

TOKAT-ERBAA İLÇESİNDEKİ HAYVANSAL KAYNAKLI ATIKLARIN ENERJİ POTANSİYEL DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Muhammed TAŞOVA*
* muhammed.tasova@gop.edu.tr

*Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye

Özet: Ülkemizin biyogaz üretim potansiyel değerleri ile biyogaz enerjisinden faydalanma miktarı arasındaki oran yaklaşık % 60 civarındadır. Bu durum mevcut atıklardan daha fazla biyogaz üretiminde kullanılması gerekliliğini göstermektedir. Tokat'ın Erbaa ilçesi, hayvan sayısı bakımından diğer ilçelere göre kıyaslandığında ilk sıralarda yer almaktadır. Bu çalışmada Tokat-Erbaa ilçesine ait Tokat İl Tarım Müdürlüğü'nden temin edilen 2016 yılı hayvan sayısı verileri kullanılarak ilçedeki, ortalama yaş atık (ton/yıl), kuru madde (ton/yıl), biyogaz (m³/yıl) ve elde edilebilecek ısı (GJ/m³.yıl) ve elektrik enerjisi (kWh/yıl) değerleri ile üretilebilecek elektrik enerjisinin ilçede bulunan kaç hanenin yılda elektrik ihtiyacına yeteceği belirlenmiştir. Parametrelere göre belirlenen değerler sırasıyla; 137009 ton yaş atık, 45623 ton kuru madde, 1904363 m³ biyogaz, 41460 GJ ısı enerjisi, 8950508 kWh elektrik enerjisi elde edilebileceği tespit edilmiştir. Elde edilebilecek elektrik enerjisinin ilçede ortalama 2949 adet hanenin ihtiyacı karşılanabileceği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Erbaa, hayvansal atık, biyogaz üretim potansiyeli

Determination of Biogas and Energy Potential Values of Animal Wastes in Tokat-Erbaa District

Abstract: The ratio between the biogas production potential values of our country and the amount of biogas energy utilization is around 60%. This indicates the need to use more biogas production than existing wastes. Tokat' s Erbaa district ranks first in terms of the number of animals compared to other districts. In this study, the average age of waste (ton/year), dry matter (ton/year), biogas (m³/year) and obtainable heat in the district by using the number of animals in 2016 obtained from Tokat Provincial Directorate of Agriculture in Tokat-Erbaa district (GJ/m³.year) and electrical energy (kWh/year) values can be produced by the electrical energy in the county how many households are determined to meet the electricity needs per year. The values determined according to the parameters are; It was determined that 137009 tons of wet waste, 45623 tons of dry matter, 1904363 m³ of biogas, 41460 GJ of heat energy and 8950508 kWh of electric energy could be obtained. It has been found that the electricity demand can be met by an average of 2949 households in the district.

Keywords: Erbaa, animal waste, potential for biogas production

1. Giriş

Dünya nüfusunun her geçen yıl artması enerji tüketim oranlarını da aynı doğrultuda artırmaktadır. Enerji tüketiminde ise enerji kaynağı olarak daha çok fosil yakıtları kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, fosil yakıtların yakın gelecekte sürekli artan bu enerji talebini karşılayamama noktasına geleceğini ifade etmektedirler. Bu nedenle fosil yakıtlara alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının daha da etkin bir şekilde kullanarak enerjiye dönüştürülmesi gerekmektedir. Aksi takdirde küresel boyutta ciddi bir enerji dar boğazı ile karşı karşıya kalınacağı düşünülmektedir [1].

Yenilenebilir enerji kaynaklarının, karbon emisyonu açısından fosil enerji kaynakları ile kıyaslandığında büyük bir farkın olduğu bilinmektedir. Bunun beraber yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyokütle enerjisi ise diğer yenilenebilir enerji türlerine göre taşıma ve depolama açısından daha avantajlı olduğu bilinmektedir [2].

