90	132,99
Seyhan	24.787,21	19.153,07	6.703.576,10	2.457,53	273,06
Yumurtalık	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yüreğir	25.436,73	19.654,96	6.879.235,73	2.521,93	280,21
Tufanbeyli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	118.619,83	91.657,54	32.080.138,64	11.760,58	1.306,73

**Çizelge 4.** Mersin'in ilçeler bazında etlik piliç gübresi kuru madde, uçucu kuru madde, metan ve enerji değerleri

İlçeler	KM (t/yıl)	UKM (t/yıl)	BM (m <sup>3</sup> /yıl)	TİD (GJ/yıl)	EÜ (MW <sub>he</sub> /yıl)
Akdeniz	25.847,27	19.972,18	6.990.264,57	2562,63	284,74
Aydıncık	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bozyazı	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gülнар	850,16	656,92	229.920,98	84,29	9,37
Mut	2.176,40	1.681,71	588.597,71	215,78	23,98
Yenişehir	3.761,83	2.906,77	1.017.368,15	372,97	41,44
Silifke	2.193,41	1.694,85	593.196,13	217,47	24,16
Erdemli	3.518,82	2.718,99	951.647,54	348,87	38,76
Toroslar	5.857,59	4.526,16	1.584.155,55	580,75	64,53
Mezitli	13.075,43	10.103,38	3.536.184,68	1.296,37	144,04
Tarsus	190.020,74	146.829,02	51.390.157,93	18.839,63	2.093,29
Anamur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Çamlıyayla	13.782,76	10.649,94	3.727.478,93	1.366,49	151,83
Toplam	261.45,49	201.941,66	70.679.580,90	25.911,13	2.879,01

Potansiyel olarak Tarsus’un tüm ilçelere göre çok avantajlı konuma sahip olduğu görülmektedir. Adana İli’nde ise ilçe bazında üretilecek elektrik enerjisi değerine bakıldığında, Ceyhan, Yüreğir, Seyhan, Sarıçam ve Karaisalı ilçelerinde

potansiyel olduğu görülmektedir. Bu ilçelerdeki yıllık elektrik üretim miktarı ise sırasıyla 327,84; 280,21; 273,06; 132,99 ve 128,87 MW<sub>he</sub> olarak hesaplanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Adana (a) ve Mersin (b)'in ilçeler bazında etlik piliç işletmelerinde üretilebilecek elektrik enerjisi değerleri

Ülkemizin bölgesel ve genel biyogaz üretim potansiyelini değerlendirmek için çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Son dönemlerde yapılan bu çalışmalardan bir kaçışağıdaki gibi özetlenebilir;

Çağlayan ve Koçer [8] tarafından yapılan çalışmada Muş ilindeki küçük ve büyük baş hayvan atıklarından yılda 1.598.960 ton yaş gübre

ve bu gübreden 79.940.328 m<sup>3</sup> biyogaz üretebilecek potansiyele sahip olduğu hesaplanmıştır. Erensoy ve arkadaşları [18], Etlik piliç üretiminde atık materyal olarak çevresel sorunlara neden olan tavuk gübresinin biyogaz üretiminde kullanımı ve potansiyelini ortaya koymak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda, 2 milyon hayvandan yıllık

