

İNEK GÜBRESİNİN ; SUDA ÇÖZÜNEBİLİR MADDELERE VE BİYOGAZA DÖNÜŞÜM VERİMİNE, ISIL VE KİMYASAL İŞLEMLERİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

THE INVESTIGATING THE EFFECTS OF THERMOCHEMICAL PRETREATMENTS ON CONVERT TO BIOGAS AND SUBSTANCE SOLUBLE IN WATER OF COW MANURE

Ergün PEHLİVAN* Damla YAŞLIOĞLU**
Remziye KARACA** Süleyman TOSYALIOĞLU** Hayrullah CAN**

*Selçuk Ün., Çevre Müh. Bölümü Öğretim Üyesi, cepehlivan@yahoo.com
**Selçuk Ün., Çevre Müh. Bölümü 4.Sınıf Öğrencisi, almila117@hotmail.com
**Selçuk Ün., Çevre Müh. Bölümü 4.Sınıf Öğrencisi, remziye_cvmuh@hotmail.com
**Selçuk Ün., Çevre Müh. Bölümü 4.Sınıf Öğrencisi, suleymantosalioğlu@gmail.com
**Selçuk Ün., Çevre Müh. Bölümü 4.Sınıf Öğrencisi, major_86@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, deneylerde S.Ü. Veterinerlik Fakültesi Araştırma Çiftliği'nden alınan inek gübresinin; suda çözünürlük ve biyogaz üretimini belirlemek için bazik ve/veya ısıl (mikrodalga radyasyon yada düz tabla ısıtıcı) önışlemler uygulanmıştır. Kütlece % 10 katı içeriğine sahip sulu çamur oda sıcaklığında, kimyasalsız ve kütlece katının % 10, % 15 ve % 20'si kadar NaOH ile ve/veya geri soğutucu altında 15, 30 ve 60 dakika mikrodalga (MD)veya hotplate ısıtıcıda (HP) ısıl önışleme tabi tutulmuştur. Çamurun sudaki çözünme yüzdeleri, sulu karışım cam pamuğundan süzildükten sonra, cam pamuğu üstünde kalan katı madde üzerinden gravimetrik olarak saptanmıştır. Filtre altına geçen sıvılar, biyogaz üretimi için anaerobik işlemlerde kullanılmıştır. Önışlemlerden elde edilen tüm sulu fazlara 303 K'de, pH=7'de ve 44 günlük süreyle anaerobik işlem uygulanmıştır. Genellikle 3 gün arayla toplanan biogazın hacmi ölçülerek standart sıcaklık ve basınçta(STP) hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda; maksimum suda çözünürlük, maksimum biyogaz verimi ve maksimum metan içeriği değerleri sırasıyla; % 99,4 (kütlece), 417 mL/1g kuru katı madde ve % 49 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : İnek gübresi, , suda çözünürlük, biyogaz, bazik önışlem, mikrodalga önışlem, hotplate önışlem

ABSTRACT

In this study, cow manure has been taken from the Faculty Experimental Farm of Selçuk University Faculty of Veterinary Medicine has been used in experiments, basic and/or thermal (microwave radiation (MW) or hotplate pretreatments has been carried out in order to determine water solubility and biogas production. The aqueous sludge (10 % by mass solid content) have been treated with NaOH (10 %, 15 %, 20 % by mass of the solid) and without chemicals., at room temperature and/or pretreatment with microwave for 15, 30 and 60 min.under reflux. The percentage of water solubility of sludge were determined gravimetrically by filtering the aqueous mixtures with glass wool. The filtrates were used in anaerobic processes in order to produce biogas. The aqueous phases were used for anaerobic digestion at 303 K, at pH=7 and for 44 days and while the anaerobic process gas measurement was done every three-day intervals for all samples. The volume of produce biogas, which was collected at usually three-day intervals, was measured and calculated at STP (standart temperature and pressure).

From the results it was found from the results that the maximum water solubility, amount of maximum biogas yield and maximum methan content of biogas were 99,4 % (by mass), 417 mL/1 g dry solid cow manure, 49 % respectively.

Keywords : Cow manure, water solubility, biogas, basic pretreatment, microwave pretreatment, hotplate pretreatment

1. Giriş

Hayvan gübreleri, tarihin ilk çağlarından beri, bitkisel üretimi artırmak için kullanılmıştır Çünkü, gübreler içerdikleri besin maddelerinden dolayı bitkiler için zengin bir besin maddesi deposudur.

