



**HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ**

***HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING***

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/humder>

---

# **Arıtma Çamurundan Biyogaz Üretimi: Adıyaman İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Örneği**

## *Biogas Production From Treatment Sludge: Adıyaman Advanced Biological Wastewater Treatment Plant Example*

**Yazar(lar) (Author(s)):** Harun TÜRKMENLER, Mehmet Fatih DİLEKOĞLU, Mustafa ASLAN, Zeynep Ruşen CAN

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Türkmenler H., Dilekoğlu M. F., Aslan M. ve Can Z. R., “ Arıtma Çamurundan Biyogaz Üretimi: Adıyaman İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Örneği”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3(3): 59-62, (2018).

**Erişim linki (To link to this article):** <http://dergipark.gov.tr/humder/archive>

## Aritma Çamurundan Biyogaz Üretimi: Adıyaman İleri Biyolojik Atıksu Aritma Tesisi Örneği

Harun TÜRKMENLER<sup>1\*</sup>, Mehmet Fatih DİLEKOĞLU<sup>2</sup>, Mustafa ASLAN<sup>2</sup>, Zeynep Ruşen CAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Adıyaman

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

e-posta\*: hturkmenler@adiyaman.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.07.2018

Kabul Tarihi: 01.11.2018

### Özet

Atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi sırasında kullanılan proses ve ekipmanlara bağlı olarak yoğun bir şekilde enerji kullanılmaktadır. Günümüzde hammadde kaynağı olarak atıkların kullanılması ile biyogaz üretilmesi, biyogazdan da elektrik üretimi artan bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada, Adıyaman İleri Biyolojik Atıksu Aritma Tesisi'nin (A.İ.B.A.A.T.) arıtma çamurundan biyogaz üretim miktarının araştırılması amacıyla Eylül 2016 - Şubat 2017 ayları arasındaki veriler elde edilerek gerçekleştirilmiştir. Çamur debisine karşılık üretilen biyogaz miktarları çizelge ve grafiklerle verilmiştir. Tesiste üretilen biyogazın elementel analizi sonucunda CH<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub>'nin ortalama değerleri sırasıyla %66,61 ve %33,5 olarak bulunmuştur. Çamurda yapılan organik madde analiz sonucunda Toplam Katı Madde (TKM), Askıda Katı Madde (AKM) ve Uçucu Katı Madde (UKM) aylık ortalama değerleri ise sırasıyla 52,6 kg/m<sup>3</sup>, 6-7 kg/m<sup>3</sup> ve 26,35 kg/m<sup>3</sup> değerleri elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** arıtma çamuru; biyogaz; enerji

## Biogas Production From Treatment Sludge: Adıyaman Advanced Biological Wastewater Treatment Plant Example

### Abstract

Energy is heavily used depending on the processes and equipment used during the operation of the wastewater treatment plants. Today, production of biogas by the use of wastes as a source of raw materials and electricity production of biogas has an increasing potential. This study was carried out by obtaining the data between September 2016 and February 2017 in order to investigate the amount of biogas production from the treatment sludge of Adıyaman Advanced Biological Wastewater Treatment Plant (A.A.B.W.T.P.). The amounts of biogas produced in response to sludge formation are given in tables and graphs. As a result of the elemental analysis of the biogas produced by the analysis, the mean values of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> were found to be 66,61% and 33,5%, respectively. As a result of analyzing the organic matter in the sludge, total solids, suspended solids and volatile solids monthly average values were 52,6 kg/m<sup>3</sup>, 6-7 kg/m<sup>3</sup> and 26,35 kg/m<sup>3</sup>, respectively.

**Keywords:** treatment sludge; biogas; energy

### 1. Giriş

Atık suların arıtımı sonucu meydana gelen arıtma çamurları ekonomik ve çevresel açıdan sorun olmaktadır. Ekonomik büyüme ve artan arıtma tesislerinin bir sonucu olarak evsel atık su arıtma çamurlarının arıtılması bu çamurların stabilizasyonu ve bertarafı için gerekli maliyetlerin artmasına ve zaten limitli kapasiteye sahip depo alanları ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Son yıllarda çevresel bilincin artması ve çevreci davranışların gelişmesi ile arıtma çamurları miktarının azaltılması için yeni yöntemler araştırılmaya ve uygulamaya konulması için gerekli çalışmalar başlanmıştır. Çamur bertarafında uygulanan yöntemler arasında stabilizasyon, minimizasyon, geri dönüşüm, yakma,

çamurun araziye depolanması, kompostlaştırma ve tarımsal amaçlı kullanım yer almaktadır. Arıtma çamurlarının çevresel açıdan daha fazla problem olmadan ortadan kaldırılması için uygun yöntemlerle bertarafının sağlanması gerekmektedir [1].

