

Potential of Cattle Manure, Biogas Production and Design of Sample Plant Some Provinces

Aytekin Celik (Corresponding author)
Faculty of Engineering, Environmental Engineering Department,
Firat University, Elazig, Turkey
E-mail: aytekincelik23@gmail.com

Ekrem Aydin
Faculty of Engineering, Environmental Engineering Department,
Firat University, Elazig, Turkey
E-mail: ekremaydin2323@gmail.com

Abstract

Increasing energy demand has occurred increasing of exploring alternative energy sources day by day. In this study, animal fertilizer was selected as raw material for biogas production from alternative energy sources in some provinces. Firstly, the number of cattle and their manures were determined in Batman, Malatya, Siirt and Gaziantep provinces. Then, biogas potentials were determined and approximately fermentation, extraction and biogas storage tanks were designed with empirical formula. The manure quantities and biogas potential of these provinces were determined for Batman, Malatya, Siirt and Gaziantep as 34920, 90000, 47400, 51300 tons/month and 1152360, 3240000, 17100, 1850000 m³/month biogas respectively. In addition, fermentation tank, extraction tank and biogas storage tank volumes in Batman, Malatya, Siirt and Gaziantep were calculated as 600, 730, 790 and 420 m³ fermentation tank, 34050, 87750, 28500, 60048 m³ extraction tank and 250000, 500000, 4500 and 250000 m³ biogas storage tank, respectively. For these calculations, the monthly electricity energy reserves produced from the biogas were also determined as 5416092, 15228000, 80370 and 8695000 kWh, respectively. It is predicted that these sources will supply the electricity needs of 45134, 126900, 700, 72458 houses in the Batman, Malatya, Siirt and Gaziantep, respectively. These calculations were made only considering cattle manure. However, if considering many other biogas raw materials, it may be inevitable for researchers to move towards this sector in the future.

Keywords: Biogas, Fermentation tank, Extraction tank, Biogas storage tank

Özet

Gün geçtikçe enerji ihtiyaçlarının sürekli artış göstermesi, alternatif enerji kaynaklarının araştırılmasına olan ilgiyi arttırmıştır. Bu çalışmada da alternatif enerji kaynaklarından olan biyogaz için ham madde olarak hayvan gübresi seçilmiş ve bazı illerde bu potansiyel belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırılan Batman, Malatya, Siirt ve Gaziantep illerin de ilk olarak büyük baş hayvan sayısı ve atığı tespit edilmiş, daha sonra biyogaz potansiyeli belirlenmiş ve fermentasyon, özümleme ve biyogaz depolama tankları yaklaşık olarak ampirik formüllerle boyutlandırılmıştır. Yapılan çalışmada bu illerin atık miktarları aylık olarak belirlenmiş ve Batman, Malatya, Siirt ve Gaziantep illerinde sırasıyla 34920, 90000, 47400, 51300 ton olarak hesap edilmiştir. Paralelinde oluşan atık miktarlarına karşılık aylık biyogaz miktarları da belirlenmiş olup bunlarda sırasıyla 1152360, 3240000, 17100, 1850000 m³ olarak tespit edilmiştir. İlave olarak fermentasyon, özümleme ve biyogaz tank hacimleri de hesaplanmıştır. İllere göre, gerekli olan fermentasyon tank hacimleri, 600, 730, 790 ve 420 m³, özümleme tank

hacimleri 34050, 87750, 28500 ve 60048 m³ ve biyogaz tankı hacimleri ise 250000, 500000, 4500 ve 250000 m³ olarak hesaplanmıştır. Tüm bu hesaplara karşılık üretilen biyogazın aylık elektrik enerjisi eşdeğerleri de hesaplanmış olup bunlarda illere göre sırasıyla 5416092, 15228000, 80370 ve 8695000 kwh olarak belirlenmiştir. Bu elektrik enerjilerinin iller de 45134, 126900, 700, 72458 adet konutun elektrik ihtiyaçlarını karşılayabileceğini ön görülmüştür. Bu hesaplar sadece büyükbaş hayvan atığı dikkate alınarak yapılmıştır. Ancak diğer birçok biyogaz ham materyallerini de göz önünde bulundurulduğu zaman araştırmacıların ilerleyen süreçte bu sektöre yönelmesi kaçınılmaz olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Fermantasyon tankı, Özümleme tankı, Biyogaz depolama tankı