Hayvanlar yedikleri yemlerdeki besin maddelerinin ancak % 45'inden yararlanabilirler, yemdeki bitki besin maddelerinin yarısından fazlası dışkı ile ahır gübresine geçer.[1]

Türkiye'nin enerji istatistikleri incelendiğinde hayvansal ve bitkisel artıklar kalem toplam enerji üretimimizin %9'u toplam enerji tüketimimizin ise %4'ü olarak yer almaktadır. Bu miktar ticari enerji maddesi olan taşkömürü tüketimine eşittir. Bu enerji hammaddesi gelişmiş ülkelerin enerji istatistiklerinde yer almamaktadır. Bu kalem içerisinde hayvan gübresinin payı büyüktür. Ülkemiz kırsal kesiminde hayvan gübresi ısıtma ve pişirme amacıyla yakılmaktadır. Hayvan gübresinin tarım topraklarında kullanılması, yakılarak enerjiye dönüştürülmesinden daha ekonomiktir. Hayvan gübresi, yapay gübrelere göre daha üstün özelliklere sahiptir. Toprağa bitki besin maddelerini sağlamasının yanında toprağın yapısını da iyileştirir. [2]

Hayvan gübresinin yakılmasının önlenerek tarım topraklarına kazandırılması, kırsal kesime bu enerjinin yerine ikame edeceği bir enerjinin verilmesi ile mümkündür. Bu ikame enerji, yine hayvan gübresinden elde edilebilecek olan biyogazdır.

Ahır gübreleri bir yandan bitkilerin gelişmesi için lazım olan besin maddelerini sağlarken, diğer yandan da toprağın yapısını tarım için en uygun hale getirirler..

Hayvan gübreleri içerdikleri zararlı bitki tohumlarının ve patojen mikroorganizmalarının yok edilmesi ve azot-karbon oranının yükseltilmesi amacıyla taze olarak toprağa verilemezler. Gübreliliklerde belirli süre bekletilmeleri gerekir. Bu zorunlu bekletilme süresi içerisinde karbon, azot, potasyum ve fosfor gibi bitki besin maddelerinin önemli bir kısmı kaybolur. Bu kaybın değeri yaklaşık % 30 – 33 kuru madde kaybına karşılık gelmektedir.[2] Gübrenin bu zorunlu bekletilme süresini ortadan kaldırmak ve kayıp olan gübreyi biyogaz olarak geri kazanmak amacıyla hayvansal atıklar aneorobik fermantasyona tabi tutulabilirler. Fermantasyon sonucu elde edilecek olan organik gübrenin diğer bir üstünlüğü de aneorobik fermantasyon sonucunda patojen mikroorganizmaların büyük bir bölümünün yok olmasıdır.

Organik maddeler oksijen yokluğunda ayrıştığında -anaerobik oluşum olarak adlandırılan işlem- hacimce %40-70 metan (CH₄), %30-60 karbon dioksit (CO₂), %1-5 diğer gazlar [%0-1 hidrojen (H₂), %0-3 hidrojen sülfür (H₂S)] içeren bir gaz oluşur. Bazen bu ayrışım doğal olarak bataklık etraflarında gerçekleşir ve oluşan gazı "bataklık gazı" denir. Diğer durumlarda atıksu arıtma tesislerinde lağım ayrıştırılırken oluşan gazı "sindirici gaz" denir. Son olarak, katı atıkların depolandığı arazi doldurulan yerlerde atıkların oluşturduğu gazı "arazi doldurma gazı" denir. Müşterek olarak, bu gaz karışımları biyogaz olarak bilinir.[3]

Anaerobik sistemlerde maksimum biyogaz üretim verimi, reaktöre verilen hammaddedeki, katı maddenin kütlece % 6 ile % 10 arasında olduğunda gerçekleştiği, daha fazla katı madde içeriğinde ise mikroorganizmaların, büyük moleküllü maddeleri parçalamada zorlandığı ve parçalama işleminin daha uzun süre aldığı belirlenmiştir [4].

Yapılan çalışmalarda; ortalama gaz üretim verimi açısından kanatlı hayvanların gübresi (460 L/kg organik madde) ve algler (460 L/kg organik madde), yeşil çayır otu (410 L/kg organik madde)meyve atıkları (350 L/kg organik madde) değerlerinde bulunmuştur [5].