Biyogaz enerjisi konusunda önceki yıllarda ülkemizde yaşanan olumsuz durumlardan dolayı iyi bir şekilde gelişmemiş, fakat günümüz teknolojileri ile mevcut birçok sorunun aşılmasıyla ülkemizde ve dünyada vazgeçilmez bir enerji türlerinden biri haline gelmiştir. Biyogaz enerjisinin ülke ekonomisine sağladığı birçok katkının yanında atıkların bertaraf edilmesi, tarımsal verimliliğin artırılması gibi konularında da fayda sağlamaktadır [3].

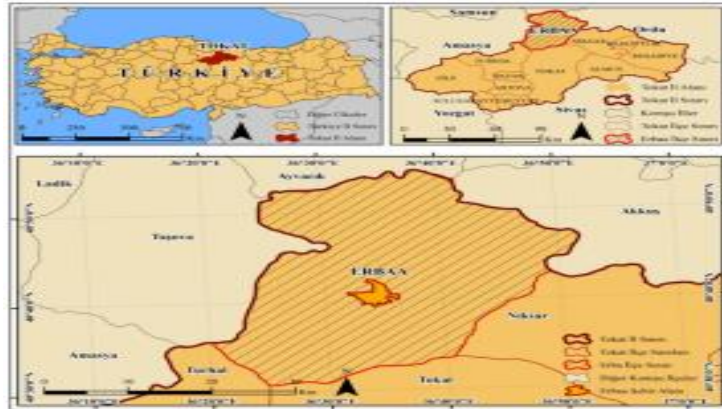
Ülkemizde ki toplam biyogaz üretiminin % 85'i hayvansal gübrelerden elde edilmektedir [4-5]. Tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin gelişmesiyle hayvansal atıklarda artmış ancak bunun enerjiye dönüştürülme konusunda yeterli çalışmalar gecikmiştir. Ülkemize ait 2009 yılı hayvan sayısı verileri kullanılarak biyogaz potansiyelinin 2.18 Gm³ olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen bu değer ortalama % 68'inin büyükbaş, % 5'inin küçükbaş ve % 27'sinin ise kanatlılardan elde edilebileceği ifade edilmiştir [6]. Literatürde, hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi konusunda; [7-16], değişik yıllar ve bölgeler için çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada Tokat İli Erbaa İlçesine ait hayvansal (büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı) atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli (m³/yıl) ile ısısız (kcal/m³.yıl) ve elektriksel (kWh/yıl) enerji değerleri tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Biyogaz potansiyelinin belirlendiği alan

Erbaa, Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nde yer alan bir ilçedir. Erbaa, Kelkit Irmağı havzasında bulunan ova ile bu ovayı çevreleyen dağlık alanlardan oluşmaktadır [17]. Yüz ölçümü 1111 km² olup matematik konumu ise 40° 15' ve 40° 45' enlemleri ile 36° 15' ve 36° 45' boylamları arasında yer almaktadır [18].



Şekil 1. Erbaa İlçe'sinin konumu [17]

Erbaa'nın tarım arazisi, orman, çayır-mera ve tarım dışı alan dağılımları büyüklükleri (da) ve oluşturdukları %'lik oranları şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Erbaa ilçesinin arazi dağılımı [19]

Arazinin Cinsi	Yüzölçümü (da)	Toplam Araziye oranı (%) [*]
Tarıma elverişli alan	387.694,00	32.88
Orman alanı	655.030,00	55.56
Çayır-mera alanı	33.920,00	2.88
Tarım dışı alan	102.356,00	8.68
Toplam	1179.000,00	100.00

* Hesaplanan değerler

Çizelge 1'e göre Erbaa'nın arazi dağılımındaki en büyük yüzdelik oranı orman alanları (% 55.56) oluştururken en az oranı ise (% 2.88) çayır-mera alanları oluşturmaktadır.