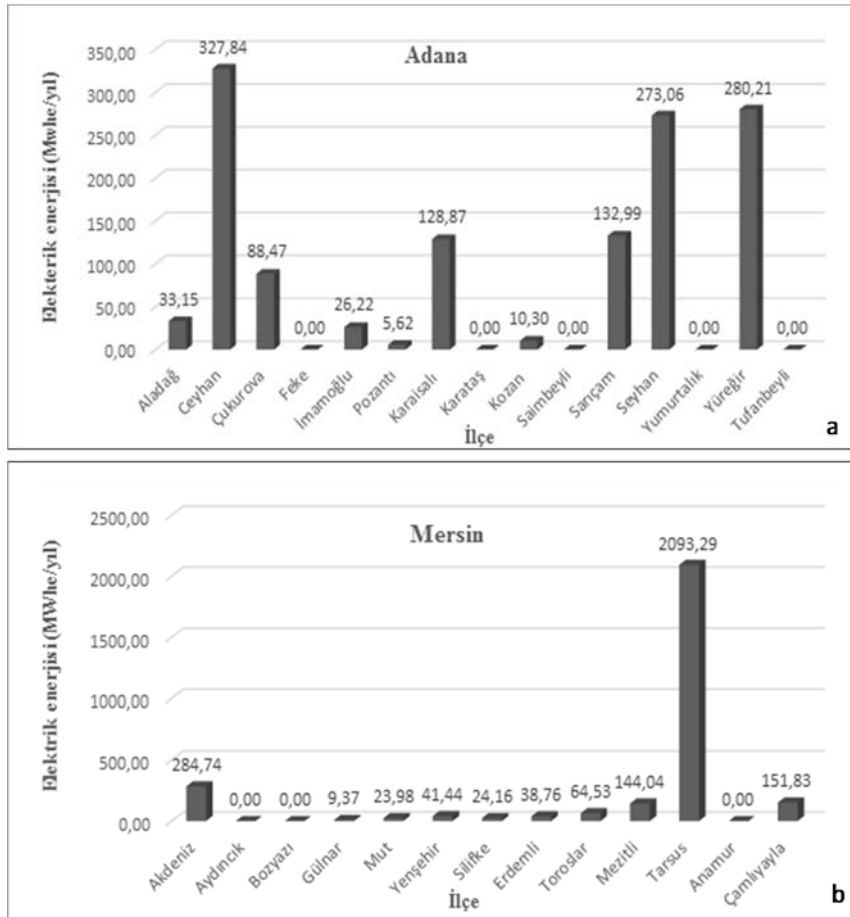


yaklaşık 432 bin ton yaş gübre elde edilebileceğini ve bu gübreden yıllık 68 milyon m<sup>3</sup> biyogaz ve 105.699,16 MW elektrik enerjisi üretebileceğini bildirmişlerdir. Aybek ve arkadaşları [19], Kahramanmaraş İli'nin hayvansal ve bitkisel atıklarının biyogaz potansiyelini 2.177 TJ/yıl olduğunu ve bu enerjinin yaklaşık %95'ini hayvansal atıkların oluşturduğunu bildirmişlerdir.

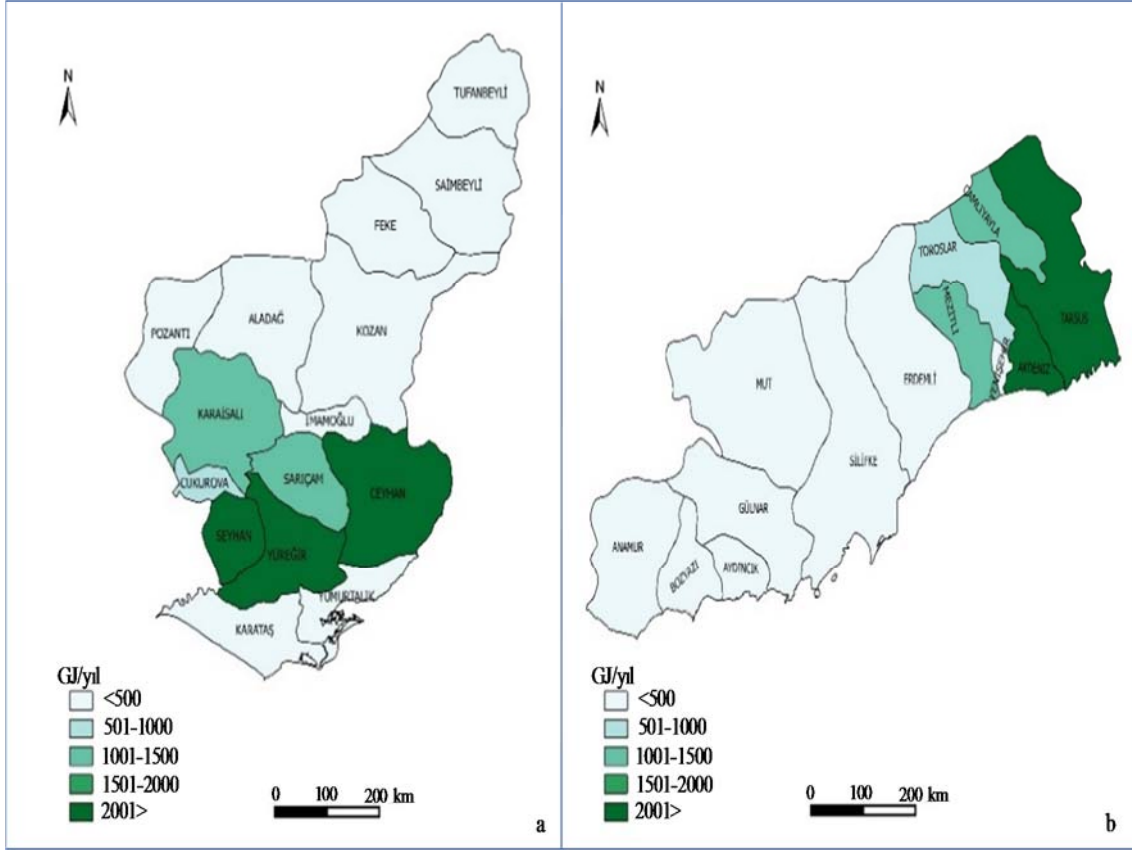
Eryılmaz ve arkadaşları [20] tarafından yapılan bir çalışmada Yozgat'ın hayvan gübresinden üretilen biyogaz potansiyelinin 45 milyon m<sup>3</sup>/yıl olduğu hesaplanmıştır. Karaca [17], Hatay ve ilçelerinde hayvan gübresinden (süt sığırtı ve yumurta tavuğu) biyogaz potansiyelini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, Hatay'da biyogaz üretiminde