0,5 kg uçucu organik madde içeren hammaddenin biyolojik bozunması ile yaklaşık % 50-70 metan gazı içeren 255 L biyogaz üretilmektedir.[6].

1 m³ biyogazın sağladığı ısı miktarı (4700-5700 kcal/m³); 0,62 L gazyağı, 1,46 kg odun kömürü, 3,47 kg odun, 0,43 kg bütan gazı, 12,3 kg tezek ve 4,70 kW.h elektrik enerjisi eşdeğerindedir [7].

Ardıç ve Taner; taze tavuk gübresindeki katı maddenin sudaki çözünürlüğüne, termal,asidik kimyasal ve asidik termokimyasal önışlemlerin etkileri araştırılmıştır.Çalışma sonunda maksimum sudaki çözünürlük, %20 oranında H₂SO₄ eklenip, iki saat termokimyasal önışlem ile ve kütlece %40,93 olarak belirlenmiş ve asidik önışlemlerin tavuk gübresindeki katı maddenin sudaki çözünürlüğünü artırdığı sonucuna varılmıştır.[8]

Rintala ve ark., belediye katı atığı ve dip çamurunun hacimce %50 oranında karıştırılarak birlikte mezofilik anaerobik parçalanmasının sonucu metan üretim verimini, araştırmışlardır. Bu çalışmada birlikte parçalanma sonucunda belediye katı atığı ve dip çamurunun ayrı ayrı parçalanmasından daha yüksek verim elde edildiği saptanmıştır [8].

Lin ve ark., dip çamurunun anaerobik parçalanmasında alkali önışlemin etkisini araştırmışlardır.308 K'de, farklı alkali (NaOH) derişimi ve farklı alıkonma süreleri uygulanan dört ayrı reaktörde sürdürülen deney sonucunda, en yüksek gaz veriminin, alıkonma süresinin 7.5 gün ve alkali derişiminin 20 mg/L olan reaktörde olduğu saptanmıştır [9].

Lay ve ark, çamurun anaerobik parçalanmasına ve metan üretimine pH ve nem miktarının etkisini araştırmışlardır . Optimum pH 'ın 6,80 ,nem miktarının ise % 90-98 olarak saptandığı rapor edilmiştir. Nem miktarı azaldıkça ve pH nın 6,10 'un altına düştüğünde metanojenik aktivitenin düştüğü belirtilmiştir [10].

Bu çalışmada, deneylerde "keklik inek ve sülün gübresi gibi çeşitli hayvansal atıklar; suda çözünürlük ve biyogaz üretimini belirlemek için bazik ve/veya ısıl önışlemler uygulanmıştır. Kütlece % 10 katı içeriğine sahip sulu çamur oda sıcaklığında, kimyasalsız ve kütlece katının % 10, % 15 ve % 20'si kadar NaOH ile ve/veya geri soğutucu altında 15, 30 ve 60 dakika mikrodalga (MD) önışlemlerine tabi tutulmuştur.

2. Materyal ve Metod

2.1. Hammadde

Çalışmada hammadde olarak S.Ü. Veterinerlik Fakültesi Araştırma Çiftliği'nden alınan inek gübresi kullanılmıştır.

Homojenliği sağlamak açısından, kurutulup, öğütülmüş inek gübresi, elek analizinden geçirilmiş ve aynı tane boyundaki numuneler deneylerde kullanılmıştır. Bu numuneler her bir deney koşulunda % 10 katı madde içerecek şekilde saf su ile sulandırılmış ve bu numuneler deneylerde kullanılmıştır.

2.2. Hammadde İle İlgili Analizler

Çalışmada kullanılan inek gübresinin özelliklerini saptanması için yapılan, nem, toplam katı madde, kül ve uçucu madde analizleri Standart Metot'lara göre yapılmıştır. Hammadde ile ilgili analizler yapılmadan önce homojenliğin sağlanması açısından çamur örneği karıştırılmıştır.

2.3. Uygulanan Önışlemler

Bazik önışlemler; kütlece % 10 katı madde içeren inek gübresine, katı maddenin sırasıyla % 10, % 15, %20' si olacak şekilde % 50'lik NaOH çözeltisi eklenmek suretiyle yapılmıştır.

MD önışlemler; inek gübresinin, mikrodalga fırında geri soğutucu altında, 700 W gücünde veya hotplate (düz tablalı ısıtıcıda) 15, 30 ve 60 dakika ısıl önışlemlerden geçirilmek suretiyle gerçekleştirilmiştir.