Atık suların içerisinde bulunan tüm patojenik organizmalar, kirleticiler ve atık su arıtma tesislerinde suların deşarj limitlerine ulaşabilmesi için proseslerde kullanılan kimyasallar, çamura dönüşür. Bu sebeple arıtma çamurları içerisinde zararlı maddeler bulunmaktadır. İnsan sağlığını tehdit eden ve çevre için olumsuzluklar yaratan bu çamurlar hiçbir proses için değerlendirilebilir değildir fakat kalorifik değer bakımından iyidirler [2].

Atık su arıtma tesislerinde atık suların arıtımı sonucu meydana gelen çamurların yapısı, tesiste uygulanan fiziksel, kimyasal, biyolojik veya ileri arıtma proseslerine göre farklılık göstermektedir. Açığa çıkan arıtma çamurlarında yüksek karbonlu organik yapıda potasyum, azot, fosfor, kükürt ve metal bileşikleri de bulunabilmektedir [3].

Oksijensiz çamur stabilizasyonunda ön çökeltme ve biyolojik arıtma karışımının içerdiği organik maddeler, oksijensiz ortamda biyolojik olarak bakteriler tarafından metan ve karbondioksit dönüştürülür. Havasız ortamda arıtma çamurundan biyogaz üretimi, arıtma tesisinde elde edilen organik çamurun oksijensiz ortamda çürütülmesi işlemidir. Bu sistemde arıtma çamuru kapalı tanklarda 20-30 günlük bir süre içerisinde tutulmakta, tankın sıcaklığına göre biyogaz üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu sistemi oksijenli çamur çürütme sistemi ile karşılaştırarak olursak işletilmesi zor bir çamur çürütme yöntemidir. Fakat, işlem sırasında meydana gelen metanın kullanım imkanı işletme giderlerini azaltmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde arıtma tesisleri kurulurken biyogaz üretim üniteleri de birlikte kurulmakta ve arıtma çamurundan elektrik enerjisi üretimi ve organik gübre elde edilmektedir [4].

Aritma çamurlarının bertarafı büyük sorun teşkil etmektedir. Çamurun biyoenerji temin edilmesinde kullanılması atık yönetimi ve temiz enerji üretimi açısından mükemmel bir strateji olduğu söylenilebilir [5].

Bu sebeple arıtma çamurunun enerji uygulamalarında değerlendirilmesi ve kullanılması gündeme gelmiştir. Arıtma çamuru; biyogaz üretimi, yakma, gazlaştırma, piroliz/karbonizasyon, yaş oksidasyon ve süper kritik su oksidasyonu gibi yeni teknolojiler aracılığı ile enerji üretiminde yenilenebilir bir hammadde kaynağı olarak kullanılmıştır. Arıtma çamuru bir çeşit biyokütle kaynağıdır ve ısı değeri katı kuru halde 9-29 MJ/Kg değişmekle beraber yaklaşık olarak kömürünkine eşittir [6, 7].

Bu çalışmanın amacı; A.İ.B.A.A.T.'de arıtma prosesi sonucu ortaya çıkan ham (birincil) çamur ve biyolojik fazla çamurların karıştırılarak oksijensiz ortamda çürütüldükten sonra anaerobik çamur çürütücünden elde edilen biyogazın üretim veriminin incelenmesidir.

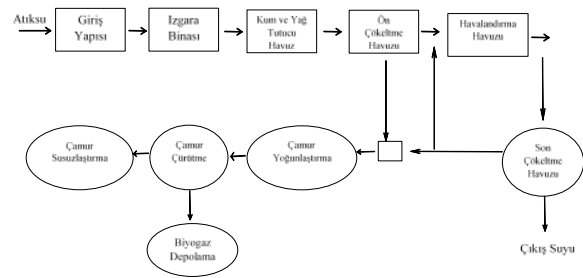
## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Tesisin Genel Tanıtımı