kullanılabilecek yıllık toplam 885 bin ton yaş gübre üretilbileceği ve bu gübreden yıllık 15 milyon m<sup>3</sup> biyogaz ve 340 TJ ısı enerjisi elde edilebileceğini bildirmiştir.

Seyhan ve Badem [2] tarafından yapılan çalışmada, Erzincan İli hayvansal atıklarından elde edilebilir yıllık biyogaz miktarı 15.511.011 m<sup>3</sup>, elektrik enerjisi 38.025.864 kW<sub>he</sub> ve ısı enerjisi 35.818.027.112 kCal olarak hesaplanmıştır. Çalışmada Erzincan'ın biyogaz kaynaklı elektrik kurulu gücü bakımından 4,3 MW'lık bir potansiyele sahip olduğu, biyogaz ve enerji üretimi değerleri açısından da kayda değer bir nitelik taşıdığı bildirilmektedir.



Şekil 3. Adana (a) ve Mersin (b)'in ilçeler bazında etlik piliç işletmelerinde üretilen elektrik enerjisi değerleri



Şekil 4. Adana (a) ve Mersin (b) ilçelerine göre toplam biyogaz enerji potansiyeli

Özetlenen çalışmalardan da görüldüğü üzere atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli hayvan sayısı, hayvan cinsi gibi birçok faktörlere bağlı değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, yapılan bu çalışmada bulunan sonuçların literatür ile kıyaslanması yapılmamıştır. Adana ve Mersin illerine ait ilçelerin toplam biyogaz enerji potansiyel değerlerine göre haritalanması Şekil 4'de verilmiştir.

Adana ve Mersin'in ilçelerine göre elde edilecek toplam biyogaz enerji potansiyeli (GJ/yıl) değerleri 5 sınıfa ayrılmıştır. Yapılan sınıflandırmada Adana ilinde <500 sınıfında Feke, Karataş, Saimbeyli, Tufanbeyli, Yumurtalık, Pozantı, Kozan, İmamoğlu, Aladağ, 501-1000 sınıfında Çukurova, 1001-1500 sınıfında Karaisalı ve Sarıçam, 2001> sınıfında Seyhan, Yüreğir, Ceyhan ilçelerinin yer aldığı görülmüştür. Mersin İli'ndeki

sınıflandırma ise, <500 sınıfında Aydıncık, Bozyazı, Anamur, Gülnar, Mut, Silifke, Erdemli, Yenişehir, 501-1000 sınıfında Toroslar, 1001-1500 sınıfında Mezitli ve Çamlıyayla, 2001> sınıfında Akdeniz ve Tarsus ilçeleri yer almıştır.

