

SEYHAN ATIKSU ARITMA TESİSİ'NDE BİYOGAZ ÜRETİM VERİMLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Harun TÜRKMENLER^{1*}

¹Adiyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Adiyaman, 02040, Türkiye
Geliş tarihi: 05.07.2019 Kabul tarihi: 25.11.2019

ÖZET

Biyogaz üretimi, öncelikle yenilenebilir enerji üretimi ve ayrıca organik atıkların değerlendirilmesi için iyi bir teknolojidir. Günümüzde biyogaz sektörü hızla büyümekte ve gelişmiş biyoenerji tesisleri olarak biyogaz tesislerinin kurulmasına zemin hazırlamaktadır. Bu çalışmada, tesisten anaerobik arıtma sonucu oluşan arıtma çamurundan biyogaz üretim verimliliğinin araştırılması amacıyla altı aylık (Ocak–Haziran 2017) veriler elde edilerek gerçekleştirilmiştir. Tesisin 2010 yılı toplam eşdeğer nüfusu, günlük debisi ve giriş BOİ₅ tasarım değerleri sırasıyla 1.151.066 E.N., 227.356 m³/gün ve 243 mg/L'dir. Çalışma kapsamında, tesiste üretilen biyogazın ortalama elementel analizi sonucunda CH₄, CO₂ ve net kalorifik değerleri sırasıyla %68,32, %31,5 ve 26 MJ/kg olarak bulunmuştur. Çürütücüye beslenen çamur miktarının altı aylık ortalama değeri 249,83 m³/gün ve buna karşılık elde edilen biyogaz miktarı ise 6.092,5 m³/gün'dür. Üretilen biyogaz, gaz jeneratörleri ile elektrik eldesinde ve kazanlar ile sıcak su eldesinde kullanılmaktadır. Çamurda yapılan organik madde analizleri sonucunda Toplam Katı Madde (TKM), Kuru Katı Madde (KKM) ve Uçucu Askıda Katı Maddenin (UAKM) ortalama değerleri sırasıyla 30.796,74 mg/L, 7,55 ton/gün ve 17.855,05 mg/L olarak bulunmuştur. Enerji geri kazanım verimi ise ortalama %75,83 tür.

Anahtar Kelimeler: Seyhan atıksu arıtma tesisi, Biyogaz üretimi, Anaerobik arıtma çamuru, Enerji

INVESTIGATION OF BIOGAS PRODUCTION EFFICIENCY IN SEYHAN WASTEWATER TREATMENT PLANT

ABSTRACT

Biogas production is primarily a good technology for the production of renewable energy and also for the evaluation of organic wastes. Today, the biogas sector is growing rapidly and paving the way for the establishment of biogas plants as advanced bioenergy facilities. In this study, six months (January-June 2017) data were obtained to investigate the biogas production efficiency from the treatment sludge produced by anaerobic treatment. Total equivalent population, daily flow rate and inlet BOD₅ design values for the year 2010 are 1151066 EN, 227356 m³/day and 243 mg/L, respectively. In the scope of the study, the average elemental analysis of the biogas produced in the plant yields CH₄, CO₂ and net calorific values respectively 68.32%, 31.5% and 26 MJ/kg. The six-month average value of the amount of sludge fed to the digester was 249.83 m³/day and the amount of biogas obtained was 6092.5 m³/day. Produced biogas, gas generators and electric boilers with hot water is used to obtain. As a result of the organic matter analysis in the sludge, the average values of Total Solids (TS), Dry Solids (DS) and Volatile Suspended Solids (VSS) were found to be 30796.74mg/L, 7.55 ton/day and 17855.05 mg/L, respectively. Energy recovery efficiency is 75.83%.

Keywords: Seyhan wastewater treatment plant, Biogas production, Anaerobic treatment sludge, Energy

* e-posta: hturkmenler@adiyaman.edu.tr ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7603-7385>

1. Giriş

Hızlı nüfus artışı ve sürekli gelişen sanayi faaliyetleri, bir yandan büyük miktarda enerji ihtiyacı doğururken diğer yandan, insan hayatına ve eko sisteme zarar vermeksizin bertaraf edilmesi gereken büyük miktarlarda atık üretmektedir [1]. Günümüz koşullarında insanlığın hayat standardının giderek yükseliyor olması ve gelişen teknoloji, enerji kaynaklarının yoğun bir şekilde tüketilmesine sebep olmaktadır. Dünyanın enerji ihtiyacının her geçen gün artması sonucu yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artmaya başlamıştır [2].

