



**BİLDİRİLER
PROCEEDINGS
VORTRAEGE**

3

**ULUSLARARASI TARIMSAL
MEKANİZASYON VE ENERJİ SİMPOZYUMU**

**INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
MECHANIZATION AND ENERGY IN AGRICULTURE**

**INTERNATIONALES SYMPOSIUM ÜBER DIE
MECHANISIERUNG UND ENERGIE IN DER
LANDWIRTSCHAFT**

rd

**26-29/10/1987
İzmir - TURKEY**



3.ULUSLARARASI TARIMSAL MEKANİZASYON
VE ENERJİ SİMPOZYUMU BİLDİRİLERİ

PROCEEDINGS OF THE 3rd INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
MECHANIZATION AND ENERGY IN AGRICULTURE

VORTRAEGE FÜR DAS 3. INTERNATIONALE SYMPOSIUM ÜBER
DIE MECHANISIERUNG UND ENERGIE IN DER LANDWIRTSCHAFT

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Mekanizasyon Bölümü

Agricultural Faculty of Ege University
Department of Agricultural Mechanization

Landwirtschaftliche Fakultät der Ege Universität
Institut für Landwirtschaftliche Mechanisierung

26-29.10.1987, İzmir
TÜRKİYE / TURKEY / TÜRKİE

**ERZURUM KOŞULLARINDA
SIĞIR GÜBRESİNDEN BİYOGAZ ELDE ETME OLANAKLARI**

Biogas Production Of Cow Manures In Erzurum Conditions

D.M.ÖZDEN *

ABSTRAKT

Bu deneme, kaynak israfının önlenmesi ve gübrelerin daha iyi değerlendirilmesi amacı ile Erzurum'da yürütülmüştür. Deneme, çevresi curuflla yalıtılmış, 12 m³ kapasiteli aile tipi bir biyogaz tesisinde gerçekleştirilmiştir. Deneme süresince üretim kuyusuna giren materyalin katı madde oranı % 10 dolayında tutulmuştur. Organik materyalin, bakterilerle daha iyi temasını sağlamak, tabakalaşma ve katılaşmayı önlemek için, tesis üzerine basit bir karıştırıcı sistem konulmuştur. Biyogaz üretiminde, deneme süresince sıcaklığa bağlı olarak artış ve azalışlar görülmüştür. Üretim kuyusu sıcaklığı 9-14 °C arasında değişmiş, biyogaz üretimi ise 300-1400 l/gün dolayında gerçekleşmiştir. Gaz üretim denklemi, (X₃=Besleme karışım sıcaklığı, X₄=Üreteç içi sıcaklığı, X₈=Dış ortam sıcaklığı olmak üzere)

$$Y = -23,1 + 3,5 \cdot X_3 + 51,3 \cdot X_4 + 21,5 \cdot X_8$$

olarak bulunmuştur. Denklemin korelasyon katsayısı, r=0,83'tür.

ABSTRACT

This experiment, more effective use of manures and to prevent waste expenditure of energy sources, has been carried out in Erzurum. 12 m³ capacited family type fermentor surrounded by coal ashes. Solid matter content in fermentor was around 10 % during the experiment. Daily manuel mixing applied by simplified system to prevent solid layers and better contact of bacterias with manure. Biogas production increases and decreases recorded versus temperature during the experiment. Temperature changes between 9-14 °C and resulted 300-1400 l/day biogas production. Regression equation is (X₃=Temperature of feeding mixture, X₄=Reactor temperature, X₈=Air temperature)

$$Y = -23,1 + 3,5 \cdot X_3 + 51,3 \cdot X_4 + 21,5 \cdot X_8$$

$$r=0,83$$

* D.M.Ö ZDEN , Ziraat Yüksek Mühendisi , Köy Hizmetleri Erzurum Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

1.GİRİŞ

Bu gün pekçok ülkenin üzerinde önemle durdukları sorunların başında enerji, açlık ve çevre sorunları gelmektedir. Teknolojik gelişmeye paralel olarak hızlı artış gösteren sanayi sektörü büyük bir sorun haline gelen çevre kirlenmesinide beraberinde getirmiştir. Enerji üretiminde en büyük faktörler, elde edilen enerjinin az masrafla üretimi, yenilenebilir kaynaklara dayalı olması ve doğadaki dengeyi bozması, su, hava ve çevre kirliliğine yol açmamasıdır.

Günümüzde giderek önem kazanan alternatif enerji kaynaklarından biyogaz, organik maddelerin anaerobik koşullarda fermentasyonu ile üretilmektedir. Bu işlem sonucu % 40-70 metan ve % 30-50 karbondioksitten oluşan yanıcı bir gaz karışımı elde edilmektedir. Biyogaz üretmek için hemen hemen bütün organik maddeler kullanılabilir. Bu organik maddelerden en yaygın olarak kullanılanları ise bitkisel ve hayvansal artıklardır. Bunlara ek olarak ev artıkları, çeşitli besin endüstrisi artıkları ve şehir artıkları da biyogaz üretiminde kullanılabilecek kaynaklardır.

Bu çalışmada, hayvancılık yönünden büyük bir potansiyele sahip olan Erzurum'da 12 m³ kapasiteli bir tesisten sığır gübresi kullanılarak doğal koşullarda elde edilebilecek gaz miktarları incelenmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

2.1.1 Araştırma Yerinin Tanımı

Araştırma Erzurum ili Ilıca bucağında yürütülmüştür. Yükseltisi 1900 m olan Erzurum ovası doğu-batı yönünde uzunluğu 50 km, genişliği ise ortalama 13 km olan 74000 ha'lık bir alanı kaplamaktadır. Ova doğu, kuzey ve güneyden yer yer 3000 m yi aşan yüksek dağ silsileleri ile çevrilmiştir. Deneme Ilıca bucağında inşa edilen biyogaz tesisinde kurulmuştur.

