

## SIĞIR GÜBRESİ VE PEYNİR ALTI SUYU KARIŞIMLARINDAN BİYOGAZ ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Salih SÖZER

Osman YALDIZ

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü 07070- Antalya

### Özet

Anaerobik fermentasyon yöntemiyle biyogaz üretimi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan biyokütleden enerji elde etme yöntemlerinden biridir. Bu çalışmada süt sanayi atığı olan peynir altı suyu ve sığır gübresi çeşitli oranlarda karıştırılarak biyogaz üretimleri saptanmıştır. Denemeler 15 günlük bekleme süresinde, 37°C sıcaklıkta, sürekli akışlı laboratuvar tipi biyogaz üreteçlerinde gerçekleştirilmiştir. Sığır gübresinin organik kuru madde miktarı peynir altı suyununkine eşitleninceye kadar çeşme suyu ile seyreltilmiştir. Denemede saf sığır gübresi, sığır gübresine %5, 10, 20, 40, 50 ve 75 oranlarında peynir suyu katılmış karışımlar kullanılmıştır. Deneme sonuçlarına göre en yüksek biyogaz üretimi %50 peynir suyu, %50 sığır gübresi karışımından 25,47 litre/gün olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyogaz, Peynir Altı Suyu, Sığır Gübresi, Kofermentasyon

### A Research on Biogas Production from Cattle Manure and Cheese Whey Mixtures

#### Abstract

Biogas generation via anaerobic fermentation is one of the methods of producing biomass energy in other words renewable energy. In this study, the amount of biogas production from cattle manure and cheese whey was determined. The experiments were conducted in a through flow laboratory unit. Retention time of 15 days were applied for fermentation process continuing under 37°C. Cattle manure was diluted with tap water for equaling organic total solid of cheese whey. The mixtures were obtained adding 5, 10, 20, 40, 50 and 75% cheese whey into the cattle manure, and also only cattle manure used to make comparison. According to the results, the biggest biogas production was obtained from the mixture of 50% cattle manure and 50% cheese whey with 25.47 liters biogas per day.

**Keywords:** Biogas, cheese whey, cattle manure, cofermentation

### 1. Giriş

Dünya nüfusunun her geçen gün artması, insanoğlunun temel ihtiyaçlarının yeter ve nitelikli düzeyde üretilmesi zorunluluğunu doğurmaktadır. Teknolojinin gelişmesi insanoğlunun hayat standartlarını yükseltip yaşamasını kolaylaştırırken kişi başına düşen enerji tüketimi de artmaktadır. Bu da doğal olarak dünyada enerji üretiminin artmasına sebep olmaktadır. Dünyanın enerji ihtiyacının her geçen gün artması, fosil kökenli enerji kaynaklarının yakın bir gelecekte tükenen olmaları, tahrip edilen doğal dengenin dünya üzerinde başta iklimler ve sıcaklık değişiklikleri olarak kendisini göstermesi, bilim adamlarını fosil kökenli enerji kaynaklarının daha verimli olarak kullanılmasını diğer taraftan çevreyle dost, yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması konusunda çalışmaya

yönlendirmiştir. Aksi takdirde dünyada yakın bir gelecekte bir enerji dar boğazı yaşanılması kaçınılmaz bir gerçektir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından bir tanesi de biyogazdır. Biyogaz organik atıkların oksijensiz ortamda fermente olması sonucu oluşan yanıcı gazdır. Biyogaz teknolojisi özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürekli gündemde kalan ve önemini artıran alternatif enerji kaynağıdır. Özellikle biyogazın gaz motorlarında yakılması ve elektrik enerjisi üretilmesi bu teknolojinin kullanımını artırmıştır.