Enerji ihtiyacının fosil yakıtlar kullanılarak karşılanıyor olması, çevre sorunlarının temel nedenlerinden birisidir. Bu nedenle atıklardan üretilen yenilenebilir enerji, gelecekteki alternatif enerji kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılacak biyokütleden birisi de atıksu arıtma tesisinde arıtma sonrası oluşan arıtma çamurlarıdır. Arıtma çamurlarının organik yükü fazla olduğundan anaerobik proseslerde çürütülmesi ile yüksek biyogaz verimi elde edilmektedir Anaerobik biyolojik arıtma sistemleri ile biyogaz üretimi, biyokütle yolu ile enerji elde etme yöntemlerinden biridir. Bu yöntem birçok endüstriyel, zirai atık için uygulanabilir [3]. Dünyadaki en yaygın belediye atıksu arıtma yöntemi mekanik/biyolojik arıtma yöntemidir. Modern atık su arıtma tesisleri, neredeyse hiç kirlilik içermeyen oldukça verimli atık su arıtımını gösterir. Arıtma çamuru, bir enerji ve biyokütle kaynağı olarak daha fazla kullanılmasına izin vermek için yan ürün arıtımının bir sonucu olarak oluşur. Bununla birlikte, arıtma çamuru, yalnızca yüksek su içeriği (> %95) yükünü, yabancı kirlenmeyi, patojenik bakterileri ve kötü kokulu maddeleri azaltan veya ortadan kaldıran uygun işlemlerden sonra kullanılabilir [4, 5].

Atık aktif çamur, atık su arıtma tesislerinden üretilen son derece çürüyebilir bir kalıntıdır. Aktif çamur, bol miktarda organik madde, bakteriyel patojenler, besin maddeleri ve yüksek su içeriğine sahiptir. Bu nedenle, atık su arıtma tesislerinin işletme maliyetlerinin %50'sini oluşturduğu için çamur işleme çevresel ve ekonomik açıdan başlı başına büyük bir sorundur [6]. Bu nedenle, anaerobik çürütme, atık aktif çamur arıtımı için önemli bir seçenek olarak kabul edilmekte ve çamur stabilizasyonunu gerçekleştirerek çamur miktarının, kokunun, patojenlerin azalmasında ve biyogaz elde edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır [7].

Biyogaz, organik maddenin kütlelerini oluşturan yağların, proteinlerin ve karbohidratların parçalanması nedeniyle biyokütlenin anaerobik parçalanması yoluyla üretilir. Biyogaz üretimi, farklı organik atıklardaki kimyasal enerjinin termal enerjiye dönüştürülmesi sırasında alternatif bir enerji üretim kaynağıdır. Bugüne kadar biyogaz üretimi, farklı tipte aerobik olmayan bakteriler kullanılarak organik atıkların biyokimyasal olarak parçalanmasıyla meydana gelmiştir [8]. Organik atıkların anaerobik çürütülmesi, organik katı atıkları ısı, elektrik ve yakıt üretmek için kullanılacak biyogaza dönüştürmek için uygun maliyetli ve çevre dostu bir işlem olarak kabul edilmiştir [9]. Bu çürütme işleminde, biyolojik olarak parçalanabilen organik atıklar, yaklaşık %50-75 metan ve %25-50 karbondioksit içeren yanıcı bir biyogaz üreten anaerobik bakteriler tarafından basit moleküllere dönüştürülür [10].