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması, mevcut kaynakların sürekli olarak azalmasına neden olmaktadır. Çoğu sınırlı olan kaynakların daha uzun süre insanlığın hizmetinde tutulması için bunların uygun şekilde kullanılması, yenilenmesi veya bu azalan kaynaklar yerine, yeni kaynakların hizmete geçirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla insanları alternatif yollardan enerji üretmeye yönlendirmek ve yaşanılması muhtemel çevre sorunlarının önüne geçmek büyük önem arz etmektedir. Enerji ihtiyacına önemli ölçüde katkıda bulunulacağı düşünülen biyogaz üretiminin, alternatif bir enerji potansiyeli olarak kullanılması uygun görülmektedir.

Biyogaz, hayvan gübreleri ve bitkisel atıklar gibi organik atıkların havasız tanklarda anaerobik sindirim prosesi ile elde edilen, renksiz, kokusuz, havadan hafif, mavi bir alevle yanan gazdır. Anaerobik arıtım, organik atıkların arıtılması için biyokimyasal bir teknolojidir ve elektrik ve ısı üretimi için yakıt olarak kullanılabilen biyogazı açığa çıkarma işlemidir (1). Hayvansal ve bitkisel organik atık/artık maddeler, çoğunlukla ya doğrudan doğruya yakılmakta veya tarım topraklarına gübre olarak verilmektedir. Bu tür atıkların özellikle yakılarak ısı üretiminde kullanılması daha yaygın olarak görülmektedir. Bu şekilde istenilen özellikte ısı üretilmediği gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün olmamaktadır. Biyogaz teknolojisi organik kökenli atık/artık maddelerden hem enerji eldesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir.

Biyogaz, araba yakıtı veya farklı ülkelerde ısı veya elektrik üretimi için kullanılan başka bir enerji kaynağıdır (2). Aktif çamurdan biyogaz üretimi eski ve neredeyse kurulu bir süreçtir. Ayrıca, son zamanlarda belediye katı atıklarından (MSW) endüstriyel ölçekler ve gübre gibi bazı homojen atıklar üzerinde üretilmiştir. Orman ve tarımsal artıklar ve MSW, boyut, bileşim, yapı ve özellik bakımından heterojen niteliktedir. MSW'de bulunan şekerler, nişastalar, lipidler ve proteinler, mikroorganizmalar tarafından kolayca parçalanabilen malzemeler arasında yer alırken, lignoselülozlar ve keratin gibi diğer fraksiyonların ayrışması daha zordur (4). Aynı zamanda farklı malzemelerin birlikte parçalanması karbon/besin dengesi bakımından anaerobik süreci uzatmakta olduğu da çalışmalarda rapor edilmiştir (5-6)

Üretilen biyogaz, örneğin, birleşik ısı ve güç üretimi için veya İsveç'te olduğu gibi araç yakıtı olarak performans yükseltme ve kullanım için kullanıldığı çalışmalarda belirlenmiştir (7-10). Ayrıca, üretilen güç şebekeye satılır ve ısı bölge ısıtma sistemi aracılığıyla tüketicilere dağıtılabilir. Bazıları biyogaz tesisi tarafından proses ısıtma olarak kullanılabilirdiği de rapor edilmiştir (9).

Bu çalışmada sadece materyal olarak büyükbaş hayvan gübresi seçilmiş ve seçili illerin biyogaz potansiyelleri belirlenmiştir. Biyogazın üretimi ile ilgili birçok araştırma mevcuttur ancak biz genel bilgidен ziyade tasarımına dikkati çekmek amacıyla bu araştırmayı gerçekleştirdik.