Fotosentez amacıyla bitkiler tarafından tutulan enerjinin insanların beslenmesi için sadece 1/150'si kullanılmaktadır (Wellinger ve ark., 1984). Hayvanlar ise yemdeki besin maddelerinin ancak %45'inden yararlanabilirler (Evliya, 1964) ve bitki besin maddelerinin yarısından

fazlası dışkı ile ahır gübresine geçer. Bu nedenle beslenme amacıyla kullanılmayan bitkisel ve hayvansal artıkların yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynağı olarak kullanılması uzun yıllar boyunca araştırılmış ve bazı sonuçlar uygulamaya aktarılabilmektedir. Bilim adamları ilk kez 1630 yılında organik maddelerin anaerobik fermantasyonundan yanıcı bir gaz elde edilebileceğini saptamışlardır. Organik madde ile yanıcı gaz üretimi miktarı arasında direkt ilişki olduğu 1776 yılında belirlenmiştir. Sığır gübresinin anaerobik fermantasyonu esnasında oluşan yanıcı gazın metan gazı olduğu ise 1808 yılında saptanmıştır (Anonim, 1998).

İlk pratik uygulama 1895 yılında İngiltere'nin Exeter şehrinde yapılmıştır. Şehir kanalizasyonunun toplandığı özel bir tesiste elde edilen biyogaz sokak lambalarında kullanılmıştır. Dünyada 1900'lü yıllardan sonra mikrobiyoloji ve bilimdeki gelişmeler doğrultusunda bu konudaki araştırmalar artmış, anaerobik bakteriler ve özellikleri saptanarak metan üretimi teşvik edilmiştir. Daha sonra petrolün bol ve ucuz sağlanması nedeniyle biyogaz konusundaki araştırmalar yavaşlamış, 1970'li yıllarda ki dünyadaki petrol krizi ile konu tekrar gündeme gelmiştir.

Günümüzde, uzak doğuda 6-8 milyon adet aile ölçütlerinde yapılmış düşük teknoloji kullanan basit biyogaz üreteçleri ile elde edilen biyogaz, yemek pişirme, aydınlatma gibi evsel ihtiyaçların giderilmesinde kullanılmaktadır. Biyogaz tesisleri sayesinde koku kontrolü, patojen kontrolü, besin maddesi kaybı, sıvı gübre depolaması gibi problemlere büyük ölçüde çözüm getirilmektedir.

Biyogaz tesisleri zaman içinde gelişme göstererek çiftliklere uygun, endüstriyel ve şehirsal atıkları da işleyebilecek yapıyı kazanmışlardır. Dünyada yüzün üzerinde farklı tipte biyogaz tesisi olup, bunlar farklı koşullarda üretimde bulunmaktadır. Değişik yapı çeşitlerinde, değişik organik materyalden ve bunlara bağlı olarak çok farklı üretim ortamlarında çalışan bu tesisler, yine kurulu buldukları ülkelerin iklim ve ekonomik koşullarına adapte edilmiş biyogaz üreteçleridir.

Günümüzde dünyanın en önemli problemlerinden birisi çevre kirlenmesidir. Temelde enerji kazanımının ve kullanımının neden olduğu çevre kirliliği bu sorunun en önemli etkenleri arasındadır. Biyogaz teknolojisi özellikle birincil enerji kaynaklarının kullanımından kaynaklanan, hava kirlenmesini önleyici yönde yardımcı olabilecektir. Tesis sayısının artması fosil enerji kaynağı gereksinimini azaltacaktır.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Bu çalışmada peynir altı suyu ve sığır gübresi çeşitli oranlarda karıştırılarak bu karışımlardan elde edilen biyogaz üretim miktarları saptanmıştır.