2.4. Arıtma Çamurunun Suda Çözünürlüğünün Saptanması İle İlgili Deneyler

Gerek kimyasal ilavesi yapılmamış gerekse baz ilavesi yapılmış ve/veya mikrodalga önışlemden geçirilmiş sulu inek gübresi numuneleri, sabit tartımı alınmış olan cam pamuğundan geçirilerek süzölmüştür. Süzme işlemi, süzöntü berraklaşana kadar devam edilmiştir. Cam pamuğundan süzme işlemi, 500 ml 'lik erlenlerin üzerine içlerine cam pamuğu yerleştirilmiş huniler konularak yapılmıştır. Cam pamuğu ve üzerinde kalan katı madde 343 K'de sabit tartıma gelinceye kadar 2 gün kurutulmuş ve arıtma çamurunun suda çözünmeyen kısmı gravimetrik olarak saptanmıştır. Arıtma çamurunun suda çözünen yüzdesi hesaplanmıştır. İşlemler üçer paralelde yürütölmüştür.

2.5. Ham Çamur ve Önışleme tabi Tutulmuş Çamur Numunelerinde Biyogaz Veriminin Saptanması İle İlgili Deneyler

Önışlem uygulanmamış ham numuneye ve önışlem uygulanmış koşullarda en yüksek suda çözünme yüzdesine sahip koşullardan elde edilen inek gübresinin cam pamuğundan geçen süzöntülerine, anaerobik biyoassay tekniği uygulanmıştır. Biyolojik bozunma için aşı maddesi kullanılmıştır. Aşı maddesi 150g taze inek dışkısının 1L saf suda çözünmesi ve oluşan karışımın cam pamuğundan süzölüp %40 oranında saf su ile seyreltilmesi sonucunda hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözelti içerisine metan bakterileri için çeşitli besi maddeleri de ilave edilmiştir. %5 aşı çözeltisi içeren saf su üçer paralelde kör olarak hazırlanmıştır.

Önışlemler sonucu elde edilen sulu fazlardaki, suda çözülmüş maddelerin anaerobik parçalanabilirliğinin saptanması için tüm sulu fazlarda, üçer günlük aralıklarla, üretilen biyogaz ve metan hacimleri oluşturulan bir deney düzeneğiyle ölçölmüştür. İlk olarak biyogaz ölçöldükten sonra, % 33'lük KOH çözeltisinden bu gazın

geçirilmesinin ardından absorplanamayan gaz diğer bürete gönderilmek suretiyle belirlenmiştir. Gaz hacimleri STP’de kuru gaz olarak ölçülmüştür.

Önişlemsiz ve önişlem sulu inek gübresi numunelerinden belli miktarlarda alınarak, cam pamuğundan süzölmüş ve alta geçen süzöntüden elde edilen süzöntü sularından 90 mL alınarak 125 mL’lik serum şişesine konulmuş ve üzerine hazırlanmış olan aşı çözeltisinden 4.5 mL ilave edilmiş ve pH; % 50’lik NaOH ve % 98’lik H₂SO₄ çözeltileri kullanılarak pH-metre ile 7’ye ayarlanmıştır. Ayrıca şişelerdeki hava azot gazı ile sıyırma yapılarak, uzaklaştırılmış ve ağızları sıkıca kapatılıp bantlanmıştır. Şişeler 303 K’e ayarlanmış inkübatörde, 50 gün boyunca anaerobik biyolojik parçalanmaya bırakılmıştır. Biyolojik parçalanma süresince üçer günlük aralıklarla üretilen biyogaz ve metan (CH₄) orsat cihazı kullanılarak hacimleri ölçölmüş ve gaz hacimleri STP’de kuru gaz olarak hesaplanmıştır. Yapılan işlem üçer paralelde yürütölmüş ve sonuç olarak bunların ortalamaları alınmıştır.