2.2. Çalışma alanındaki mevcut hayvan sayısı

Erbaa'nın 2016 yılındaki mevcut hayvan sayısı (büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı) Tokat İl Tarım Müdürlüğü'ne ait resmi siteden temin edilerek toplam hayvan sayısı içindeki %'lik oranları verilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Erbaa İlçe'sinde bulunan hayvan sayıları [19]

Hayvan türleri	Hayvan sayıları	Toplam hayvan sayısına oranı (%) [*]
Büyükbaş	24.911,00	19.93
Küçükbaş	66.559,00	53.25
Kanatlı	32.534,00	26.83
Toplam	125.004,00	100.00

* Hesaplanan değerler

Çizelge 2'ye göre Erbaa'da bulunan hayvan türlerine göre %'lik dağılımda en yüksek oranı % 53.25 ile küçükbaş hayvanları oluştururken en düşük oran ise % 19.93 ile büyükbaş hayvanlar oluşturduğu belirlenmiştir.

Yaş atık potansiyelini belirlemek için [20,10]'da belirtilen yöntemler baz alınmıştır. Belirlenen yıllık ortalama yaş atık potansiyeline (ton/yıl) göre yıllık ortalama kuru madde potansiyeli (ton/yıl) belirlenmiştir. Belirlenen yıllık ortalama kuru madde potansiyel değerleri kullanılarak yıllık ortalama biyogaz potansiyel değerleri [21,12]'de belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

Hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyel değerlerinin belirlenmesinde kullanılan matematiksel eşitlikler;

$$YAP = THS \times HBA$$

Burada; *YAP*, yıllık yaş atık miktarı (ton/yıl); *THS*, toplam hayvan sayısı (n); *HBA*, hayvan türüne göre yıllık yaş atık miktarı (ton/yıl); küçük hayvanlar için kullanılan sabit değer.

$$KGM = YAP \times \theta$$

Burada; *KGM*, yıllık katı gübre miktarı (ton/yıl); θ , hayvanların ağıl dışında dolaşması ve atıktaki suyun buharlaşmasına bağlı katsayı.

$$BÜP = KGM \times HBÜB$$

Burada; *BÜP*, biyogaz üretim potansiyeli (m³/yıl); *HBÜB*, hayvan türüne göre yıllık biyogaz üretim sabit değeri.

$$BSI = BÜP \times \gamma \times 0.0000041868$$

Burada; BSE , biyogazdan üretilebilecek ısı miktarı ($GJ/m^3.yıl$); Y , sağlanan ısı enerjisini kcal cinsinden değeri; 0.0000041868 katsayısı birimi GJ 'e dönüştürmek için kullanılan katsayı.

$$BSE = BÜP \times f$$

Burada; BSE , biyogazdan üretilebilecek elektrik enerjisi miktarı ($kWh/yıl$); f , $1 m^3$ biyogazdan elde edilebilecek elektrik enerjisi değeri.

$$HS = BSE / 3036$$

Burada; HS (n), hane sayısı; 3036 ($kWh/yıl$), dört kişilik hanenin yıllık tükettiği elektrik enerjisi değeri