Peynir altı suyu, süt bileşenlerinden laktoalbumin ve laktoglobulin gibi serum proteinleri ile değişen düzeylerde laktoz, yağ, mineral madde, proteinler içeren ve peynir yapımı sırasında süzme sonucunda oluşan önemli bir yan üründür (Kurt, 1990). Peynir altı suyunun bileşimi peynire işlenen sütün bileşim ve kalitesine, peynir yapım tekniğine, pıhtılaşmada kullanılan maya veya asit miktarı ile kalitesine, pıhtılaştırma süresine ve sıcaklığına gibi bir çok parametreye bağlıdır. Değerlendirilemeyen peynir altı suyu kanalizasyonlara verilerek büyük bir çevre problemi oluşturmaktadır. Özellikle küçük ölçekli süt işleme tesislerinde peynir altı suyunu işleyebilecek alt yapı imkanları olmadığı için bu yan ürün değerlendirilememekte ve kanalizasyonlara verildiği için çevre kirlenmesine neden olmaktadır. Ülkemizde 2002 yılında istatistiklere girmiş olan süt üretim miktarı 8.408.566 tondur (DİE, 2004). Bunun yaklaşık %20'sinin peynire işlendiği kabul edilirse (Alpkent ve Göncü, 2003) işlenen süt miktarı yaklaşık olarak 1.681.732 tondur. Peynir yapımında kullanılan sütün yaklaşık olarak %70-90'luk kısmı peynir altı suyu olarak elde kalır. Bu da 1,17-1,51 milyon ton peynir altı suyu oluştuğu anlamına gelir. Bu miktarın ne kadarının işlendiği tam olarak bilinmemekte fakat işletmelerin çoğunda peynir altı suyu işleme tesislerinin olmadığı ortadadır.

Denemelerde kullanılan peynir altı suyu Antalya organize sanayi bölgesinde

faaliyet gösteren Yörükoğlu Süt ve Süt Ürünleri firmasından temin edilmiştir. Peynir altı suyunun pH derecesi 3,73, organik kuru madde miktarı 30 gr/litre olarak saptanmıştır.

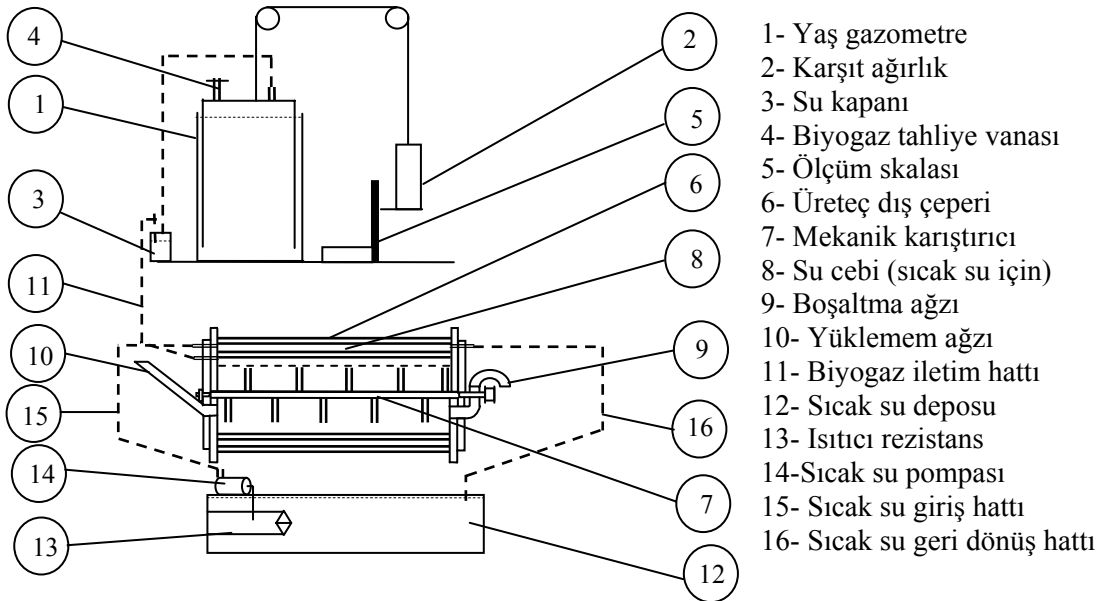
Denemede sığır gübresi kullanılmıştır. Ülkemizdeki sığır sayısı 9.803.498 adettir (DİE, 2004). Bir büyük baş hayvanın ( canlı ağırlığı 454 kg) günlük gübre üretimi 34 kilogramdır. Bu gübrenin yaklaşık %21'lik kısmı kuru maddedir (Özen ve ark., 1999). Büyükbaş hayvanlar günün yarısını ahırda geçirdikleri için üretilen gübrenin ancak %50'si elde edilebilir. Bu veriler ışığında günlük elde edilebilecek kuru madde olarak gübre miktarı yaklaşık 34.998 tondur. Kullanılan gübre yöredeki bir işletmeden temin edilmiş ve kuru madde miktarının peynir altı suyu ile eşitlenmesi için çeşme suyu ile seyreltilmiştir. Bu seyreltmeden sonra kullanılan gübrenin pH derecesi 7,23 olarak saptanmıştır.