Bölgede yetiştiriciliğin kırsal kesimde yapılması ve aile tipi işletme yapısında olması nedeniyle bölgedeki kümeslerin üretim kapasite dağılımının bilinmesi yerel anlamda sürdürülebilir çözümlerin üretilmesinde etkili olacaktır. Bu nedenle, Hayvan Sağlığı ve Yetiştiriciliği Şube Müdürlüğünden alınan veriler doğrultusunda yapılan değerlendirme sonucunda bölgedeki kümeslerin yaklaşık %78'inin 15.000-25.000 adet üretim kapasitesi aralığında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada, bölgeyi karakterize edecek ve kapasitesi 15-30 bin aralığında olan 3 adet kümes belirlenmiştir. Belirlenen bu kümeslerde işletme sahipleri ile

yapılan birebir görüşmelerde ve kümeslerdeki güç kaynakları etiketinden okunan değerler Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5’te görüldüğü üzere, üç farklı ilçede bulunan kümeslerde yapılan incelemelerde elektrik tüketim kaynaklarının toplam değeri; üretim kapasitesi (hayvan/dönem) 22.000 olan kümeste 25,8 kW, 31.000 olan kümeste 28,6 kW ve 2x23.000 olan kümeste 41,6 kW olarak belirlenmiştir. Bu kümeslerde yıllık tüketilen

elektrik enerjisi değeri ise sırası ile 20.316; 34.653 ve 61.662 kWh olarak tespit edilmiştir. İşletmelerin yıllık elektrik enerjisi tüketim değerleri EnerjiSA Toroslar Elektrik Perakende Satış A.Ş’den alınmıştır. İşletme içerisinde bulunan bakıcı veya ailenin barındığı meskende tüketilen elektrik enerjisi miktarları bu enerji tüketimi içerisinde yer almaktadır. Dört kişilik bir ailenin asgari yaşam standartlarına göre ortalama aylık elektrik enerjisi tüketimi 221 kWh, yıllık ise 2.652 kWh olarak değişmektedir [2,21].

**Çizelge 5.** Üç farklı kümesin üretim özelliği ve elektrikselsel kurulu güç dağılımı

İşletme	Ceyhan	Tarsus	Yüreğir
Üretim kapasitesi (hayvan/dönem)	2x23.000	22.000	31.000
Yıllık üretim dönemi	5	5	5
Gübre miktarı (t/yıl)	55	40	45
Isıtmada kullanılan kömür (ton/yıl)	30	7,5	12
Elektrik tüketim kaynakları (kW)			
Aydınlatma	1,4	1,1	1,4
Serinletme (Fan-Ped)	20,9	18,3	17,6
Yem dağıtma	5,5	3,0	1,7
Sulama	8,8	2,3	5,2
Isıtma	5,0	1,1	2,7
Toplam	41,6	25,8	28,6
Elektrik enerji tüketimi (kWh/yıl)	61.662	20.316	34.653

Çizelge 5’teki seçilen üç farklı kümesin yılda elde edilen gübre miktarları ve bu gübrelerden üretilecek biyogaz ve elektrik enerjisi değerleri Çizelge 6’da verilmiştir (Biyogaz ve elektrik

enerjisi değerleri Eşitlik 6’daki hesaplama yöntemine göre yapılmıştır ve yılda 5 dönem üretim yapıldığı varsayılmıştır).