3.Bulgular ve Tartışma

3.1. Kullanılan Hammaddenin Özellikleri

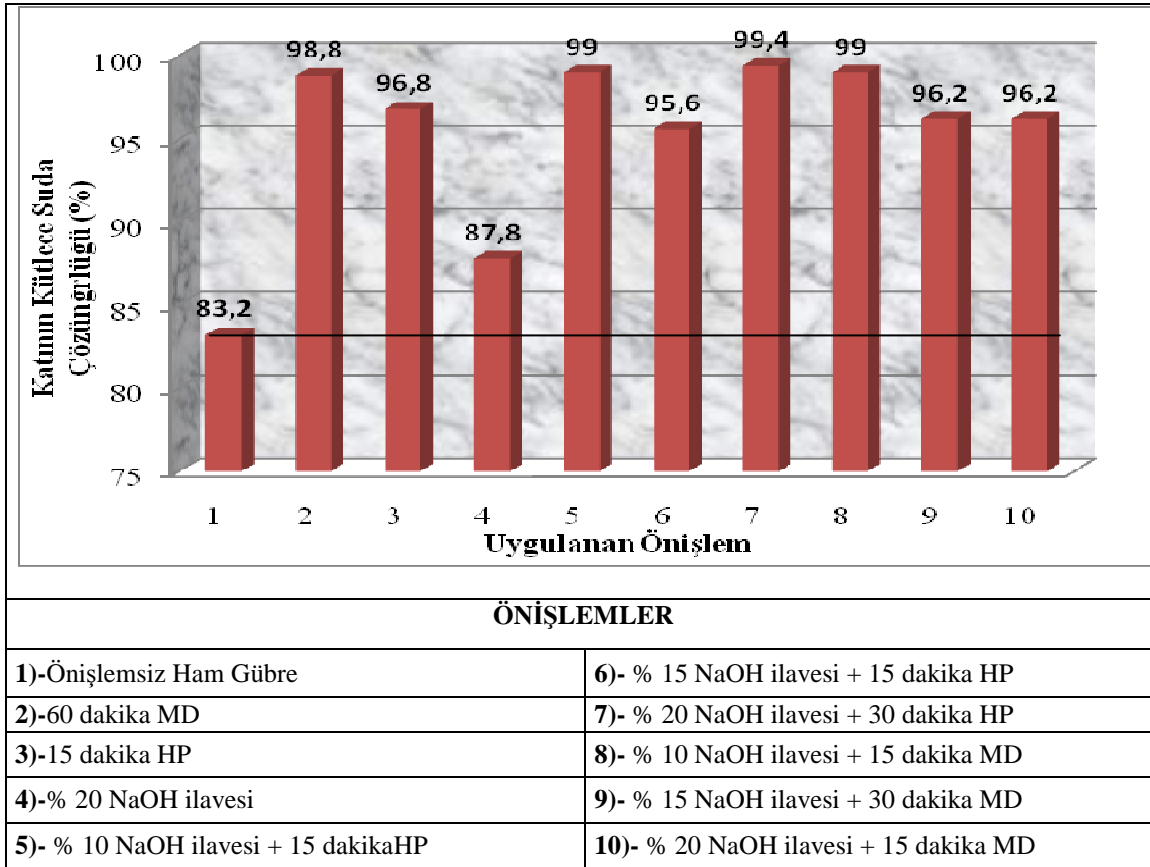
Deneyleerde kullanılan, gübrelereın nem ve kül yüzdeleri Tablo-1’de verilmiştir.

Tablo-1: Çalışmada kullanılan inek gübresinin özellikleri

Özellik	Değer (Kütölece %)
Nem (%)	80,82
Kül (Kuru katı maddenin yüzdesi)	6,76

3.2. Arıtma Çamurlarına Uygulanan Önişlemlerin, Katı Maddenin Suda Çözünörlüklerine Etkileri

Uygulanan önişlemlere göre; inek gübresinin, kütölece sudaki çözünme yüzdelerindeki değişim de Şekil-1’de verilmiştir