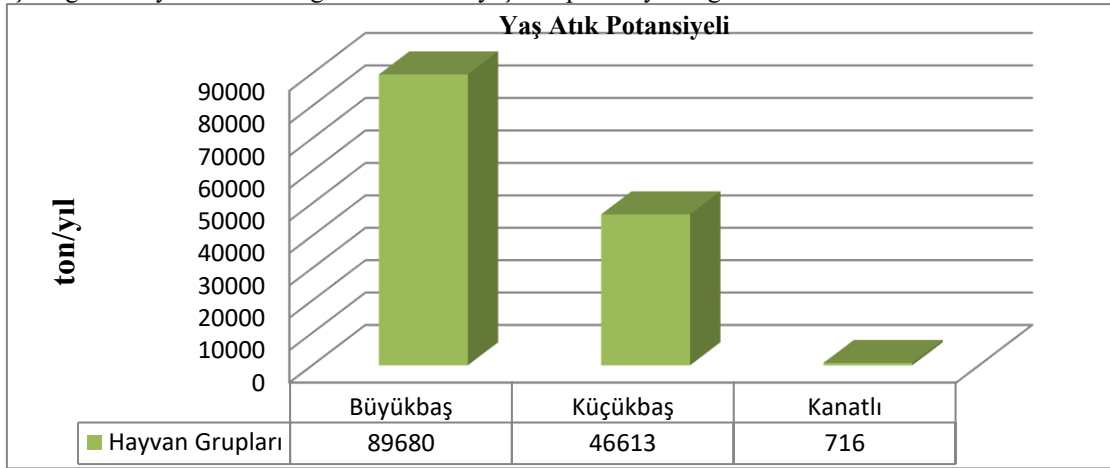
Hesaplanan biyogaz potansiyel değeri, ısıtma amaçlı kullanıldığında oluşabilecek ısısal enerji eşdeğeri ($GJ/m^3.yıl$), elektrik üretme amaçlı kullanıldığında ise elektrik enerjisi eş değerleri ($kWh/yıl$) belirlenmiştir. Türkiye Elektrik İdaresi Anonim Şirketi (TEİAŞ) verilerine göre bir ailenin ortalama tükettiği elektrik enerjisi $3036 kWh/yıl$ değeri kabul edilerek ortalama kaç hanenin elektrik ihtiyacı karşılanacağı belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yaş atık potansiyeli

Hayvan gruplarına ait yıllık ortalama yaş atık potansiyel değerleri belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Hayvan türlerine göre belirlenen yaş atık potansiyel değerleri



Çizelge 3'e göre yıllık ortalama yaş atık potansiyel değeri en fazla büyükbaş hayvan grubunda belirlenirken en az ise kanatlılarda belirlenmiştir. Büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan gruplarına ait yıllık ortalama yaş atık potansiyel değerleri ise sırasıyla; 89680, 46613 ve 716 ton olarak belirlenmiştir.

3.2. Kuru Madde ve Biyogaz Potansiyeli

Çizelge 3'de verilen yaş hayvan atık potansiyel değerleri kullanılarak 2016 yılına ait toplam ortalama kuru madde miktarları ($ton/yıl$) ile toplam ortalama biyogaz potansiyel ($m^3/yıl$) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kuru madde miktarı ve biyogaz potansiyel değerleri

Hayvan türleri	Kuru madde miktarı ($ton/yıl$)*	Biyogaz üretim potansiyeli ($m^3/yıl$)*	Toplam biyogaz miktarına
			oranı (%)*
Büyükbaş	29863	985489	51.75
Küçükbaş	15522	900283	47.28
Kanatlı	238	18591	0.97
Toplam	45623	1904363	100

* Hesaplanan değerler

Çizelge 4'e göre 2016 yılına ait toplam ortalama kuru madde potansiyeli 45623 ton olarak belirlenmiştir. En fazla ortalama kuru madde potansiyeli 29863 ton ile büyükbaş hayvanlarda belirlenirken en az 238 ton ile kanatlılarda belirlenmiştir.

Çizelge 4'e göre 2016 yılına ait belirlenen toplam ortalama biyogaz potansiyel değeri 1904363 m³ olarak belirlenmiştir. En fazla ortalama biyogaz üretim potansiyel değeri 984589 m³/yıl ile büyükbaş hayvanlarda belirlenirken en az 18591 m³/yıl ile kanatlılarda belirlenmiştir. Büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan gruplarına göre üretilebilen biyogaz potansiyel oranları sırasıyla; % 50.02, % 47.28 ve % 0.97 olarak belirlenmiştir.