**Çizelge 6.** Kümes kapasitesine göre üretilebilecek metan ve elektrik enerjisi değerleri

Kümes kapasitesi (adet)	HS (adet)	GM (ton/yıl)	BM (m <sup>3</sup> /yıl)	TİD (GJ/yıl)	EÜ (kWh <sub>ne</sub> /yıl)
20 000	100.000	6.570,00	459.841,96	168,58	18.730,90
25 000	125.000	8.212,50	574.802,45	210,72	23.413,62
30 000	150.000	9.855,00	689.762,94	252,87	28.096,34
45 000	225.000	14.782,50	1.0345.644,41	379,30	42.144,52

Çizelge 5 ve Çizelge 6’da görüldüğü üzere, Tarsus ilçesinde seçilen 22.000 hayvan kapasitesine sahip kümeste biyogazdan üretilecek elektrik enerjisinin bu kümesin yıllık elektrik enerji ihtiyacını karşılayabilecek potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. Ceyhan ve Yüreğir ilçelerindeki kümeslerin ise elektrik enerjisini karşılayamadığı belirlenmiştir. Ancak, gübreden üretilebilecek

elektrik enerjisinin Ceyhan İlçesi’ndeki kümesin elektrik enerjisinin %68’ini, Yüreğir İlçesi’ndeki kümesin ise %82’ini karşılayabilme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Seçilen kümeslerde serinletme sistemini oluşturan fanların güç değerleri, kümesin toplam elektrik tüketim kaynakları değerinin yaklaşık %50-71’ni oluşturmaktadır (Çizelge 5). Bu da gösteriyor ki,

biyogazdan üretilecek elektrik enerjisi üretiminin kümeste aydınlatma, ısıtma, su ve gübre dağıtımı gibi küçük ölçekli elektrik motorların enerji gereksinimini karşılayabilecektir. Ayrıca, bölgedeki işletmelerde bulunan aile fertlerinin ısınma ve aydınlatma gibi evin temel elektrik tüketimini de sağlayabilecektir.

Adana ve Mersin illerini kapsayan Çukurova bölgesinde yaz aylarında hava sıcaklığı 40 °C’ye kadar ulaşmaktadır. Bu nedenle bölgede özellikle Haziran-Ekim ayları arasında kümeste hayvanların gereksinim duyduğu optimum çevre koşullarını sağlamak için serinletme sistemleri (fanlar) gündüz sürekli çalışmaktadır. Buda, işletmelerin bu dönemlerdeki elektrik enerjisi tüketimini önemli oranda yükseltmektedir. Kümes sahipleriyle yüz yüze yapılan görüşmelerde yaz döneminde elektrik faturalarının çok yüksek geldiğini ve bununla üretim girdisini önemli oranda yükselttiğini dolayısıyla, bu dönemlerde ekonomik olarak olumsuz etkilendiklerini ifade etmişlerdir.

Tarsus ilçesindeki kümelerin yıllık elektrik tüketiminin gübrenin elde edilebilecek enerji potansiyeline sahip olmasının nedeni, bu bölgede bulunan kümelerin çoğunun rakım düzeyinin yüksek olduğu (Toros dağlarının eteği kesiminde, yayla kesiminde) bölgelerde bulunduğundan hava sıcaklığının yaz döneminde ovaya göre serin geçtiğinden dolayı serinletme sistemlerinin daha az devreye girmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Erensoy ve arkadaşları [18], 25.000 hayvan kapasiteli bir etlik piliç kümesinden her dönemde 54 ton yaş gübre elde edildiğini ve bu gübrenin elde edilecek biyogaz miktarının 85.104 m<sup>3</sup> ve elektrik enerjisinin 13.191,12 kW<sub>he</sub> olduğunu ve yıllık 79.146,72 kW<sub>he</sub>’lık elektrik üretilebileceği bildirilmiştir. Bu değerlere göre, Ceyhan, Yüreğir ve Tarsus ilçelerinde seçilen kümelerin yıllık elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Günümüzde birçok ülkede biyogazın ekonomik ve çevresel önemi benimsenmiş ve uygulamaları başlatılmıştır. Ülkemizde ise bu uygulamaların henüz beklenen düzeye gelmediği görülmektedir. Konuya ilişkin

yapılacak araştırma ve uygulamalar ile yeni teknolojilerin gelişimine katkıları sağlayacağı unutulmamalıdır.

