

KATI ATIK VE ÇEVRE

Sayı 52 Ekim 2003



**KATI ATIK ARAŞTIRMA VE DENETİMİ
TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**



Unilever

KATI ATIK ve ÇEVRE

Sayı 52, Ekim 2003

İÇİNDEKİLER

Okurlarımıza.....	1
Kentsel Katı Atık Uzaklaştırma Alternatiflerinin Ekonomik Analizi: İzmir Örneği Deniz DÖLGEN, Orhan KÜÇÜKGÜL, M. Necdet ALPASLAN.....	3
Gül Posasından Biyogaz Üretimi Ve Çevresel Önemi İsmail TOSUN, Ahmet GÜNAY, M. Talha GÖNÜLLÜ.....	11
Akdeniz Üniversite Hastanesinde Oluşan Tıbbi Atık Miktar Ve Kompozisyonun Belirlenmesi Işıl ERSİN, Bülent TOPKAYA, Filiz GÜNSEREN.....	19
Toplantılar.....	24
Yayınlar.....	26
Yazım Kuralları.....	27

KATI ATIK KİRLENMESİ ARAŞTIRMA ve DENETİMİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

Kurucusu	Prof. Dr. Kriton CURI
Sahibi	Prof. Dr. Günay KOCASOY
Editörler	Prof. Dr. Günay KOCASOY Prof. Dr. Bülent TOPKAYA
Yazı Kurulu	Prof. Dr. Necdet ALPASLAN Prof. Dr. Günay KOCASOY Prof. Dr. Bülent TOPKAYA Doç. Dr. Selmin BURAK Yrd. Doç. Dr. Müfide BANAR Dr. Zeynep YÖNTEM Sadullah GENCER
Hazırlayanlar	Arş. Gör. B. Aylin Zeren ALAGÖZ Arş. Gör. Gökçe Akgöze AYDIN Arş. Gör. Özgür Bülent YALÇIN
Kapak Tasarımı	Arş. Gör. Özgür Bülent YALÇIN

Üç ayda bir yayınlanır (Yerel süreli yayın)

Yazışma Adresi

Katı Atık Araştırma ve Denetimi Türk Milli Komitesi
Boğaziçi Üniversitesi, 34342 Bebek-İstanbul
kocasoy@boun.edu.tr

Çevreyi korumak için bu dergi geri kazanılmış kağıda basılmıştır.

OKURLARIMIZA

2003 yılında da çevre sorunları gündelik yaşamımızı yakından etkilemiştir. Her ne kadar çeşitli yönetmeliklerde değişikliklerin yapılması söz konusu ise de, iyi niyetle getirilen önlemlerin hayata geçirilmesi aşaması en önemli zafiyetimiz olmaya devam etmektedir. 52. sayımızda büyük yerleşim yerlerinde üretilen katı atıkların uzaklaştırılması, tarımsal üretim sırasında oluşan atıkların sürdürülebilir bertarafı ve son olarak sağlık kuruluşlarında üretilen atıkların incelendiği çalışmalara yer verilmiştir. Katkıda bulunan yazar ve üyelerimize teşekkür ederiz.

Saygılarımızla,

Yazı Kurulu

GÜL POSASINDAN BİYOGAZ ÜRETİMİ VE ÇEVRESEL ÖNEMİ

İsmail TOSUN¹, Ahmet GÜNAY², M. Talha GÖNÜLLÜ³

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, Çevre Mühendisliği
Bölümü, 32260 ISPARTA

²Antalya Büyükşehir Belediyesi, Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Antalya

³Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü, 34349,
Beşiktaş, İstanbul.

ÖZET: Dünyada başlıca gül yağı üretimi Türkiye'de ve Bulgaristan'da gerçekleşmektedir. Ülkemizde ise %62.4 ile en fazla üretim yapan Isparta'yı Afyon, Burdur ve Denizli izlemektedir. Gül çiçeğinin işlenmesi esnasında, gül çiçeğinin yaklaşık üç katı kadar su kullanılmaktadır. Bu nedenle prosesten önemli oranda posa ve atıksu oluşmaktadır. Oluşan gül posasının su muhtevası %90 civarındadır. Bu atıklar önemli oranda çevre kirliliğine sebep olmaktadır.