Tesis, Atatürk Barajı'nı atık su kirliliğinden korumak üzere ortalama 32.808 m<sup>3</sup>/gün'lük ileri biyolojik arıtma kapasitesi ile Adıyaman İlinin atık sularının arıtılmasını sağlamak amacıyla kurulmuştur. Tesisin ortalama hizmet süresi 2.025 yılı olup, ilave kapasite artırımı ile bu sürenin 2.040 yılına aktarılması planlanmaktadır. Tesisin genel görünümü Şekil 1'de, tesise ait proses akım şeması ise Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. A.İ.B.A.A.T.'nin genel görünümü



Şekil 2. A.İ.B.A.A.T.'nin proses akım şeması

Tesiste 3.900 m<sup>3</sup> hacimli reaktörde, çamurun 600 kW kapasiteli ısı eşanjörü sayesinde ısıtılarak ve aynı zamanda tepesindeki mikser yardımıyla karıştırma işlemi gerçekleştirilerek metan gazının meydana gelmesi sağlanmaktadır. Çürütücü tankta 3-10 W/m<sup>3</sup> spesifik gücünde pedal tip karıştırıcı bulunmaktadır. Anaerobik çürütücü tankın yüksekliği 20 m olup, çapı 14 m'dir. Hidrolik bekleme süresi ortalama 20 gündür. Çürütücünün performansı %83,7 olarak tasarlanmıştır. Çürütücü için seçilen sıcaklık 37°C, çürütücü içindeki çamurun kuru madde miktarı %3,3'tür. Çürütücü çamurundaki pH aralığı 7,1-7,5 aralığında değişmektedir.

### 2.2. Metot

Bu çalışmada, A.İ.B.A.A.T.'nin altı aylık (Eylül 2016 - Şubat 2017) giriş debi, BOİ<sub>5</sub>, KOİ, AKM, TN, TP değerleri, altı aylık çamur debisi ve biyogaz üretim

miktarları, dört aylık (Kasım 2016 - Şubat 2017) elektrik üretim miktarları temin edilerek incelenmiştir. Aylara ait çamur debisi-biyogaz üretim miktarını gösteren grafikler oluşturulmuştur. Ayrıca tesiste üretilen biyogazın altı aylık ortalama elementel analiz sonucu ve biyogazdan üretilen elektrik miktarları da incelenmiştir.

Elektrik miktarı tesiste bulunan Adıyaman Kahramanmaraş Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (AKEDAŞ)'a ait sayaçlarla tespit edilmekte ve kayıt altına alınmaktadır. Tesiste 630 kW gücünde iki trafo bulunmaktadır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Analizler

A.İ.B.A.A.T.'nin altı aylık (Eylül 2016 - Şubat 2017) giriş debi, BOİ<sub>5</sub>, KOİ, AKM, TN, TP değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** A.İ.B.A.A.T. Altı aylık ortalama giriş Debi, BOİ<sub>5</sub>, KOİ, AKM, TN ve TP değerleri

Aylar	Debi (m <sup>3</sup> /gün)	BOİ <sub>5</sub> (mg/L)	KOİ (mg/L)	AKM (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
Eylül 2016	22.048	155,9	319,3	358,1	39,5	6,3
Ekim 2016	21.744	51,7	274,3	387	37,4	4,6
Kasım 2016	21.581	47,1	300,8	341,2	53,2	6,5
Aralık 2016	21.050	67,5	292,2	233	53,8	6,3
Ocak 2017	26.665	102,4	254,3	175	45,8	5,1
Şubat 2017	27.535	154,6	409	212,1	43,8	7,1

KOİ, BOİ<sub>5</sub>, TN, TP analizleri, HACH LANGE kitleri kullanılarak spektrofotometre cihazında yapılmıştır. Yoğunlaştırıcıdan çıkıp anaerobik çürütücüye gelen arıtma çamurunda yapılan TKM, AKM ve UKM analizleri için ise standart metotlar kullanılmıştır [8] (Tablo 2). Tesiste üretilen biyogazın Eylül 2016–Şubat 2017 aylarına ait ortalama elementel analiz sonuçları ise Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 2.** Arıtma çamurunda yapılan TKM, AKM ve UKM analiz sonuçları (aylık ortalama değerler)

Parametre	Analiz Sonucu
TKM (kg/m <sup>3</sup> )	52,6
AKM (kg/m <sup>3</sup> )	6-7
UKM (kg/m <sup>3</sup> )	26,35

Tablo 2'den anlaşıldığı üzere çamurun yoğunlaştırıcıdan sonraki katı madde içeriği %

5,26'dır. Anaerobik çürütme prosesinde TKM'nin yaklaşık olarak %50'si UKM'ye dönüşmüştür.