1.1 Biyogaz Üretiminde Kullanılan Atık Türleri

Son zamanlarda yapılan araştırmalar enerji kaybından çok minimum düzeyde enerji harcanmasına hatta enerji üretimine yönelik olmuştur ve buna halen devam edilmektedir. Bundan dolayı enerji içeriği yüksek olan tüm atıkların alternatif olarak kullanılmasına olanak

sağlayacak araştırmalar da sürmektedir. Biyogaz teknolojisi için de çoğunlukla kullanılmış/kullanılan materyaller aşağıda verildiği şekliyledir;

- | | |
|------------------------------------|---|
| * Hayvancılık atıkları | * Yemek atıkları ve yağ endüstrisi atıkları |
| * Tarımsal atıklar | * Sığır Gübresi |
| * Atıksu arıtma tesisleri atıkları | * Kanatlı gübresi |
| * Evsel nitelikli atıklar | * Atıksu çamuru |
| * Buğday samanı | * Ziraat Atıkları |

1.2. Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Gübre ve Biyogaz Miktarları

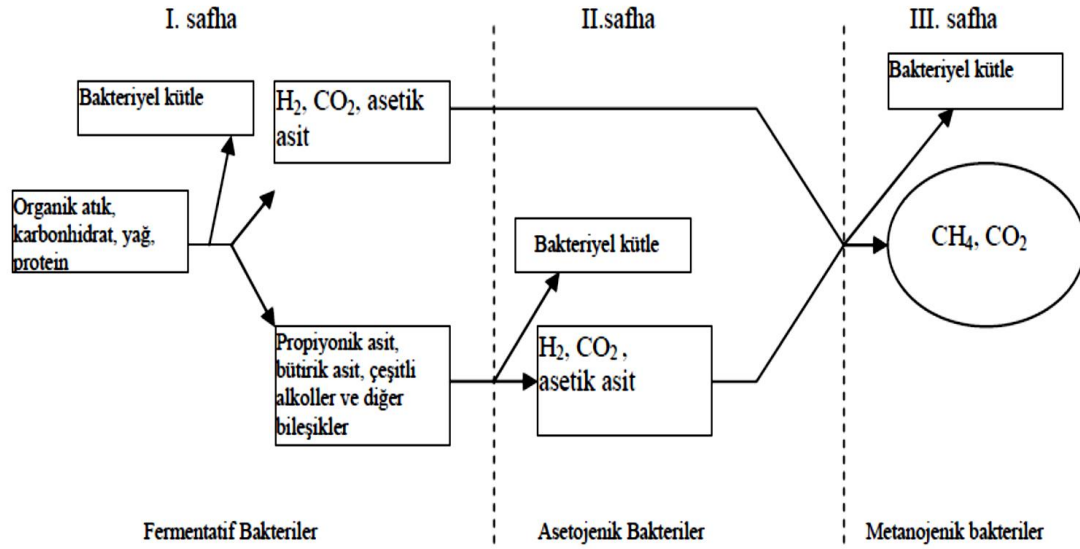
1 adet büyükbaş hayvandan günde 15 kg yaş gübre, yılda ise yaklaşık 5.5 ton elde edilir (3). Bu değerler, bir hayvanın canlı ağırlığının yaklaşık %5-6 sına denk gelmektedir. Hayvansal gübre ve bulamaçların anaerobik işleme tabi tutulmasının, gübre niteliğinde iyileştirme, koku ve patojenlerin azaltılarak yenilenebilir enerji üreten biyogaz ile çeşitli faydaları vardır (11). Ayrıca yenilenebilir enerji sistemlerine ilişkin AB politikaları, 2020 yılına kadar Avrupa enerji ihtiyaçlarının önemli bir kısmını çiftlik ve ormancılıktan karşılayacaklarını açıklamışlardır (11). Gelecekte biyoenerjinin %25 lik kısmı da hayvan gübresi, yaş gıda ve yem atıkları gibi organik atıklardan elde edilebilecek biyogazdan karşılanacağı çalışmalarda rapor edilmiştir (11).