Tarımsal atıklardan anaerobik fermantasyonla biyogaz üretimi önemli bir alternatif enerji kaynağıdır. Bu yolla ürün kalıntıları temiz, kullanılabilen ve yüksek enerji içerikli biyogaza dönüştürülmektedir. Bu çalışmada gül prosesinden kaynaklanan posanın, 10 litre hacimli ve tam karışimli bir reaktörde anaerobik olarak parçalanması araştırılmıştır. Reaktörün çevresine su ceketini yerleştirilerek 35 ± 1 °C'de işletilmiştir. Gül posasından oluşan biyogaz potansiyeli belirlenerek biyogaz üretiminin çevresel önemi hakkında bilgiler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Isparta, gül posası, biyogaz, çevre kirliliği.

BIOGAS PRODUCTION FROM ROSE RESIDUE AND ENVIRONMENTAL IMPORTANCE

ABSTRACT: Turkey and Bulgaria are the biggest rose oil producers in the world. Isparta having 62.4% production share of Turkey is followed by Afyon, Burdur and Denizli. While rose flower is processed, about 3 times more water of the flower mass is used. Therefore, the process produces quite remarkable amount of residue and wastewater. The residue of this process has around 90% water content. Both of the wastewater and residue cause a large amount environmental pollution.

Biogas production from agricultural waste is an important alternative energy source. By this way biogas which has clean, useable and high energy content is produced from these crop remains. In the study, anaerobic digestion of residues from rose oil industry was investigated by using a laboratory scale completely mixed batch reactor in volume of 10 liter. This reactor was isolated with a water jacket and operated at 35 ± 1 °C. Biochemical methane potential of rose residues was determined and some information about environmental importance of biogas production from rose waste was presented.

Keywords: Isparta, rose residue, biogas, environmental pollution.

1. GİRİŞ

1.1. Dünyada ve Türkiye'de Gül Çiçeği Üretimi

Kuzey Yarım Küresi'nin çok soğuk iklime sahip olduğu bölgeleri hariç, dünyanın her yerinde görülen gül yetiştiriciliğinde Türkiye ve Bulgaristan önde gelirken, bunları Fas, Bağımsız Devletler Topluluğu, Meksika, İran, Hindistan, Güney Afrika, Suudi Arabistan ve Mısır izlemektedir (Kürkçüoğlu,1988). Bu ülkelerin dışında Hindistan, Güney Afrika, S. Arabistan ve Mısır'da da miktarları belli olmamakla beraber gül üretimi vardır.

Dünyada toplam gül çiçeği üretimi 40000 ton olup ülkelere göre dağılımı aşağıdaki şekildedir (Kazaz, 1997).

• Türkiye	22000 ton
• Bulgaristan	10400 ton
• Fas	3600 ton
• Meksika	1800 ton
• Bağımsız Devletler Topluluğu	1800 ton
• İran	450 ton

Isparta'da üretilen gül çiçeği miktarı 1986-1999 yılları arasında ortalama 12150 ton/yıl civarındadır. Son yıllarda ise sürekli bir azalma olmuş ve 6000 ton/yıl seviyelerine kadar düşmüştür. Gül çiçeğinin su muhtevası %78.5 olup proses sonrası oluşan posanın su muhtevası %90.5'tir. Belirtilen yıllar arasında oluşan posa miktarı ortalama 27505 ton/yıl seviyesindedir (Tosun vd., 2002).

Üretim, ince gülyağı ve katı gülyağı (gül koncreti) olarak iki şekilde yapılmakla birlikte, büyük çoğunluğu ince gülyağı şeklindedir. İnce gülyağı üreten fabrikalarda, üretim esnasında yan ürün olarak gül suyu da üretilmektedir (Özcan, 1988). 1 kg gülyağı elde etmek için

yaklaşık 3.5-4 ton gül çiçeği, 1 kg gül koncreti elde etmek için de yaklaşık 300-400 kg gül çiçeği kullanılır (Kürkçüoğlu, 1988).