Günümüzde enerji çalışmaları hız kazanmıştır. Azalan hammadde kaynakları, artan ihtiyaçlar ve artan bu ihtiyaçların karşılanması amacıyla alternatif enerji kaynaklarına ilgi artmaya başlamıştır. Bu alternatif enerji kaynaklarından birisi olan biyogazın üretilmesi sonucunda, hem çevreyi kirleten atıklar değerlendirilmiş olacak ve hem de bu atıklardan enerji eldesi sözkonusu olacaktır. Bu çalışmanın amacı; Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi'nde (S.A.A.T.) arıtma prosesi sonucunda oluşan arıtma çamurlarının anaerobik çamur çürütücülerde oksijensiz ortamda çürütüldükten sonra çürütücüden elde edilen biyogazın üretim veriminin araştırılmasıdır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Tesisin Genel Tanıtımı

Akdeniz'in kirlenmesine sebep olan bölge atıksularının toplanıp arıtılarak kirliliğin önlenmesi amacıyla Adana Batı Atıksu Arıtma Tesisi (Seyhan) inşa edilmiştir. Tesisin devreye alınıp işletilmesiyle birlikte Akdeniz'in kirlenmesi de büyük ölçüde engellenmiş olacaktır. Tesis, 7 Haziran 2004 tarihinde işletmeye alınmıştır. Bu atıksu arıtma tesisinde, Seyhan Nehri ve drenaj kanallarına arıtmadan deşarj edilen evsel ve ön arıtmadan geçirilen endüstriyel atık sular arıtılmaktadır. Tesisin 2010 yılı toplam eşdeğer nüfusu, günlük debisi ve giriş BOİ₅ tasarım değerleri sırasıyla; 1.151.066 E.N., 227.356 m³/gün ve 243 mg/L'dir. S.A.A.T. için, hedef yıl 2010 yılı tahmini yükleri projelendirme baz alınarak, mekanik ön-arıtma, ön çökeltme ve çok yüklü aktif çamur prosesine göre, biyolojik arıtma tesisin birinci aşamasını kapsamaktadır. Bu ilk aşama dahilinde, çamur stabilizasyon (anaerobik mezofilik çürütme) ve çamur su-giderme tesisleri inşa edilmiştir. Çamur stabilizasyon ünitesi ikinci aşama için halihazırda tasarlanmıştır (hedef yıl 2025) [11]. Tesisin genel görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. S.A.A.T 'nin Genel Görünümü

Çamur çürütücü tanklarının her biri 9.000 m³ hacime sahiptir. Her bir çamur çürütücünün çapı 20 m, toplam yüksekliği ise 39,4 m'dir. Çamurun karıştırılması mekanik karıştırıcılar ile sağlanmaktadır. Çürütücülerde üretilen biyogaz çakıl filtrelerinden geçirilerek her biri 3.142 m³'lük hacme ve 20 m çapa sahip toplam 2 adet kuru gaz tankına gönderilmektedir.

2.2. Metod

Bu çalışma kapsamında, S.A.A.T.'nin altı aylık (Ocak 2017 - Haziran 2017) günlük giriş-çıkış BOİ₅, KOİ, AKM, TN, TP değerleri, çamur debisi ve biyogaz üretim miktarı ve elektrik üretim miktarı verileri temin edilmiştir. KOİ, BOİ₅, TN ve TP analizleri sırasıyla; dikromat reflux metot, respirometrik metot, persülfat sindirimi ve asit persülfat sindirimi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Çamurda yapılan TKM, AKM, UKM analizleri standart metotlar kullanılarak yapılmıştır [12]. Aylara ait çürütücüye beslenen çamur-biyogaz üretim miktarını gösteren tablolar oluşturulmuştur.

Ayrıca tesiste üretilen biyogazın ortalama elementel analiz sonucu ve biyogaz üretim miktarları da elde edilmiştir.

3. Araştırma Bulguları

3.1. Analiz Sonuçları

Çürütücüye beslenen çamurun altı aylık ortalama TKM (mg/L), KK (kuru katı) (%), KKM (ton/gün), UAKM (mg/L, %) ve UYA (uçucu yağ asitleri) (mg/L) değerleri Çizelge 1’de, tesiste üretilen biyogazın Ocak–Haziran 2017 aylarına ait ortalama elementel analiz sonuçları ise Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çürütücüye Beslenen Çamurun; TKM (mg/L), KK (%), KKM (ton/gün), UAKM (mg/L, %) ve UYA (mg/L) Değerleri