1.3. Biyogaz Üretim Aşaması

Metan fermentasyonu, dört faza bölünebilen karmaşık bir süreçtir. Bunlar; hidroliz, asidogenez, asetojeniz / dehidrojenasyon ve metanasyon (Şekil 1). Hidroliz ve fermente edici mikroorganizmalar, polimerler ve monomerler üzerinde ki ilk etkiden sorumludur ve esas olarak asetat ve hidrojen propionat ve bütirat gibi değişken miktarlarda uçucu yağ asitleri üretirler. Hidrolitik mikroorganizmalar organik maddeler sentezlerken, hidrolitik enzimleri ile örneğin selüloz, sellobiaz, ksilanaz, amilaz, lipaz, proteaz ve lakkaz salgırlar (20). Mikroorganizmaların karmaşık bir konsorsiyumu, organik materyalin hidrolizi ve fermentasyonuna katılır. Bakterilerin çoğu, (Bacterioides, Clostridia ve Bifidobacteria gibi) katı anaeroblardır. Ayrıca *Streptococci* ve *Enterobacteriaceae* gibi bazı fakültatif anaeroblar da bu kategoridedir. Daha yüksek uçucu yağ asitleri, hidrojen üreten asetojenik bakteriler tarafından asetat ve hidrojene dönüştürülür. Hidrojen üreten asetojenik bakteriler iyi karakterize değildir. Tipik homoasetojenik bakteriler *Acetobacterium woodii* ve *Clostridium acetium*'dur. Hidrojen birikimi, asetojenik bakterilerin metabolizmasını engelleyebilir. Metanojenik konsorsiyumda ki metabolik olayların birçok mikrobiyal ayrıntısı net olmamakla birlikte, mevcut bilgi, hidrojenin metanojenler için sınırlayıcı bir substrat olabileceğini düşündürmektedir (6). Bozunma zincirinin sonunda, iki grup metanojenik bakteri, asetat veya hidrojen ve karbon dioksitten metan üretir. Bu bakteriler katı anaeroblardır ve çoğunun diğer anaerobik bakterilere oranla büyümesi için daha düşük bir redoks potansiyeli gerektirir. Asetat bozundurabilen sadece birkaç tür (örneğin, *Methanosarcina*) bakterileri ve *Metanococcus mazei* ve *Methanotrix soehngenii* metanojenik bakteriler ise metan oluşturmak için hidrojen kullanabilirler (12).

Özümleme işlemi, mezofilik (35-45 ° C) veya termofilik (50-70 ° C) sıcaklık koşullarında gerçekleşir. Sıcaklık değişiklikleri veya dalgalanmalar biyogaz üretimini olumsuz yönde etkileyeceğinden, özümleme sürecinde sabit bir sıcaklığın muhafaza edilmesi önemlidir. Biyokütle reaktör çıkış maddesi ile seyreltildiğinde en kararlı geri kazanım süreci gözlenmiştir (11). Çoğu durumda, termofilik sıcaklıklarda çalışan bitkilerde metanojenik çeşitlilik daha düşüktür (13). Bu nedenle, termofilik süreçler sıcaklık dalgalanmalarına karşı daha hassastır ve yeni bir sıcaklığa uyum sağlamak için daha uzun süre gerektirir. Mezofilik bakteriler, metan üretiminde kayda değer azalma olmadan +/- 3 ° C sıcaklık dalgalanmalarını tolere ederler. Metanojenik bakterilerin büyüme hızı termofilik proses sıcaklıklarının da daha yüksektir ve süreci daha hızlı ve verimli hale getirir. Bu nedenle, iyi işleyen bir termofilik özümleyici daha yüksek dereceye kadar yüklenebilir veya mezofilik koşullardan daha düşük bir hidrolik

alikonma süresi (HRT) ile çalıştırılabilir. Ancak termofilik işlem sıcaklığı, daha büyük derecede dengesizlik ve daha yüksek amonyak inhibisyonu riski ile sonuçlanır. Özellikle ayrılmamış amonyak formunun 80 mg / l' nin üzerinde ki konsantrasyonlarda proses inhibisyonuna neden olduğu rapor edilmiştir (14). İşlem, amonyak tarafından engellendiğinde, uçucu yağ asitleri (VFA) konsantrasyonun da ki bir artış, amonyağın etkisini kısmen ortadan kaldıracak pH da bir azalmaya yol açacaktır. Amonyak inhibisyonunu takiben biyogaz verimliliğini geri kazanma stratejileri araştırılmış ve organik endüstriyel atıklarla birlikte gübrenin anaerobik arıtımı için değerlendirildiği çalışmalar da literatürde mevcuttur (15).