1.2. Biyokütleden Biyogaz Üretiminin Önemi

Hammadde ve enerji kaynaklarının azalması, tüm dünyada ve ülkemizde alternatif enerji kaynak arayışlarını hızlandırmaktadır. Fosil yakıtların çevreye olan olumsuz etkilerinin fazla olduğu da dikkate alınarak farklı enerji kaynaklarının önemi daha da artmaktadır.

Türkiye'nin olası petrol ve doğalgaz krizlerine müdahale gücünün olmaması, enerji kaynağının temininde güvenilirlik kavramını ön plana çıkarmaktadır. Bir ülkenin enerji ihtiyacının karşılanmasında tek bir kaynağa ağırlık verilmesi, eğer bir de bu kaynak ithal ediliyor ise bu ülkenin beklenmedik fiyat dalgalanmalarından etkilenme riskini arttıracaktır. Genel olarak, enerji güvenilirliği enerji yelpazesinin çeşitlendirilmesi ile mümkün olabilir. Bu ise, yerli kaynaklarımızın enerji ihtiyacını karşılamada kullanım oranının artırılması ile gerçekleştirilebilir (Özder ve Yörükoğlu).

Tarımsal atıklardan anaerobik fermantasyonla biyogaz üretimi özellikle gelişmekte olan ülkeler için önemli bir enerji kaynağıdır. Bu yolla ürün kalıntıları temiz, kullanılabilen ve yüksek enerji içerikli biyogaza dönüştürülmektedir. Anaerobik biyoteknoloji ile biyokütleden biyogaz üretimi alternatif enerji kaynakları arasında önemli bir yer tutmaktadır. Anaerobik prosesin avantajları, yüksek derecede atık stabilizasyonu, patojenlerin giderimi, oksijen ihtiyacının olmaması ve biyogaz üretimi olarak sıralanabilir. Bazı atık türlerinden elde edilen biyogaz verileri Tablo 1'de verilmiştir.

1.3. Çevresel Önemi

Enerji üretilmesi ile sonuçlanan anaerobik arıtma prosesi, sağlayacağı fayda ile arıtma tesisi maliyetlerini büyük bir mali külfet olarak gören işletmeler için de cazip bir arıtma yöntemi olmaktadır. Bundan başka atıkların rastgele atılmasından

kaynaklanan su kirliliği, toprak kirliliği ve görüntü kirliliğinin önlenmesi veya en aza indirilmesi, işletmelerin enerji masraflarının karşılanması ve ayrışma sonrası elde edilen ürünün tarımda gübre olarak kullanılması sağlanmış olacaktır.

Tablo 1. Bazı atık türlerinden elde edilen biyogaz verileri

Atık türü	Metan üretimi m ³ /kg-UKM	Metan içeriği, %	Kaynak
Evsel katı atık	0.2	-	Chynoweth vd. (1993)
Tarımsal kalıntılar	0.337	58.6	Badawi vd.
Tavuk	0.275	55	Alyanak, ve Filibeli,
%85 EKA + %15	0.29-0.23	57-53	Szikriszt (1992)

AB Komisyon'unca 27 Eylül 2001 tarihinde, "İç Elektrik Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimine Teşvik Edilmesi" isimli bir direktif yayımlanmıştır. Direktifin amacı, çevrenin korunması ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunması şartlarıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesidir. Bu direktifte, üye ülkeler belirlenen ulusal hedefleriyle uyumlu olacak şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarından (YEK) üretilen elektrik enerjisinin tüketiminin artırılması yönünde gerekli adımları atması öngörülmektedir. Avrupa Komisyonunun beklentilerine göre 2010 yılına kadar Avrupa Birliği'nin toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir kaynaklarının payı %11.5'e ulaşması hedeflenmektedir.

Ülkemizde ve dünyadaki katı atıkların yönetiminin üç temel ilkesi; az atık üretilmesi, atıkların geri kazanılması ve atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi şeklinde sıralanabilir. Bu ilkeleri sağlamanın yollarından birisi de anaerobik parçalama ile atıklardan biyogaz üretimidir. Gül posasındaki su muhtevasının fazla olması, rastgele yerlere atılması sonucu anaerobik

şartların oluşmasına neden olmaktadır. Düzensiz uzaklaştırma sonucunda bu atıklar, koku oluşumu, su kirliliği, toprak kirliliği ve görüntü kirliliği gibi önemli çevre sorunlarına yol açmaktadır.