Denemelerde kullanılan deneme düzeneği net 15 litre fermantasyon hacmine sahip laboratuvar tipi biyogaz üreteçleridir. Bu deneme esnasında toplam 7 adet üreteç kullanılmıştır. Bir üreteç ünitesi, fermantasyon kanalı prensibine göre çalışan fermantasyon odası, su ısıtma ünitesi, karıştırıcı ve yaş gaz deposundan oluşmaktadır. Bir laboratuvar tipi biyogaz üretecinin fermantasyon odası iç içe geçirilmiş iki borudan oluşmuştur. İç boru fermantasyon odası görevini yapmaktadır.

İki boru arasında kalan boşluktan ise sıcak su geçirilerek materyalin ısıtma işlemi gerçekleştirilmektedir. Üreteç hacmi toplam 18.8 litredir. Bu hacmin 15 litresi fermantasyon odası, 3,8 litresi ise gaz odası olarak kullanılmaktadır. Üreteçlerin tam ortasından materyalin karıştırılması için kullanılan paslanmaz çelikten imal edilmiş mekanik karıştırıcılar mevcuttur. Bu karıştırıcılar bir zincir vasıtasıyla birbirlerine bağlanmış olup hareketlerini bir elektrik motorundan alırlar. Karıştırıcıların dönü hızı 30 devir/dakikadır. Üretecin parçaları ve ayrıntılı şematik resmi şekil 1'de görülmektedir.

Denemeler 15 günlük bekleme süresinde gerçekleşmiştir. Günlük olarak her üretece 1 litre taze materyal konmuştur. Hazırlanan karışımlar içerisinde yaklaşık 30 gram organik kuru madde bulunmaktadır. Bu da kısaca üreteç hacmi başına 2 gram/litre organik kuru madde yüklediği anlamına gelmektedir. Her gün periyodik olarak giren ve çıkan materyallerin pH değerleri, biyogaz üretim miktarları saptanmış ve yükleme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Denemede organik kuru madde içeriği %3 olan su ile seyreltilmiş sığır gübresiyle peynir altı suyu kullanılmıştır. Çalışmada sadece sığır gübresi ve sığır gübresine %5, 10, 20, 40, 50 ve 75 oranlarında peynir altı suyu ilave edilmiş karışımlar kullanılmıştır.



Şekil 1 Laboratuvar tipi biyogaz üretecinin şematik resmi ve parçaları

### 3. Bulgular

Üreteçler içerisine düzenli bir şekilde her gün aynı saatte olmak üzere materyaller yüklenmeye başlamış ve biyogaz üretimi düzenli hale geldikten sonra veriler kaydedilmeye başlamıştır. Elektrik kesilmesi gibi deneme koşullarının değiştiği günlerdeki ekstrem veriler değerlendirilmeye alınmamıştır. Denemelerde yaklaşık 46 günlük veri değerlendirilmeye alınmıştır. Denemenin devam ettiği süre ise 60 gündür.