Parametre	Analiz Sonuçları
CH <sub>4</sub> (%)	66,61
CO <sub>2</sub> (%)	33,5
O <sub>2</sub> (%)	0,25
H <sub>2</sub> (%)	0,00
N <sub>2</sub> (%)	0,36
CO (%)	0,00
H <sub>2</sub> S (%)	0,0003
Net kalorifik değer (MJ/kg)	23,1

**Tablo 3.** A.İ.B.A.A.T. üretilen biyogazın ortalama elementel analiz sonuçları (Gazların dağılım yüzdeleri)

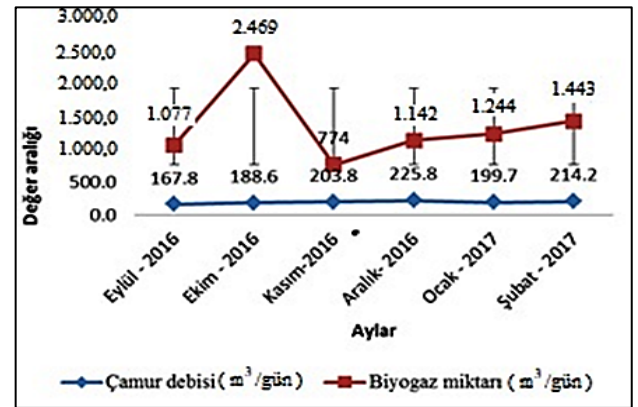
#### 3.2. Aylara Ait Ortalama Çamur ve Biyogaz Miktarları

Aylara ait ortalama çamur debisi ve biyogaz miktarı değerleri sırasıyla Tablo 4 ve Şekil 3'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Aylara ait ortalama çamur debisi ve biyogaz miktarı

Aylar	Çamur debisi (m <sup>3</sup> /gün)	Biyogaz miktarı (m <sup>3</sup> /gün)
Eylül 2016	167,8	1.077
Ekim 2016	188,6	2.469
Kasım 2016	203,8	774
Aralık 2016	225,8	1.142
Ocak 2017	199,7	1.244
Şubat 2017	214,2	1.443

Tablo 4'te de görüldüğü üzere Kasım ayında çamur miktarı yüksek olmasına rağmen biyogaz miktarı düşük çıkmıştır.



**Şekil 3.** Aylara ait ortalama çamur debisi-biyogaz miktarı grafiği

#### 3.3. A.İ.B.A.A.T. Elektrik Üretimi

Tesiste üretilen biyogaz, tesisin elektrik üretiminde ve boiler ısı kazanında yakılarak çürütücü tankın ısıtılmasında kullanılmaktadır. A.İ.B.A.A.T.'de çürütülmüş çamurdan üretilen gaz, CHP (Birleşik Isı ve Güç) ünitesinde yakılarak elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Üretilen yaklaşık her 130 m<sup>3</sup>

biyogazla saatte 200 kW elektrik enerjisi üretilmektedir. Arıtma çamurundan biyogaz üretilmesi ve üretilen biyogazın elektrik enerjisine dönüştürülmesi sayesinde tesisin elektrik ihtiyacının %30-35'lik kısmı bu yolla sağlanmakta olup, yakın bir gelecekte tesisin ihtiyaç duyduğu elektriğin yaklaşık %80 kadarını karşılaması beklenmektedir. Tesiste üretilen elektrik miktarları Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** A.İ.B.A.A.T. üretilen elektrik miktarları

Aylar	Aylık ort. biyogaz miktarı (m <sup>3</sup> /gün)	Üretilen elektrik miktarı (kW/ay)
Kasım 2016	774	20.122
Aralık 2016	1.142	46.254
Ocak 2017	1.244	51.455
Şubat 2017	1.443	61.162

Tablo 5'te görüldüğü gibi, tesiste elektrik üretimi Kasım 2016 tarihinde başlamış ve daha sonraki aylarda ise elektrik üretim miktarı giderek artış göstermiştir.