Ülkemizde iller bazında kurulmuş biyogaz tesislerinin kapasitesine göre dağılımları aşağıda gibi özetlenebilir;

Biyogaz tesisleri olarak 5 adet 15 m<sup>3</sup>’lük ve 2 adet 22 m<sup>3</sup>’lük tesis Kayseri’de, 15 m<sup>3</sup>’lük 1 adet Konya’da, 22 m<sup>3</sup>’lük 1 adet Gediz gölcük köyünde ve 280 m<sup>3</sup>’lük 1 adet Elazığ’da bulunmaktadır. Ayrıca, Ankara’nın Beypazarı İlçesine kurulan bir biyogaz tesisinde tavuk gübresi kullanarak metan biyogaz üretmeye başlanmıştır. Kurulan tesiste saatte 2,5 MW elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu üretimin yanında ısı ve organik gübre üretildiği belirtilmiştir [4].

#### **4. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Adana ve Mersin ilçelerinde bulunan etlik piliç kümelerindeki gübrenin biyogaz enerjisi potansiyelinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuç ve öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

Adana ilinin etlik piliç gübresinden yıllık üretilebilecek biyogaz metan potansiyeli 32.080.138,64 m<sup>3</sup>, ısı enerjisi miktarı 11.760,58 GJ ve elektrik enerjisi miktarı 1.306,73 MW<sub>he</sub> olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Mersin ilinde ise sırası ile 70.679.580,90 m<sup>3</sup>, 25.911,13 GJ ve 2.879,01 MW<sub>he</sub> olarak belirlenmiştir.

Mersin’de yaş gübrenin elde edilebilecek yıllık elektrik enerjisi üretiminin ilçeler bazında yapılan hesaplamalarda, 2.093,29 MW<sub>he</sub>’la Tarsus’un en yüksek değer olduğu belirlenmiştir. Bunu 284,74 MW<sub>he</sub>’la Akdeniz ve 151,83 MW<sub>he</sub>’la Çamlıyayla izlemiştir. Adana ilçelerinde ise, bu değer 327,84 MW<sub>he</sub>’la Ceyhan, 280,21 MW<sub>he</sub>’la Yüreğir, 273,06 MW<sub>he</sub>’la Seyhan, 132,99 MW<sub>he</sub>’la Sarıçam ve 128,87 MW<sub>he</sub>’la Karaisalı sıralanmıştır.

Adana ve Mersin ilçelerinde etlik piliç üretimi çoğunlukla kırsal kesimde yapıldığından,

yetiştiricilerin çoğunluğu geçim kaynağını bu sektörden sağlamaktadırlar. Son dönemlerde elektrik enerji fiyatlarında meydana gelen artışlar, üretim giderlerinin önemli ölçüde artmasına neden olmuştur. Bu durum, bölgedeki yetiştiricilerin rekabet gücünü zayıflatmıştır. Bu nedenle, Bölgede özellikle Tarsus başta olmak üzere Ceyhan, Yüreğir, Seyhan, Sarıçam ve Karaisalı ilçelerinde belirlenen bu biyogaz potansiyelinin en kısa sürede değerlendirilmesi için, bölgeye uygun alternatif projelerin üretilmesi gerekmektedir. Yapılacak projelerde üreticilere biyogaz tesisinin kazanımları hakkında teknik bilgilerin verilmesi ve tesisin kurulumu için özendirilecek teşviklerin sunulması etkili olabilecektir. Ayrıca, biyogaz tesisinin kurulumunun önemli bir yatırım giderini oluşturduğundan yetiştiricilerin önündeki bu sorunların aşılması durumunda enerjinin geri kazanımı ve çevresel risklerin azaltılması ile sektöre ve bölge sanayisine teknolojik açıdan önemli kazanımlar da sağlanabilecektir. Yapılan bu çalışmanın, etlik piliç kümeslerinde biyogaz tesislerinin planlanmasında çalışacak uzmanlara yol gösterici bir rehber olabileceği düşünülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