Deneme sonuçlarına göre en fazla biyogaz üretimi %50 sığır gübresi, %50 peynir altı suyu karışımından elde edilmiştir. Elde edilen biyogaz miktarı 25,47 litre/gündür. Sadece sığır gübresi karışımından ise günlük biyogaz üretimi 11,4 litre/gün olarak tespit edilmiştir. Kısaca %50'lik peynir altı suyu ilavesi materyalin biyogaz üretimini 2,23 kat artırmıştır. Deneme sonucunda farklı karışımlardan elde edilen biyogaz miktarları ve pH değerleri Çizelge 1'de görülmektedir.

Biyogaz üretim değerleri arasında istatistik fark olup olmadığını tespit etmek için veriler Duncan testine tabi tutulmuştur. %1 önem seviyesine göre oluşan gruplar aşağıda Çizelge 1'deki gibidir. Buna göre %40 ve %50'lik karışımlarda istatistik olarak fark saptanamamıştır.

### 4. Tartışma ve Sonuç

Peynir altı suyu kullanılarak yapılmış, literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Özellikle biyogaz çalışmalarında son dönemlerde zirai endüstriyel atıkların daha iyi

değerlendirilebilmesi için birden fazla atığın karıştırılarak daha iyi fermente olması sağlanmaktadır. Bu tip çalışmalara kofermantasyon çalışmaları, kullanılan materyallere de komateryal adını vermekteyiz.

Demirer ve arkadaşları (2001) yaptıkları çalışmada 1 litre peyniraltı suyundan 23,4 litre metan üretilebileceğini bildirmişlerdir. Çalışma 35°C sıcaklıkta 68 günlük bekleme süresinde, beç sistemde laboratuvar koşullarında cam şişelerde gerçekleştirilmiştir.

Yılmaz ve Yenigün (1999) yaptıkları denemede 2 fazlı üreteç kullanarak peynir altı suyunu değerlendirmeye çalışmışlardır. Peynir altı suyu içerisine amonyum bikarbonat ve dipotasyum hidrojen fosfat eklenerek COD:N:P oranı 250:5:1 düzeyine getirilmiştir. Asitleştirme üreticinde 1 gün, ikinci üreteçte 4 gün beklendiğinde parçalanmış COD başına üretilen biyogaz miktarı 0,55 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.

Ghaly (1996) yaptığı denemede 2 fazlı üreteç kullanmıştır. Deneme 25 ve 35°C sıcaklık koşullarında ve 10, 15, 20 günlük bekleme sürelerinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca pH kontrollü ve kontrolsüz olarak peynir altı suyu denemeye alınmıştır. Deneme sonuçlarına göre en fazla biyogaz üretimi pH kontrollü denemelerde elde edilmiştir. 25°C sıcaklık koşullarında en fazla biyogaz üretimi 10 günlük bekleme süresinde gram organik kuru madde başına 83,70 litre biyogaz (%60 CH<sub>4</sub>), 35°C sıcaklık koşullarında en fazla biyogaz üretimi yine 10 günlük bekleme süresinde gram organik kuru madde başına 156,55 litre biyogaz (%60 CH<sub>4</sub>) olarak tespit edilmiştir. Denemede pH derecesi kontrolü metan

Çizelge1. Farklı Peynir Altı Suyu-Sığır Gübresi Karışımlarının Biyogaz Üretim ve pH Değerleri.

| Karışımlar                  | %100 SG  | %5 PAS+<br>%95 SG | %10 PAS+<br>%90 SG | %20 PAS+<br>%80 SG | %40 PAS+<br>%60 SG | %50 PAS+<br>%50 SG | %75 PAS+<br>%25 SG |
|-----------------------------|----------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Biyogaz üretimi (litre/gün) | 11,04 cd | 9,68 d            | 13,55 c            | 17,29 b            | 22,75 a            | 25,47 a            | 11,40cd*           |
| pH (giren)                  | 7,23     | 6,89              | 6,71               | 6,36               | 5,67               | 5,68               | 4,44               |
| pH (çıkan)                  | 6,94     | 6,91              | 6,95               | 7,00               | 7,07               | 7,15               | 5,40               |

PAS= Peynir Altı Suyu, SG= Sığır gübresi

\*: Biyogaz üretimi değerlerinde Duncan testine göre %1 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

üretimini yaklaşık olarak 8,6 kat artırmıştır.