#### 4. Sonuç

A.İ.B.A.A.T.'de atık suların arıtımı sonucunda açığa çıkan arıtma çamurundan biyogaz, biyogazdan da elektrik üretilmesi, mevcut tesisin elektrik ihtiyacının %30-35'lik kısmını karşılamakta ve bu şekilde çamurun ekonomik değerinden faydalanılmaktadır. Bu çalışma sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir;

- BOİ<sub>5</sub>, KOİ, AKM, TN ve TP'nin giderim değerleri %95, %94, %96, %82 ve %84'tür.
- Eylül ayında ortalama çamur miktarı 167,8 m<sup>3</sup>/gün, üretilen ortalama biyogaz miktarı ise 1.077 m<sup>3</sup>/gün'dür.
- Ekim ayında ortalama çamur miktarı 188,6 m<sup>3</sup>/gün, üretilen ortalama biyogaz miktarı ise 2.469 m<sup>3</sup>/gün olarak belirlenmiştir.
- Kasım ayında ortalama çamur miktarı 203,8 m<sup>3</sup>/gün, üretilen ortalama biyogaz miktarı 774 m<sup>3</sup>/gün, elektrik üretim miktarı ise 20.122 kW/ay'dır. Kasım ayında çamur miktarı yüksek olmasına rağmen biyogaz miktarı düşük çıkmıştır.
- Aralık ayında ortalama çamur miktarı 225,8 m<sup>3</sup>/gün, üretilen ortalama biyogaz miktarı 1.142 m<sup>3</sup>/gün, elektrik üretim miktarı ise 46.254 kW/ay'dır.

- Ocak ayında ortalama çamur miktarı 199,7 m<sup>3</sup>/gün, ortalama biyogaz miktarı 1.244 m<sup>3</sup>/gün, bu ayda üretilen elektrik miktarı ise 51.455 kW/ay olarak belirlenmiştir.
- Şubat ayında ortalama çamur miktarı 214,2 m<sup>3</sup>/gün, ortalama biyogaz miktarı 1.443 m<sup>3</sup>/gün, üretilen elektrik miktarı ise 61.162 kW/ay olarak belirlenmiştir.

Dagnall ve arkadaşları [9] yaptıkları çalışmada, 1 m<sup>3</sup> biyogazdan 1,5 kWh elektrik elde edilebileceği sonucuna varmışlardır. A.İ.B.A.A.T.'de ise; günlük ortalama 150-200 m<sup>3</sup> çamurdan (fazla çamur + primer çamur) yaklaşık olarak ortalama 1.000-1.200 m<sup>3</sup> biyogaz, üretilen yaklaşık her 130 m<sup>3</sup> biyogazla saatte 200 kW elektrik enerjisi üretilmektedir.

#### Teşekkür

Yazar, bu çalışmada A.İ.B.A.A.T. ile ilgili verilerin temininde katkı sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen Adıyaman Belediyesi Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü'ne teşekkürlerini sunar.

#### Kaynaklar

- [1] G. Yalçın, R. Yavuz, K. Taşpınar, M. Yılmaz, Ö. Ateş, "ESKİŞEHİR ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDEN ÇIKAN ÇAMURLARIN FARKLI MÜNAVEBE SİSTEMLERİNDE KULLANILMASI", T.C. TARIM VE KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Eskişehir, 2010.
- [2] <http://ineaturkiye.com.tr/atiktan-enerji-uretim-sistemi/aritma-camuru-nedir/>.
- [3] [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Ar%C4%B1tma%20%C3%87amurlar%C4%B1.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ar%C4%B1tma%20%C3%87amurlar%C4%B1.pdf).
- [4] <https://www.yenienerji.info/proje/aritma-camurundan-biyogaz-uretimi-ve-enerji-tasarrufu>.
- [5] N. Genç, "BIOHYDROGEN PRODUCTION FROM WASTE SLUDGE", *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 235-248, 2010.
- [6] M. DOGRU, A. MIDILLI, C.R. Howarth, "Gasification of sewage sludge using a throated downdraft gasifier and uncertainty analysis", *Fuel Processing Technology*, 75(1):55-82, 2002.
- [7] J.E. HALL, "Sewage sludge production, treatment and disposal in the European Union", *Water and Environment Journal*, 9(4):335-343, 1995.
- [8] American Public Health Association (APHA), "Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters", 20th edition. Washington, DC, USA, 1999.
- [9] S. Dagnall, J. Hill, D. Pegg, "Resource Mapping and Analysis of Farm Livestock Manures – Assessing the Opportunities for Biomass to Energy Schemes", *Bioresource Technology*, 71: 225-234, 2000.