Parametre	Çürütücü 1	Çürütücü 2	Çürütücü 3	Çürütücü 4
Beslenen Çamur (m ³ /gün)	253,95	249,06	251,56	244,78
TKM (mg/L)	31.267	30.490	30.559	30.871
KK (%)	3,11	3,05	3,05	3,10
KKM (ton/gün)	7,73	7,45	7,63	7,37
UAKM (mg/L)	18.249	17.721	17.661	17.789
UAKM (%)	58,4	58,1	57,8	57,7
UYA (mg/L)	251,2	198,5	183,6	189,8

Çizelge 2. Tesiste üretilen biyogazın ortalama elementel analiz sonuçları

Parametre	Analiz Sonuçları
CH ₄ (%)	68,32
CO ₂ (%)	31,5
O ₂ (%)	0,25
H ₂ (%)	0,00
N ₂ (%)	0,3
CO (%)	0,00
H ₂ S (ppm)	6.000
Net kalorifik değer (MJ/kg)	26

Çürütücülere beslenen çamurdaki TKM miktarı, 30.490-31.267 mg/L arasında değişmektedir. UAKM miktarı ise TKM’nin %57,7-58,4 ü arasında değişmektedir.

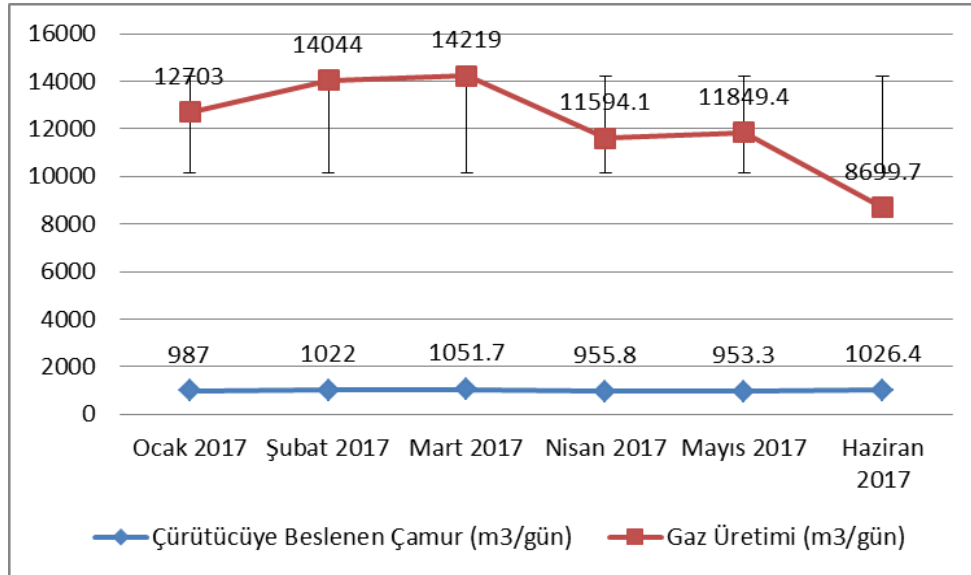
3.2. Aylık Ortalama Çamur-Biyogaz Miktarı ve Enerji

Aylara ait ortalama çamur debisi ve biyogaz miktarı değerleri sırasıyla Çizelge 3 ve Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 3. A yıllık Ortalama Çamur Miktarı ve Biyogaz Üretimi

Aylar	Çürütücüye Beslenen Çamur (m ³ /gün)	Gaz Üretimi (m ³ /gün)
Ocak 2017	987	12.703
Şubat 2017	1.022	14.044
Mart 2017	1.051,7	14.219
Nisan 2017	955,8	11.594,1
Mayıs 2017	953,3	11.849,4
Haziran 2017	1.026,4	8.699,7

Çizelge 3'te de görüldüğü üzere çürütücüye beslenen çamur miktarına göre biyogaz üretimi 8.699,7-14.219 m³/gün arasında değişmektedir.

**Şekil 2.** Aylık Ortalama Çamur Miktarı ve Biyogaz Üretimi

Dagnall ve arkadaşları tarafından 2.000 yılında yapılan çalışmada, 1 m³ biyogazdan 1,5 kWh elektrik elde edilebileceği sonucu ortaya çıkmıştır [13]. Araştırmanın yapıldığı S.A.A.T.'de ise; aylık ortalama 953,3-1.051,7 m³/gün çamurdan yaklaşık olarak aylık ortalama 8.699,7-14.219 m³/gün biyogaz üretimi gerçekleştirilmiştir.