Şekil 1. Biyogaz üretim aşamaları (16)

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma da Batman, Siirt, Gaziantep, Malatya illerinde büyük baş hayvan atıklarını dikkate alarak fermantasyon tankı, özümleme tankı ve gaz depolama tankı ampirik formüllere göre tasarlanmıştır. Tasarım yapılırken faydalanılan formüller aşağıda ki gibidir.

1. 1 adet büyük baş hayvan günde 15 kg yaş gübre oluşturur.(3)
2. Yaş gübre /su karışım oranı ağırlıkça 1 dir.
3. Bulamaç tankında hidrolik bekleme süresi 1 gündür.
4. 1 ton yaş gübre yaklaşık 0.975 m³ tür.
5. Özümleme tankı için gaz toplama hacmi özümleme tankının %20 si kadardır.
6. 1 kg yaş gübre 0.033 m³ biyogaz oluşturur. (17)
7. 1 m³ biyogaz 4.70 kwh elektrik enerjisine denktir (18)
8. 1 ev günde ortalama 4 kwh elektrik enerjisi harcar (19)
9. Oluşan biyogazın %78 i kış aylarında kullanılacaktır

Aşağıda tablo 1 ve 2 de bazı gazların biyogaz içerikleri ve enerji değerleri verilmiştir;

Tablo 1. Biyogazın içeriği

Gazın Cinsi	Gazın içeriği (%)
CH ₄	40 - 70
CO ₂	30 - 60
H ₂ S	0 - 3
H ₂	0-1
O ₂	0,01 - 0,2
N ₂	0,1 - 1

Tablo 2. Çeşitli gazların enerji değerleri

Gazın cinsi	Enerji değeri (MJ/m ³)
Propan	25,5
Bütan	28,7
Doğal gaz	37,3
Biyogaz	24,0

3. Sonuçlar ve Tartışma

Tablo 3, 4, 5, illere göre hayvan sayıları, oluşan atık miktarları, enerji sarfiyatları ve depolanacak tank hacimleri tasarımlarını göstermektedir. Tablolara göre, oluşan atık miktarları nüfus yoğunluğuna bağlı olarak hayvan sayısı fazlalığına göre arttığı görülmüştür. Bu çalışma ile ülkemiz de pilot ölçekli seçilen iller de büyükbaş hayvan atığından elde edilebilecek keşfedilmemiş biyogaz potansiyellerini gün yüzüne çıkarılmıştır. Yukarıda ki tablolara bakıldığında sadece bu 5 il 250 bini aşkın büyükbaş hayvan potansiyeli mevcuttur. Bu potansiyele bağlı olarak oluşan atık ve beraberinde getirdiği atık bertaraf problemi de büyük sorun teşkil etmekte de olacaktır. Bu büyük sorun biyogaz üretimi sayesinde minimum seviyede tutulacağı aşikârdır. Çünkü biyogaz üretimi hem atık giderimine yardımcı olacak hem de enerji ihtiyaçlarını karşılayacaktır.

Biyogaz üretimini ülke ekonomisi açısından bakılacak olursa, oldukça verimli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak ne yazık ki ülkemiz biyogaz üretimi açısından Dünya ülkelerinden oldukça geride kalmıştır. Bu nedenle ülkemiz de, özellikle biyogaz üretiminin de kullanılan atık miktarlarının yoğun olduğu bölgelerde, tesis sayılarının artırılmasına, biyogaz tesis projelerinin desteklenmesine ihtiyaç vardır.