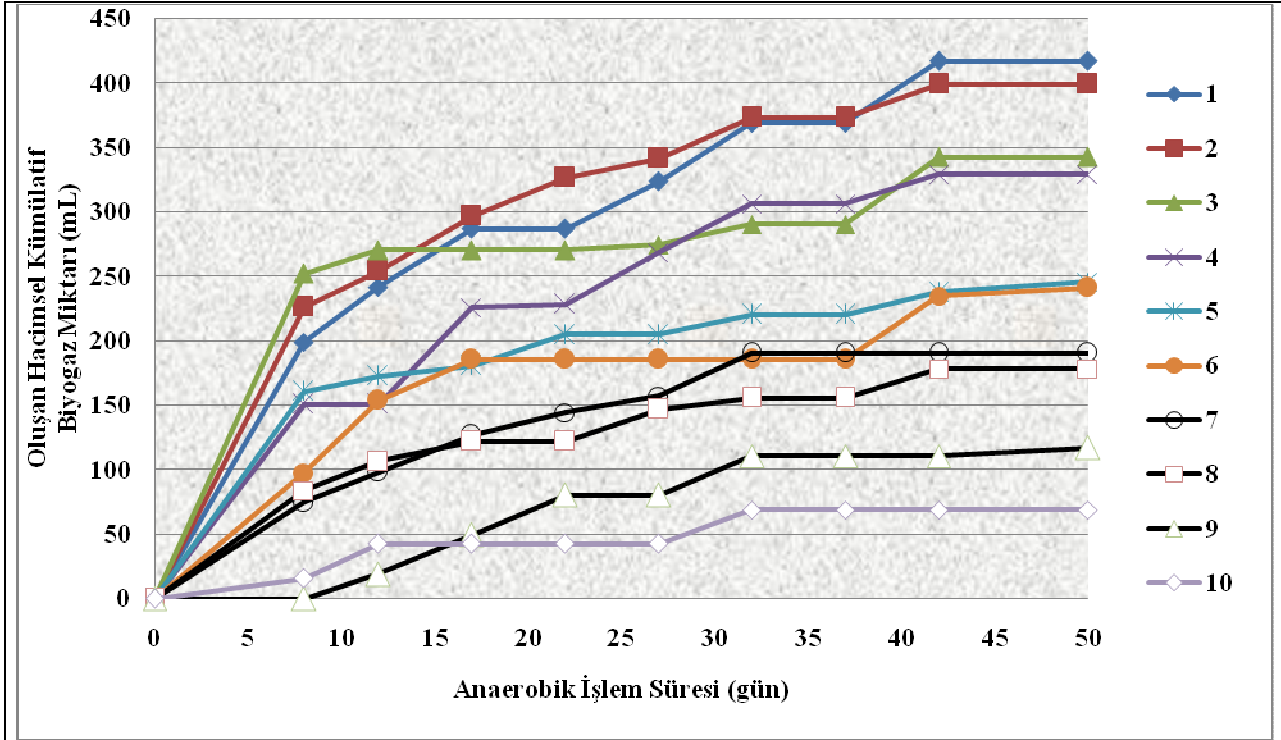


Şekil-1: Sulu İnek Gübresinin Çeşitli Isıl ve Kimyasal önişlemler Etkisiyle, Katı Maddenin Suda Çözünme Yüzdelerindeki Değişimi

Şekil 4.1'den görüldüğü gibi, inek gübresinin en iyi suda çözüldüğü önışlem koşulu, % 99,4 değeriyle 30 dakika MD ve % 15 NaOH ilavesinde elde edilmiştir. Yapılan tüm önışlemlerde katı maddenin suda çözünlürlüğü artmıştır.

4.2. Önışlemlerden Elde Edilen Sulu Fazların Anaerobik İşleminde, Suda Çözünmüş Maddelerin Biyogaz ve Metan Üretim Verimleri

Yapılan önışlemlere göre; standart sıcaklık ve basınçta 1gram kuru katı madde başına, Oluşan hacimsel kümülatif biyogaz miktarlarındaki değişim Şekil-2'de verilmiştir.



ÖNİŞLEMLER

(Oluşan hacimsel kümülatif biyogaz değeri 1 g kuru katı madde esas alınarak hesaplanmıştır. Parantez içinde ilgili önışlem koşulunda, biyogazdaki hacimsel metan yüzdesi verilmiştir.)

1)- % 20 NaOH ilavesi (% 47)	6)- % 10 NaOH ilavesi + 60 dakika MD (% 49)
2) 60 dakika MD (% 46)	7)- % 15 NaOH ilavesi + 60 dakika HP (% 44)
3)- % 20 NaOH ilavesi + 30 dakika HP (% 52)	8)- Önışlemsiz Ham Gübre (% 34)
4)- % 10 NaOH ilavesi + 15 dakika MD (% 46)	9)-15 dakika HP (% 40)
5)- % 15 NaOH ilavesi + 30 dakika MD (% 51)	10)- % 20 NaOH ilavesi + 15 dakika HP (% 41)

Şekil-2. Yapılan Önışlemlere Göre; Standart Sıcaklık ve Basınçta 1gram Kuru Katı Madde Başına, Oluşan Hacimsel Kümülatif Biyogaz Miktarlarındaki Değişim