Enerji üretilmesi ile sonuçlanan anaerobik arıtma prosesi, sağlayacağı fayda ile aşağıda özetlenen yararlar ve katkılar sağlanabilecektir:

- Su kirliliği, toprak kirliliği, koku ve görüntü kirliliği gibi çevre sorunlarının önlenmesi veya en aza indirilmesi,
- Biyogaz üretimi gerçekleştirilerek ekonomik getiri sağlanması, işletmelerin enerji masraflarının karşılanması,
- Ayrışma sonrası elde edilen ürünün gübre değerinin yüksek olması ile tarımda verimli olarak kullanılması ve dolayısıyla yapay gübre kullanımının azaltılması,
- Kesikli çalışmaya uygun olması sebebiyle sezonluk işletmeler için uygun bir yöntem olması.

Bu çalışmanın amacı, bölgesel ve sezonluk bir çevre problemi olan gül işleme posasının bertaraf edilmesinde anaerobik arıtma seçeneğini değerlendirmektir. Atıkların uzaklaştırılma

çalışmalarında, çevre dostu bir yaklaşımla yöntem önerilmesi, benzer problemlerin çözümüne bakış açısından faydalı olacaktır.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan gül çiçeği posası Gürkan Gülyağı Fabrikasından (Isparta) temin edilmiştir. Ham Posaya ait analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Ham posa reaktöre 1., 11. ve 36. günlerde, uçucu katı madde bazında sırasıyla 90 g, 90 g ve 270 g miktarlarında ardışık olarak beslenmiştir. Paşabahçe Alkol Fabrikasından (İstanbul) alınan aşı çamuru hacimsel olarak %15

oranında karıştırılmıştır. Materyal ve aşı beslemesi yapıldıktan sonra reaktör üstündeki boşluk hacmi azot gazı ile sıyrılmıştır. İlk beslemeden itibaren 75 gün sonunda deney sona ermiştir.

2.2. Reaktör

Biyogaz üretimini gerçekleştirmek amacıyla 10 litre hacimli pleksiglastan yapılmış ve tam karışimli silindirik bir reaktör kullanılmıştır. Sistemi verimli çalıştırmak amacıyla reaktör çevresine su ceketini yerleştirilerek reaktörün sıcaklığı 35 ±1'de tutulmuş ve karıştırma işlemi düşey milli, hızı ayarlanabilen Parvalux marka elektrik motoru ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Tablo 2. Ham posanın kimyasal özellikleri (kuru ağırlık)

Parametre		Değer	Parametre		Değer
Su muhtevası	%	90.5	Mn	mg/kg	171
OM	%	91.3	Cu	mg/kg	12.2
TOC	%	50.6	Zn	mg/kg	85
TOC/OM	-	0.60	Ni	mg/kg	4.0
TKN	%	3.7	Li	mg/kg	45
C/N	-	13.6	K	%	2.4
pH	-	5.1	Ca	%	1.6
Tot. P (PO ₄ -P)	mg/kg	990	Mg	%	0.5
Na	%	0.1	Fe	%	0.2

2.3. Analizler

Kimyasal analizler standart metotlar (APHA, 1995) ve toprak analiz metotlarına (Sparks vd., 1996) göre yapılmıştır. Ağır metal analizleri atomik absorpsiyon spektrometresi (UNICAM 929) ile, alkali ve toprak alkali metal analizleri ise Alev fotometresi ile (Jenway PFP7) belirlenmiştir. pH değerini ölçmek için de Jenway 3040 Lyon Analiz cihazı kullanılmıştır. Ayrışma performansını izlemek üzere gaz numunelerin debisi