Table 3. İllere göre tasarlanan fermantasyon tankı verileri

Veriler	Batman	Malatya	Siirt	Gaziantep
B.B. Hayvan Sayısı (Adet)	38800	100000	27000	85500
Oluşan Yaş Gübre Miktarı (Ton/G)	582	1500	405	855
Gerekli Olan Su Miktarı (Ton/G)	582	1500	405	855
Fermantasyon Tankında Bekleme Süresi (Gün)	1	1	1	1
Yaş Gübrenin Yoğunluğu (m ³ /Ton)	0,975	0,975	0,975	0,975
Toplam Atık Miktarı (Ton/G)	1164	3000	810	1710
Toplam Atık Miktarı (m ³ /G)	1135	2925	790	1670
Fermantasyon Tankı Sayısı, (Adet)	2	4	1	4
Fermantasyon Tankı Yüksekliği (m)	5	5	5	5
Fermantasyon Tankı Alanı (m ²)	114	146	158	84
Fermantasyon Tankı Uzunluğu (m)	12	15	11	12
Fermantasyon Tankı Genişliği (m)	10	10	15	7
Fermantasyon Tankı Hacmi (m ³)	600	730	790	420
Fermantasyon Tankı Şekli	Dikdörtgen	Dikdörtgen	Dikdörtgen	Dikdörtgen

Tablo 4. İllere göre tasarlanan özümleme tankı verileri

Veriler	Batman	Malatya	Siirt	Gaziantep
B. B. Hayvan Sayısı (Adet)	38800	100000	27000	85500
Hidrolik Bekleme Süresi (G)	30	30	30	30
Toplam Atık Miktarı (m ³ /G)	1135	2925	790	1670
Toplam Tank Hacmi (m ³)	34050	87750	28500	60048
Tank Sayısı (Adet)	5	10	4	10
1 Adet Tank Hacmi (m ³)	6810	10500	7125	6005
1 Adet Tank Yüksekliği (m)	20	30	20	20
1 Adet Tank Alanı (m ²)	341	351	357	301
1 Adet Tank Çapı (m)	21	21	21	20
(R/H) Kontrol Aralığı (1/2-1/6)	0,35	0,35	0,35	0,48
Özümleme Tankı Şekli	Silindirik	Silindirik	Silindirik	Silindirik

Tablo 5. İllere göre biyogaz depolama tankı verileri

Veriler	Batman	Malatya	Siirt	Gaziantep
Hayvan Sayısı (Adet)	38800	100000	27000	85500
Günlük Atık Miktarı (Ton)	1164	3000	1580	1710
Aylık Atık Miktarı (Ton)	34920	90000	47400	51300
Aylık Oluşacak Gaz Miktarı (m ³ /Ay)	1152360	3240000	17100	1850000
1)Kış Ayları İçin Aylık Harcanacak Gaz Miktarı (m ³)	902360	2035000	10000	1250000
A)Isınma Amaçlı (m ³)	590000	1538000	6000	750000
B)Elektrik Üretimi İçin(m ³)	300000	452000	2000	450000
C)Tesis Pompalarının Elektrik Kullanımı (m ³)	12360	45000	2000	50000
2)Yaz Ayları İçin Aylık Harcanacak Gaz Miktarı (m ³)	230000	1205000	7100	600000
A)Isınma, Tesis İçi Elektrik, Sıcak Su Amaçlı Kullanımı (m ³)	20000	600000	2000	300000
B)Elektrik Üretimi İçin Satılan(m ³)	10000	170000	1100	100000
C)Depolanacak Biyogaz (m ³)	200000	435000	4000	200000
Toplam Gaz Depolama Hacmi (m ³)	250000	500000	4500	250000
Gaz Depolama Ünitesi Sayısı (Adet)	10 adet	10 adet	5	10
1 Adet Gaz Depolama Ünitesi Hacmi (m ³)	25000	50000	900	25000
Gaz Depolama Tankı Yarı Çapı (m)	18	23	6	18
Gaz Depolama Ünitesi Tasarımı	Küre	Küre	Küre	Küre