3.3. Biyogaz potansiyelinin enerji eş değerlikleri

Hayvan türlerine göre belirlenen 2016 yılı biyogaz potansiyel değerlerinin ısısal ve elektriksel enerji eş değerlikleri belirlenmiştir. Bununla beraber üretilebilecek elektriksel enerjinin ortalama kaç haneye yeteceği belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Isısal ve elektriksel enerji eş değerlikleri ile ijtıyacı karşılanabilecek ortalama hane sayısı

Hayvan türleri	Isısal enerji eş değeri (GJ/m ³ .yıl)*	Elektriksel enerji eş değeri (kWh/yıl)*	Hane sayısı (adet)*
Büyükbaş	21455	4631799	1526
Küçükbaş	19600	4231332	1394
Kanatlı	405	83777	29
Toplam	41460	8946908	2949

* Hesaplanan değerler

Çizelge 5'e göre 2016 yılına ait ortalama biyogaz potansiyel değerlerinin ısısal (GJ/m³.yıl) ve elektriksel (kWh/yıl) enerji eş değerleri hesaplanmıştır. En fazla ısısal enerji eş değeri 21455 GJ/m³.yıl ile büyükbaş hayvanlarda belirlenirken en az 405 GJ/m³.yıl ile kanatlı hayvanlarda belirlenmiştir. Tüm hayvan gruplarına ait yıllık toplam ortalama ısısal enerji değeri ise 41460 GJ/m³.yıl olarak belirlenmiştir.

Hayvan gruplarına göre en fazla elektriksel enerji eş değeri 4631799 kWh/yıl ile büyükbaş hayvanlarda belirlenirken en az ise 83777 kWh/yıl ile kanatlı hayvanlarda belirlenmiştir. Bununla beraber üretilebilecek elektrik enerji potansiyel değeri ile ortalama 2949 hanenin yıllık elektrik enerjisi karşılanabileceği belirlenmiştir. Çizelge 4'e göre en fazla elektrik enerji ihtiyacı 1526 hane ile büyükbaş hayvanlardan karşılanabilirken en az ise 29 adet hane ile kanatlı hayvanlardan karşılanabileceği belirlenmiştir. Verilere göre, hayvan sayılarının değişmesiyle beraber elde edilebilecek biyogaz ve enerji değerlerinde artabileceği düşünülmektedir. [22]'ye göre, 2015 yılına ait Trakya bölgesindeki küçükbaş hayvanlarından yıllık ortalama 819.192 m³ metan gazı ve ortalama 292.39 TJ enerji elde edilebileceğini belirlemişlerdir. [23]'e göre, Adıyaman İli'ne ait küçükbaş hayvanlarından yıllık ortalama 214.006.800 ton gübre ve 8.274.929.600 m³ biyogaz elde edilebileceğinin tespit etmişlerdir. Bununla beraber aynı çalışmada elde edilebilecek biyogazdan ise 254.017.530 GJ kazanılabileceğini ifade etmişlerdir. [24]'e göre Denizli İlinde bulunan hayvansal atıklardan yıllık ortalama 125.449 kg yaş atık, 70.16 m³ biyogaz ve 329 milyon kWh elektrik enerjisi elde edilebileceğini bulmuşlardır.

4. Sonuçlar

Çalışmada, Tokat-Erbaa ilçesinde bulunan hayvan sayılarına göre elde edilebilecek yıllık ortalama yaş atık ve biyogaz potansiyeli belirlenmiştir. Belirlenen biyogaz potansiyel değerlerinden yıllık ortalama 41460 GJ ısı ve 8946908 kWh elektrik enerjisi elde edilebileceği tespit edilmiştir. Bununla beraber elektrik enerjisi potansiyelinin İlçede ortalama 2949 hanenin yıllık elektrik ihtiyacında karşılanabileceği bulunmuştur.