Söz konusu çalışmalarda genellikle peynir altı suyu tek başına fermantasyona tabi tutulmuştur. Ayrıca peynir altı suyunun değerlendirilmesi o ülkenin sahip olduğu teknolojik düzeye ve alt yapı imkanlarına bağlıdır. Özellikle batılı ve gelişmiş ülkelerde peynir altı suyu tam olarak değerlendirildiğinden bu konuda çok fazla çalışma yapılmamıştır.

Yapılan çalışma sonucunda en yüksek biyogaz üretimi %50 peynir altı suyu, %50 sığır gübresi karışımından elde edilmiştir. Fakat %40 ve %50'lik karışımların biyogaz üretimleri arasında %1 önem seviyesinde istatistiksel fark olmadığı saptanmıştır. Peynir altı suyu ilavesi ile biyogaz üretiminde 2,23 katlık artış sağlanmıştır.

Avrupa Birliği ve dünyanın birçok gelişmiş ülkesi çevre kirliliğinin engellenmesi konusunda oldukça kararlı davranışlar sergilemektedirler. Yeraltı ve yerüstü kaynaklarının korunabilmesi için organik atıkların işlenerek çevreye en az zarar verecek şekilde bırakılması gerekliliktir. Biyogaz teknolojisi organik atıkların işlenmesinde, bu atıkların sebep olduğu kirliliğin engellenmesinde ve çevreyle dost olarak enerji eldesinde bir alternatiftir. Ayrıca fosil kökenli enerji kaynaklarının sebep olduğu çevre kirliliğinin ve bunlara olan bağımlılığın azaltılmasında önemli rol oynayabilecek bir teknolojidir.

Ülkemizde de bu tip tesislerin açılarak yaygınlaştırılması ve temiz enerji kaynaklarından daha etkin ve yoğun bir şekilde faydalanılması bir gerekliliktir.

#### Kaynaklar

- Alpkent, Z., Göncü, A., 2003. Peynir suyu ve peynir suyu proteinlerinin gıda, kozmetik ve tıp alanlarında kullanılması. Gıda Mühendisliği Dergisi 15: 26-30
- Anonim, 1998. Biogas and More! (Dergi). Anaerobic Digestion Systems and Markets Overview, IEA Bioenergy, Anaerobic Digestion Activity, Resource Development Associates, Washington DC, USA
- Demirer, G.N., Duran, M., Ergüder, T.H., Güven, E., Uğurlu, Ö. and Tezel, U., 2001. Anaerobic Treatability and Biogas Production Potential Studies of Different Agro-Industrial Wastewaters in Turkey. Biodegradability II: 401-405

- DiE, 2004. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer) 2002. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları
- Evliya, H., 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Sayı:10
- Ghaly, A.E., 1996. A Comparative Study of Anaerobic Digestion of Acid Cheese Whey and Dairy Manure in a Two Stage Reactor. Bioresource Technology 58: 61-72
- Kurt, A., 1990. Süt Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları- Erzurum. Yayın No:573, 398 s
- Özen, N., Çakır, A., Haşımoğlu, S. ve Aksoy, A., 1999. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. T.C. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları: 50, Erzurum.
- Wellinger, A., Edelman, W., Favre, R., Seiler, B. and Worschitz, D., 1984. Biogas Handbuch. Grundlagen Planung Betrieb Landwirtschaftisher Biogasanlagen. Verlag Wirz, Aarau.
- Yılmaz, G. and Yenigün, O., 1999. Two-Phase Anaerobic Treatment of Cheese Whey. Water Science and Technology. Vol.40 No 1: 289-295