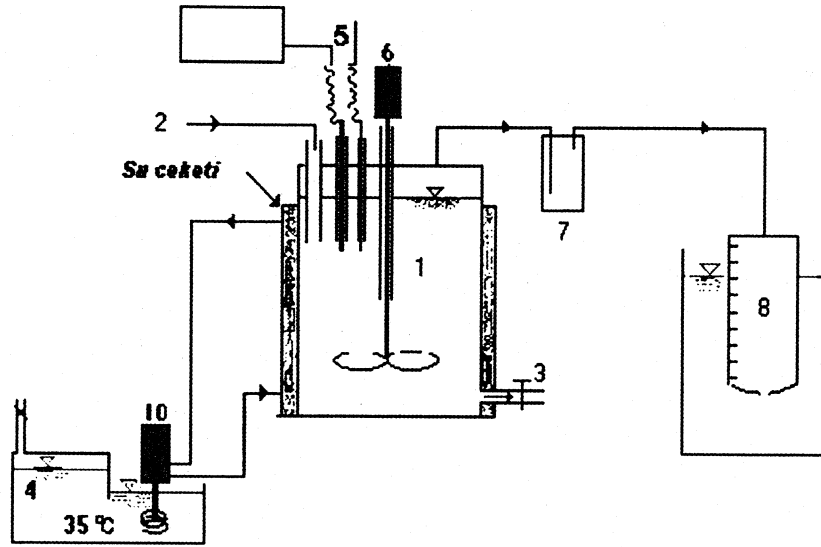
0.01 lt'ye duyarlı Ritter marka gaz ölçer ile ölçülmüş ve hacim deplasmanı yöntemiyle alınan gaz numunelerinin bileşimi Orsat-tipi gaz analiz cihazı ile belirlenmiştir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Her bir besleme öncesi ve sonrası reaktörden alınan numuneler 30 dakika bekletildikten sonra üst sıvı analize tabi

tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Bu verilerden, gül posasında yeterli fermentasyon için gerekli nütrientlerin mevcut olduğu görülmektedir. Henze ve Harremoës (1983) tarafından önerilen

KOİ:N:P=400:7:1 oranı sağlanmış olup amonyak azotu değerleri de düşük seviyededir. pH ve alkalinite gibi diğer parametreler de anaerobik ayrışma için yeterlidir.



Şekil 1. Deney düzeneği

1. Reaktör, 2. Besleme, 3. Çürümüş Çamur Çıkışı, 4. Termostatlı su banyosu, 5. pH ve sıcaklık probları, 6. Karıştırıcı, 7. H₂S tutucu, 8. Gaz toplama kabı.

Tablo 3. Her bir besleme öncesi ve sonrası analiz değerleri

Besleme		pH	Alkalinite mg/L	KOİ mg/L	TKN mg/L	NH ₃ -N mg/L	P mg/L
1.	Başlangıç	7.4	1650	2950	390	275	41
	Son	7.1	1860	1010	358	265	34
2.	Başlangıç	7.2	2100	3200	487	320	43
	Son	7.1	2200	1800	473	310	35
3.	Başlangıç	7.3	2200	6500	-	415	-
	Son	7.2	2250	4350	-	410	-

Deneysel olarak elde edilen biyogazın metan muhtevası belirlenerek zamanla değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Ortalama metan içeriği de %72 olarak hesaplanmıştır. Gül posası için elde edilen bu değer organik evsel katı atık

(EKA) için Braber (1995) tarafından belirtilen %55-70 değerinden bir miktar fazladır. Kuru ağırlık bazında ton başına biyogaz oluşumu gül posasında 310 m³ iken organik EKA için 100-200 m³ seviyesindedir.