Şekil-2'den görüldüğü gibi; 1 gram kuru inek gübresi başına 50 günlük anaerobik işlem neticesinde elde edilen kümülatif toplam biyogaz miktarı; 417 mL değeriyle % 20 NaOH ilavesinin yapıldığı önışlem koşulunda elde edilmiştir. Bu önışlem koşulunda elde edilen biyogazın metan içeriği % 47'dir. 15 dakika HP ve % 20 NaOH ilavesi + 15 dakika HP önışlem koşulları hariç, tüm önışlemlerde önışlemsiz ham inek gübresine göre biyogaz üretim miktarları artış göstermiştir.

4. Sonuçlar ve öneriler

Çalışma sonucunda; inek gübresinin en iyi suda zndği önişlem koşulu, % 99,4 değeriyle 30 dakikan MD ve % 15 NaOH ilavesinde elde edilmiştir. Yapılan tüm nişlemlerde katı maddenin suda znrlğinin arttığı grlmştir.

Herbir nişlem koşulunda en yüksek suda znme değerlerinin elde edildiği şartlardan elde edilen süzüntüler, biyogaz eldesinde kullanılmış, 1 gram kuru inek gübresi başına 50 günlük anaerobik işlem neticesinde elde edilen kümülatif toplam biyogaz miktarı; 417 mL değeriyle % 20 NaOH ilavesinin yapıldığı önişlem koşulunda elde edilmiştir. Bu nişlem koşulunda elde edilen biyogazın metan içeriği % 47'dir. 15 dakika HP ve % 20 NaOH ilavesi + 15 dakika HP nişlem koşulları hariç, tüm nişlemlerde nişlemsiz ham inek gübresine göre biyogaz üretim miktarları artış göstermiştir.

Kaynaklar

- [1] Kamil Alibaş, Yahya Ulusoy ve Yücel Tekin, Biyogaz retimi, <http://homepage.uludag.edu.tr/~yahyau/biyogaz.htm>, 2008
- [2] İbrahim GEDİKOğLU, Fikret EYüPOğLU, Naci KURUCU, Süleyman ALTINTAş ve Erdem NER, Ahır Gübresi (Organik Hayvansal Gübre), Bahçe.Biz Tarım ve Bahçe Portalı, Tarım Bakanlığı Yayınları, <http://www.bahce.biz/gubre/ahirgubresi.htm>, 2008
- [3] Biyogaz Nedir? Biyogazın Elde Yöntemleri, zellikleri, lkemizdeki Durumu, http://www.forumlaz.com/biyogaz_nedir_biyogazın_elde_yontemleri_ozellikleri_ulkemizdeki_durumu-t11726.0.html, 2008
- [4] M DESAI, V PATEL and D MADAMVAR, Effect of Temperature and Retention Time on Biomethanation of Cheese Whey-Poultry Waste-Cattle Dung, Environmental Pollution, 83, pp: 311-315, 1994
- [5] A BOşGELMEZ, İ.İ BOşGELMEZ, N PASLI, S SAVAşçI, S KAYNAş, Ekoloji-I , İkinici Baskı, ss: 693-706 Ankara, 2000
- [6] NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Methane Generation From Human , animal and Agricultural Wastes, 1. edition, Washington, D. C., 131 p, 1997
- [7] ELEKTRİK İşLERİ ETÜT İDARESİ GENEL MüDüRLüğü, 1 m³ Biyogazın Sağladığı Isı Miktarı-Biyogaz Enerjisi alışmaları, <http://www.eie.gov.tr/biyogaz/miktar.html>, Ankara, 2005
- [8] İlker ARDIÇ, Fadime TANER, Tavuk Gbresindeki Katı Maddenin Sudaki znrlğine Asidik nişlemlerin Etkileri, Ekoloji Dergisi, No: 53, ss:39-43, <http://www.ekolojidergisi.com.tr/resimler/53-6.pdf>2004
- [9] LIN, J. G., CHANG, C. N., CHANG, S. C., Enhancement of Anaerobic Digestion of Waste Activated Sludge By Alkaline Solubilization, Bioresource Tech. 62, pp: 85-90, 1997
- [10] J.J.LAY, Y.Y.LI, T.NOIKE, Influences of pH and Moisture Content on the Methane Production in High Solids Sludge Digestion, Water Res., 31, 6,pp: 1518-1524, 1997