Ambarlı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinde, aylık ortalama debi 280.000 m³/gün olup, tesiste her biri 10.000 m³ hacme sahip 6 adet çamur çürütücü tankı bulunmaktadır. Her bir çürütücü tankın çamur debisi 1.500 m³/gün olup, tesiste ortalama 13.000 m³/gün biyogaz üretilmektedir. Ataköy ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinde ise, aylık ortalama debi 341.613 m³/gün olup, tesiste her biri 10.000 m³ hacme sahip 6 adet çamur çürütücü tankı bulunmaktadır. Her bir çürütücü tankın çamur debisi 2.100 m³/gün olup, tesiste ortalama 17.373 m³/gün biyogaz üretilmektedir [14].

S.A.A.T. ileri biyolojik arıtmaya göre inşa edilmiş olup tesiste çamur arıtımı yapılmakta ve arıtımı yapılan çamurdan metan gazı üretilmektedir. Üretilen metan gazı ile de elektrik enerjisi üretilmekte ve böylelikle tesisin elektrik enerjisi karşılanabilmektedir. Üretilen biyogaz, gaz jeneratörleri ile elektrik eldesinde ve kazanlar ile sıcaksu eldesinde kullanılmaktadır. Kullanılmayan fazla gaz, flare ile yakılmaktadır. Tesisin dışından sağlanan elektrik enerjisi ile ilgili problemlerde

veya genel elektrik kesintisi durumunda, 800 w'lık 2 dizel jeneratör seti ve 800 Kw ve 1.600 Kw elektrik enerjisi kapasiteli gaz motoru tarafından enerji temini sağlanmaktadır.

Çizelge 4'te S.A.A.T.'nin aylık ortalama debi, sayaç değerleri (toplam), toplam enerji üretimi, toplam enerji tüketimi, enerji geri kazanımı, satış (toplam) ve net tüketim değerleri verilmiştir.

Çizelge 4. S.A.A.T. 2017 Yılı (Ocak-Haziran) Enerji Değerleri

Aylar (2017)	Ort. Debi (m ³ /gün)	Sayaç Değerleri (Toplam, kWh/gün)	Toplam Enerji Üretimi (kWh/gün)	Toplam Enerji Tüketimi (kWh/gün)	Enerji Geri Kazanımı (%)	Satış (Toplam, kWh/gün)	Net Tüketim (kWh/gün)
Ocak	203.438	8.063	36.855	44.918	82	3.035	41.883
Şubat	197.485	7.374	40.205	47.580	84	3.280	44.299
Mart	208.537	6.289	41.169	47.458	86	4.031	43.427
Nisan	214.991	10.522	35.469	45.991	77	2.732	43.259
Mayıs	203.409	12.631	30.989	43.620	71	2.640	40.980
Haziran	179.543	18.397	22.283	40.680	55	2.769	37.911
Ortalama	201.233,8	10.546	34.495	45.041,2	75,83	3.081,2	41.959,9

Çizelge 4'ten de görüldüğü gibi tesiste toplam enerji üretimi ortalama 34.495 kWh/gün iken toplam enerji tüketimi ise 45.041,2 kWh/gündür. Enerji geri kazanımı ise ortalama %75,83 tür. Bunun sonucunda tesisin elektrik ihtiyacının yaklaşık %75'lik kısmı karşılanmaktadır.

4. Sonuçlar

Tesiste atıksuların arıtımı sonucunda oluşan arıtma çamurundan biyogaz elde edilmekte ve elde edilen biyogazdan da ısı ve elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Biyogazdan üretilen elektriğin bir kısmı tesis için kullanılmakta diğer kısmı da TEDAŞ'a satılarak büyük kar elde edilmektedir. Bu şekilde çamurun ekonomik değerinden faydalanılmaktadır. Bu çalışma sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir;