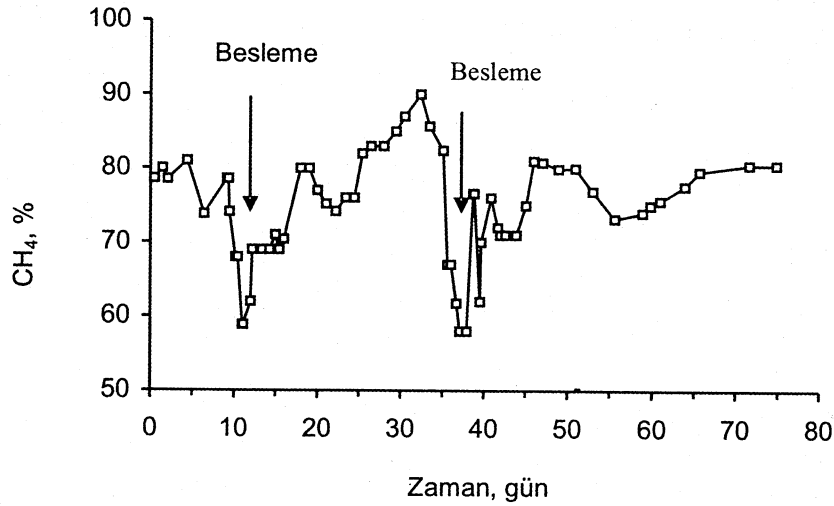
UKM bazında oluşan günlük ve eklenik (kümülatif) metan üretim değerleri **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi besleme yapıldıktan sonra metan oluşumu başlamış, hızlı bir şekilde artarak maksimum hıza ulaşmıştır. Bu durum gül posasının ayrışma yeteneğinin ve hızlı adaptasyon fazının olduğunu göstermektedir. Ayrışma hızları ilk 5 gün içinde önemli ölçüde azalmış ve 10 gün sonra da hemen hemen stabil hale gelmiştir.

Her bir besleme sonrası elde edilen metan oluşum değerleri sırasıyla 0.19, 0.37 ve 0.22 L CH₄/g-UKM_{eklenen} şeklindedir. Ortalama metan üretimi 0.25 L CH₄/g-UKM_{eklenen} olarak belirlenmiştir. Bu değer diğer atık türlerinden elde edilen değerlerle

benzerlik göstermektedir. Tosun vd., (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, posanın hidrolizli ve hidrolizsiz olarak anaerobik parçalanma prosesi incelenmiş ve metan oluşumu sırasıyla 0.28 ve 0.26 L CH₄/g UKM olarak bulunmuştur

4. DEĞERLENDİRMELER

Isparta'da yıllık gül çiçeği üretimi ortalama olarak 12000 ton seviyesindedir. Türkiye'deki üretim en çok Isparta'da olup, bunu Afyon, Burdur ve Denizli izlemektedir. Proses sonrası açığa çıkan posa miktarı, yaş ağırlık bazında 27500 ton civarındadır. Posa suya doygun halde olup su muhtevası % 90, organik madde muhtevası da %91 seviyesindedir.



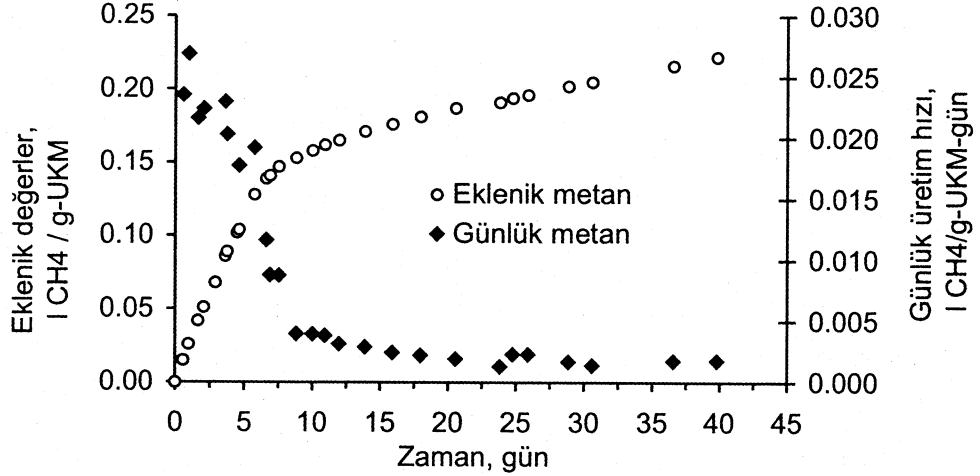
Şekil 1. Biyogazın metan içeriğinin zamanla değişimi

Gül posasının anaerobik olarak ayrıştırılması ile 0.25 L CH₄/g UKM metan oluşmaktadır. Oluşan gazın metan içeriği %72 olup atığın 35 °C'de stabilizasyon süresi 20 gündür. Gül posası anaerobik şartlarda arıtılması sonucu önemli miktarda biyogaz üretiminin gerçekleşmesi nedeniyle fizibil bir arıtma yöntemidir. Aşı çamurunun kullanılması ile adaptasyon süresi kısalmaktadır.