4. Referanslar

- [1] El-Mashad, Hamed M.; Zhang, Ruihong. Biogas production from co-digestion of dairy manure and food waste. *Bioresource technology*, (2010), 101.11: 4021-4028.
- [2] Taherzadeh, Mohammad J.; KARIMI, Keikhosro. Pretreatment Of Lignocellulosic Wastes To Improve Ethanol And Biogas Production: A Review. *International Journal Of Molecular Sciences*, 2008, 9.9: 1621-1651.
- [3] Kırımhan, S., Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi, Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma Enstitüsü, (1981), Erzurum.
- [4] Buffiere, P; Loisel, D; Bernet, N; Delgenes, JP. Towards new indicators for the prediction of solid waste anaerobic digestion properties. *Water Sci. Technol* (2006), 53, 233–241.
- [5] A. Mshandete, A. Kivaisi, M. Rubindamayugi, B. Mattiasson Anaerobic batch co-digestion of sisal pulp and fish wastes *Bioresource Technology*, 95 (1) (2004), pp. 19-24
- [6] Bagi, Z., Ács, N., Bálint, B., Horváth, L., Dobó, K., Perei, K. R., ... & Kovács, K. L. Biotechnological intensification of biogas production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, (2007), 76(2), 473-482.

- [7] Nielsen, L.H., Hjort-Gregersen, K., Thygesen, P., Christensen, J., Samfundskonomiske analyser af biogasfællesanlæg. Rapport 136. Fdevarekonomisk Institut, Kbenhavn, (2002).
- [8] Weiland, P. Biogas production: current state and perspectives. *Applied microbiology and biotechnology*, (2010), 85(4), 849-860.
- [9] Holm-Nielsen, Jens Bo; Al Seadi, Teodorita; Oleskowicz-Popiel, Piotr. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource technology*, (2009), 100.22: 5478-5484.
- [10] Persson, M., Jönsson, O., Wellinger, A., Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection. IEA Bioenergy, Task 37 – Energy from Biogas and Landfill Gas, (2006).
- [11] Ahn, H. K., Smith, M. C., Kondrad, S. L., & White, J. W. Evaluation of biogas production potential by dry anaerobic digestion of switchgrass–animal manure mixtures. *Applied biochemistry and biotechnology*, (2010), 160(4), 965-975.
- [12] W. Parawira, M. Murto, R. Zvauya, B. Mattiasson Anaerobic batch digestion of solid potato waste alone and in combination with sugar beet leaves *Renewable Energy*, 29 (2004), pp. 1811-1823
- [13] Karakashev D., Batstone D. J., Angelidaki I., Influence Of Environmental Conditions On Methanogenic Compositions In Anaerobic Biogas Reactors, *Environ, Microbiol*, (2005), vol. 71, no. 1, 331-338.
- [14] Kroiss, H., Plahl-Wabnegg, F., & Svardal, K. Anaerobic treatment of viscose wastewater. *Water science and technology*, (1985), 17(1), 231.
- [15] Nielsen, H. B., & Angelidaki, I. Strategies for optimizing recovery of the biogas process following ammonia inhibition. *Bioresource technology*, (2008), 99(17), 7995-8001.
- [16] Şenol, H., Elibol, E.A., Açık, Ü., Şenol, M., 2016'da Türkiye'de Kanatlı Hayvanlardan Üretilebilecek Biyogaz ve Elektrik Enerji Potansiyeli, (2017), 6(1), 1-11.
- [17] 17-. Sancak, A. Z., Sancak, K., Demirtaş, M., Dönmez, D., Aygören, E., Kalanlar, Ş., Türkiye'de Büyükbaş Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretim Potansiyeli, (2014).
- [18] <https://www.ozelliklerinedir.com/bir-evin/hanenin/konutun-gu-nlu-k/aylik-ve-yillik-elektrik-tuketimi-ne-kadardir>
- [19] <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>
- [20] Erguven, G.O., Yildirim, N., Adar, E.. The ability of *Phanerochaete chrysosporium* (ME446) on chemical oxygen demand remediation in submerged culture medium supplemented with malathion insecticide. *Desalination and Water Treatment* 94 (2017) 231–235