- Ocak ayında çürütücüye beslenen ortalama çamur miktarı 987 m³/gün, üretilen ortalama biyogaz miktarı ise 12.703 m³/gün'dür.
- Şubat ayında çürütücüye beslenen ortalama çamur miktarı 1.022 m³/gün, üretilen ortalama biyogaz miktarı ise 14.044 m³/gün'dür.
- Mart ayında çürütücüye beslenen ortalama çamur miktarı 1.051,7 m³/gün, üretilen ortalama biyogaz miktarı 14.219 m³/gün'dür.
- Nisan ayında çürütücüye beslenen ortalama çamur miktarı 955,8 m³/gün, üretilen ortalama biyogaz miktarı 11.594,1 m³/gün'dür.
- Mayıs ayında çürütücüye beslenen ortalama çamur miktarı 953,3 m³/gün, ortalama biyogaz miktarı 11.849,4 m³/gün'dür.
- Haziran ayında çürütücüye beslenen ortalama çamur miktarı 1.026,4 m³/gün, ortalama biyogaz miktarı 8.699,7 m³/gün olarak bulunmuştur.

Biyogaz üretimi, öncelikle yenilenebilir enerji üretimi ve ayrıca organik kalıntıların değerlendirilmesi için iyi bir teknolojidir. Biyogaz üretilmesi sonucu, atıkların çevreye gelişigüzel atılması sonucunda ortaya çıkan çevre kirliliğinin önlenmesi, ekonomik fayda, işletmelerin enerji ihtiyacının karşılanması, çürüme sonucunda elde edilen ürünün tarımda değerlendirilmesi ve fosil

yakıtların kullanımının azaltılması sonucunda atmosferdeki sera gazı emisyonlarının azaltılması imkanı sağlanmış olacaktır.

Teşekkür

Yazar, bu çalışmada S.A.A.T. ile ilgili verilerin temininde katkı sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerini sunar.

Kaynaklar

- [1] Vindis P, Mursec B, Janzekovic M, Stajko D, Cus F. Anaerobic Digestion of Maize Hybrids for Methane Production. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 2010; 40: 87-94.
- [2] Koyuncu S. Konya Atıksu Arıtma Tesisi Anaerobik Çamur Çürütücülerinde Optimum Biyogaz Verimi İçin İşletme Şartlarının ve Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [3] Speece RE. *Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewater*. ArchePress, Tennessee, 1996.
- [4] Pervov AG, Andrianov AP, Gorbunova TP, Bagdasaryan AS. Membrane technologies in the solution of environmental problems. *Petr. Chem.*, 2015; 55(10), 879-886.
- [5] Gulshin IA, Kuzina AF. Adaptation of nitrifying activated sludge to simultaneous nitrification and denitrification in the lab-scale oxidation ditch. *IJAER*, 2015; 10, 21: 42618–42623.
- [6] Cho SK, Ju HJ, Lee JG, Kim SH. Alkaline-mechanical pretreatment process for enhanced anaerobic digestion of thickened waste activated sludge with a novel crushing device: Performance evaluation and economic analysis. *Bioresour Technol.*, 2014; 165: 183-190.
- [7] Zhen G, Lu X, Li Y, Zhao Y. Combined electrical-alkali pretreatment to increase the anaerobic hydrolysis rate of waste activated sludge during anaerobic digestion. *Applied Energy*, 2014; 128: 93–102.
- [8] Rao PV, Baral SS, Dey R, Mutnuri S. Biogas Generation Potential by Anaerobic Digestion for Sustainable Energy Development in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010; 14: 2086-2094.
- [9] Digman B, Kim D. Alternative energy from food processing wastes. *Environmental Progress*, 2008; 27: 524–537.
- [10] Zheng Y, Zhao J, Xu F, Li Y. Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas production. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2014; 42: 35-53.
- [11] Yelmen B. VI. Enerji Verimliliği (EVK), Kalitesi Sempozyumu ve Sergisi, 4-6 Haziran Sakarya Üniversitesi Kongre ve Kültür Merkezi, 6-12, 2015.
- [12] American Public Health Association, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th Edition, 2005.
- [13] Dagnall S, Hill J, Pegg D. Resource Mapping and Analysis of Farm Livestock Manures—Assessing the Opportunities for Biomass to Energy Schemes. *Bioresource Technology*, 2000; 71: 225-234.
- [14] İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ), *İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri*, İstanbul, 2017.