Önemli bir çevre problemi olan posadan biyogaz üretimi ile, yeraltı ve yüzeysel sularının kirlenmesi, koku ve görüntü kirliliği gibi çevre problemlerinin çözümüne katkı sağlanacaktır. Tarımsal atıkların enerji ihtiyacını karşılamada kullanım oranının artırılması ile enerji yelpazesinin çeşitlendirilmesi sağlanabilecektir. Gül posası gibi konsantre atıkların anaerobik olarak ayrıştırılması ile temiz, kullanılabilen ve

yüksek enerji içerikli biyogaza dönüştürülebilecektir. Ayrışmış ürünün de ham posaya göre gübre değeri

artacağından tarımda daha verimli bir şekilde kullanılabilir.



Şekil 1. Günlük ve eklenik metan üretimi

5. KAYNAKLAR

APHA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA, AWWA, WEF, 19th Ed, 1995.

Alyanak, İ., Filibeli, A., "Tavuk Çiftliği Artıklarının Çevre Etkilerinin Önlenmesi ve Yararlı Hale Getirilmesi Alternatifleri", *Uluslararası Çevre'87 Sempozyumu*, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü, Boğaziçi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Atık ve Kirlenme Denetimi Araştırma Grubu, İstanbul, 1987.

Badawi, M.A., Blanch, F.C., Wise, D.L., El-Shinnawi, M.M., Abo-Elnaga, S.A., El-Shimi, S.A., "Anaerobic Composting with Methane Recovery from Agricultural and Village Wastes", *Proceedings of the Industrial Waste Conference*, 727, 1987.

Braber, K., "Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste: a Modern Waste Disposal Option on the Verge of

Breakthrough", *Biomass and Bioenergy* 9:1/5, 365-376, 1985.

Chynoweth, DP and Owens, JM., "Biochemical Methane Potential of Municipal Solid Waste Components", *Water Science Technology*, 27, 1-14, 1993.

Henze, M and Harremoës, P., "Anaerobic Treatment of Wastewater in Fixed Film Reactors- A Literature Review", *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 15, No. 1, Pp. 101, 1983.

Kazaz, S., Hasat Zamanı ve Hasat Sonrasının Bekleme Sürelerinin Yağ Gülünde (*Rosa Damascena* Mill.) Yağ Miktarı ve Kalitesine Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Y.Lisans tezi, SDÜ Fen Bil. Ens., Isparta, 1997.

Kürkçüoğlu, M., Türk Gülyağının Üretimi ve Özelliklerinin Tespiti, Y.Lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 1988.

Özcan, Ö., Isparta İli ve Çevresinde Gül Tarımı ve Türkiye Ekonomisine Katkısı, Yüksek Lisans tezi, Marmara Ün., Sosyal Bil. Ens., İstanbul, 1998.

Özder, A., Yörükoğlu, M., Genel Enerji Politikaları İçerisinde Kömürün Yeri, <http://www.tki.gov.tr/personelden/GENEL%20ENERJI%20POLITIKALARI%20İÇERISİNDE%20KOMURUN%20YERİ.doc>

Sparks, D.L., (Editor), Bartel, J.M. (Managing editor), Methods of Soil Analysis: Chemical Methods Part 3, SSSA, 1996.

Szikriszt, G., Full Scale Demonstration Plant for Anaerobic Digestion of Sorted Municipal Solid Waste, Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden, 1992.

Tosun, İ., Gönüllü, M. T., Günay A., "Anaerobic Digestion of Residues from Rose Oil Production", *Appropriate Environmental and Solid Waste Management and Technologies for Developing Countries*, Vol 1., 703-710, Dünya Çevre Kongre ve Fuarı, İstanbul, 2002.

Tosun, İ., Gönüllü, M.T., Arslankaya, E., "Gülyağı Sanayi Proses Atıkları Özelliklerinin Belirlenmesi", *1.Ulusal Çevre Sorunları Sempozyumu*, Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 1, 864-873, Erzurum, 2002.