1. Abdeshahian, P., Lim, J.S., Ho, W.S, Hashim, H., Lee, C.T., 2016. Potential of Biogas Production from Farm Animal Waste in Malaysi, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 714–723.
2. Seyhan, A. K., Badem, A., 2018. Erzincan İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması, *APJES* 6-1 25-35 Doi: 10.21541/apjes.334256.
3. Kaya, D., Çağman, S., Eyidoğan, M., Aydöner, C., Çoban, V., Tırıs, M., 2009. Türkiye'nin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Enerjisi ve Ekonomisi, *Atık Teknolojileri Dergisi*, 1, 48-51.
4. Şenol, H., Elibol, E.A., Açikel, Ü., Şenol, M., 2017. Biyogaz Üretimi İçin Ankara'nın Başlıca Organik Atık Kaynakları, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 15-28.
5. Ardıç, İ, Taner, F., 2014. Biokütleden Biyogaz Üretimi I. Anaerobik Arıtımın Temelleri, [http://www.emo.org.tr/ekler/14101ec47c52b48\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/14101ec47c52b48_ek.pdf) (Erişim: 03.12.2018).
6. Yenilmez, F., 2015. Tavukçuluk Atıklarından Biyogaz Üretimi, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 29(3), 205–212, <http://veteriner.fusabil.org/text.php3?id=1063> (Erişim:15.12.2018).
7. Aybek, A, Üçok, S, İspir, S., Bilgili, M. E., 2015. Türkiye'de Kullanılabilir Hayvansal Gübre ve Tahıl Sap Atıklarının Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(3), 109-120.
8. Çağlayan, G.H., Koçer, N. N., 2014. Muş İlinde Hayvan Potansiyelinin Değerlendirilerek Biyogaz Üretimine Araştırılması, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2, 215-220.
9. Öztürk, M., Yüksel, Y. E., 2016. Energy Structure of Turkey for Sustainable Development, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1259–1272.
10. Özer, B., 2017. Biogas Energy Opportunity of Ardahan City of Turkey, *Energy (Oxford)*, 139,1144-1152. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173368800>.(Erişim:28.12.2018).
11. TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, Konularına Göre İstatistikler, Tarım. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategori> (Erişim: 27.11.2018).
12. Acaroğlu, M., 2007. Alternatif Enerji Kaynakları, Nobel Yayın No:1253, 90s, Ankara.
13. Külçü, R., 2007. Bazı Tarımsal Atıkların Kompostlaştırılmasında Optimum Çevresel Şartların Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Antalya.
14. Ekinci, K. Külçü, R, Kaya, D, Yıldız, O, Ertekin, C, Öztürk, H., 2010. The Prospective of Potential Biogas Plants that can Utilize Animal Manure in Turkey, *Energy Exploration & Exploitation*, 28(3), 187-206.
15. Avcioğlu, O.A., Eliçin, A., Konuralp, A., 2010. Ankara'nın Hayvansal Atıklardan Biyogaz Potansiyeli ve Uygun Reaktör Büyüklüğünün Belirlenmesi, 26. Tarımsal Mekanizasyon

- Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, 22-23 Eylül, Hatay, 356-362.
16. Hill, D.T., 1982. A Comprehensive Dynamic Model for Animal Waste Methanogenesis, Transactions of the ASAE 25(5), 1374-1380.
  17. Karaca, C., 2017. Hatay İli'nin Hayvansal Gübre Kaynağından Üretilen Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 34-39.
  18. Erensoy, K., Bayraktar, H., Altan, A., 2016. Etlik Piliç Gübresinden Biyogaz ve Elektrik Üretim Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma, [https://www.researchgate.net/publication/309081321\\_Etlik\\_Pilic\\_Gubresinden\\_Biyogaz\\_ve\\_Elektrik\\_Uretim\\_Potansiyeli](https://www.researchgate.net/publication/309081321_Etlik_Pilic_Gubresinden_Biyogaz_ve_Elektrik_Uretim_Potansiyeli) (Erişim:15.12.2018).
  19. Aybek, A., Üçok, S., Bilgili, M. E., İspir, M. A., 2015. Kahramanmaraş İlinde Bazı Tarımsal Atıkların Biyogaz Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (2), 25-37.
  20. Eryılmaz, T., Yesilyurt, M.K., Gokdogan, O., Yumak, B., 2015. Determination of Biogas Potential from Animal Waste in Turkey: A Case Study for Yozgat Province, European Journal of Science and Technology, 2(4), 106-111.
  21. Yiğit, F., Kabul, A., 2014. Isparta Yöresinde Bir Evin Elektrik İhtiyacının Rüzgar Enerjisi ile Karşılansının Ekonomik Analizi, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 11(2), 1-9.