Kaynaklar

- [1] Yüksel T., Esen M., 2010. Elazığ İli İçin Çeşitli Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Deneysel Olarak Değerlendirilmesi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmalar Dergisi.
- [2] Onurbaş Avcıoğlu, A., Türker U., Demirel Atasoy Z., Koçtürk D., 2011. Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler. Biyoyakıtlar Kitabı, Önsöz. ISBN: 978 - 605 - 5426 - 71 - 2. Mayıs, 2011.
- [3] Yıldız O., Sözer S., 2005. Farklı Büyüklükteki Biyogaz Tesislerinde Sabit Yatırım ve Enerji Üretimi Maliyet Hesabı. Tarım Makineleri Bilimi dergisi, 1 (3), 214.
- [4] Türe, S., Özdoğan, S., Saygın, Ö., 1994. Sixth energy congress of Turkey. World Energy Council-Turkish National Committee, Proceedings of Technical Session 1, İzmir.
- [5] Demirbaş, A., 2001. Energy balance, energy sources, energy policy, future developments and energy investments in Turkey. Energy Conservation and Management, 42, 10, 1239-1258.
- [6] Onurbaş Avcıoğlu, A., Türker, U., 2012. Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, 1557-1561.
- [7] Güngör, G. ve Demirel, G.N., 2003. Et Tavuğu ve Büyükbaş Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyeli. II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Yeksem, İzmir.
- [8] Kızılaslan, N. and Kızılaslan, H., 2007. Turkey's Biogas Energy Potential. Energy Sources, Part B, 2: 277-286, DOI: 10.1080/15567240600629377.
- [9] Gümüşçü, M. ve Uyanık, S., 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Hayvansal Atıklarından Biyogaz ve Biyogübre Eldesi. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/ffccc9d25e4a0d2_ek.pdf (Erişim Tarihi: 14.09.2017).
- [10] Gürel, A., 2010. Tekirdağ İlinin Keşfedilmeyen Değerlerinden Biyogaz Potansiyeli. Tekirdağ Değerleri Sempozyumu, 60-69.
- [11] Kurt, G. ve Nacar Koçer, N., 2010. Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(3), 240-247.
- [12] Altıkat, S. ve Çelik, A., 2012. Iğdır İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(1): 61-66.
- [13] Yokuş, İ. ve Onurbaş Avcıoğlu, A., 2012. Sivas İlindeki Hayvansal Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 488-498. 5-7 Eylül, Samsun.
- [14] Onurbaş Avcıoğlu, A., Çolak, A., Türker, U., 2013. Türkiye'nin Tavuk Atıklarından Biyogaz Potansiyeli. Tekirdağ Ziraat Fakülte Dergisi, 10 (1), 21-28.
- [15] Yürük, F. ve Erdoğan, P., 2015. Düzce İlinin Hayvansal Atıklardan Üretilebilecek Biyogaz Potansiyeli ve K-Means Kümeleme İle Optimum Tesis Konumunun Belirlenmesi. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi 4 (1), 47-56.
- [16] Karaca, C., 2017. Hatay İlinin Hayvansal Gübre Kaynağından Üretilen Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 34-39.
- [17] Yılmaz, Y., Kadioğlu, Y., 2017. Erbaa'da Tekstil ve Hazır Giyim Sanayinin Coğrafi Analizi. Doğu Coğrafya Dergisi, 38, 1-14.
- [18] Anonim, 2017a. <http://gumusalanlkoyu.blogcu.com/erbaa-mizin-konumu/676801> (Erişim Tarihi: 14.09.2017).
- [19] Anonim, 2016. Tokat İl Tarım Müdürlüğü, 2016. <https://tokat.tarim.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 14.09.2017).
- [20] Akbulut, A. ve Dikici, A., 2004. Elazığ İlinin Biyogaz Potansiyeli ve Maliyet Analizi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi, 2 (2): 36-41.
- [21] Kaya, D., Çankakılıç, F., Dikeç, S., Baban, A. ve Güneş, K., 2005. Türkiye'de tarımsal atıkların değerlendirilmesi rehberi. LIFE 03 TCY/TR/000061 proje raporu, TÜBİTAK.
- [22] Tınmaz, Köse, E., 2016. Trakya bölgesinde hayvan gübrelerinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi ve sayısal haritaların oluşturulması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, DOI: 10.5505.
- [23] Baran, M.F., Lüle, F., Gökdoğan, O., 2017. Adıyaman ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 4(3): 245-249.
- [24] Doruk, İ., Bozdeveci, A., 2017. Denizli ilinin kırsal kesimlerinde hayvansal kaynaklı atıklardan biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(3): 181-186.