2.1.2 Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Erzurum ovasında Doğu Anadolunun karakteristik karasal iklimi hakimdir. Kışlar çok soğuk ve uzun, yazlar ise serin ve kısa geçer. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 6 °C 'tur. Kar yağışları önemli yer tutmaktadır. Yüzeyin karla örtülü olduğu günler sayısı 120'dir. Kar yağışlarının ortalama başlangıç tarihi Ekim ayının son haftası, bitiş tarihi ise Nisan'dır. Don olan günlerin sayısı ise ortalama 150 gündür. Ortalama enyüksek sıcaklık 34 °C, endüşük sıcaklık ise -30,1 °C'tur. Toprak sıcaklıkları 5 cm'de 8,9 20 cm'de 8,7 ve 100 cm'de 8.5 °C olmaktadır.

2.1.3 Araştırma Yerinin Tarımsal Yapı ve Üretimi

Erzurum ilinde tarımsal etkinlikler il ekonomisinin başlıca kaynağıdır. 1930'lara kadar kapalı ekonomi şartlarında yaşayan ve 1950'lere kadar da durağan bir özellik gösteren ilde, ekim alanlarını sınırlayan yükselti ve bitkilerin yetişme dönemi ni kısaltan iklim koşulları nedeniyle bitkisel üretim, tarımsal faaliyetler arasında hayvancılığa göre ikinci sırada kalmaktadır. İşlenen arazilerin % 90'ında nadaslı kurru tarım yapılmakta, modern tarım girdileri kullanımında ülke genelinde en alt sıralarda yer almaktadır.

Erzurum ilindeki hayvan varlığı ve bu hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarları Tablo.1'de verilmiştir. Elde edilecek gübre miktarları hesaplanırken sığır-manda'dan 10 kg/gün, koyun-keçi'den 700 kg/yıl ve kümes hayvanlarından 22 kg/yıl gübre elde edilebileceği ve elde edilebilecek biyogaz miktarı hesaplanırken bir sığırdan yılda 90 m³, bir koyundan yılda 50 m³ ve bir kümes hayvanından yılda 2 m³ biyogaz elde edilebileceği varsayımıyla hareket edilmiştir. Ancak yörede hayvan gübresi tezek yapılarak katı yakacak olarak kullanılmaktadır.

Tablo.1 Erzurum İline Ait Hayvan Varlığı ve Elde Edilebilecek Gübre ve Biyogaz Miktarları

Hayvan Cinsi	Hayvan Sayısı (ad)	Elde Edilebilecek Gübre Miktarı (Ton/yıl)	Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	Taşkömürü Eşdeğeri (Ton/yıl)
Sığır+Manda	725377	2647626	62283930	44488
Koyun+Keçi	2210650	1547455	110532500	78952
Kümes Hay.	929362	20446	1858724	1328
TOPLAM			174675154	124768

2.1.4 Biyogaz Tesisinin Özellikleri

Biyogaz tesisi 12 m³ kapasiteli sabit kubbeli aile tipi bir yapıdır. Tesis yer altına yapılmış olup yalıtım malzemesi olarak curuf kullanılmıştır. Üzerine daha sonra bir ahır inşa edilerek kapalı bir ortam içine alınmıştır. Tesis besleme ağızı üretim kuyusu ve denge bacasından oluşmaktadır.(Şekil.1) Ayrıca tabakalaşma ve katılaşmayı önlemek için bir karıştırma düzeni ve giriş kapağı üzerinde örnek almak ve üretim kuyusu sıcaklığını ölçmek için kullanılan bir boru bulunmaktadır. Denge

bacasına bağlantılı ayrı bir kuyu inşa edilerek tesisten çıkan gübrenin burada birikmesi sağlanmıştır.

Tesiste inşaat materyali olarak taş ve tuğla kullanılmış ve tesis katkı maddeli sıvayla gaz ve sıvı yalıtımı sağlanacak biçimde sıvanmıştır. Tesis herhangi bir ısıtma düzeni ile donatılmamıştır.

2.2 Metot

2.2.1 Araştırmanın Yürütülmesinde Uygulanan İşlem ve Yöntemler

İlk dolum işlemi 7/11/1983 tarihinde % 10 katı madde içerecek biçimde yapılmıştır. 9/11/1983 tarihinden itibaren tesisten yanıcı olmayan gaz çıkışı başlamış ve artan oranlarda devam etmiştir. İlk dolum sırasında üretim kuyusu sıcaklığı 17,5 °C olarak ölçülmüştür. 28/11/1983 tarihinde metan oranı yüksek gaz elde edilmiş ve yanma sağlanmıştır. Bu tarihten itibaren üretim kuyusu sıcaklığına bağlı olarak % 10 katı madde içerecek biçimde hazırlanan gübre ile besleme işlemine devam edilmiştir. Kış aylarında da gaz üretimi devam etmiş ancak ölçülen değerler 1/3/1984 tarihinden itibaren kaydedilmeye başlanmıştır. Mart ayı içerisinde üretim kuyusu sıcaklığı 11 °C dolaylarında, elde edilen biyogaz miktarı ise ortalama 315 l/gün olmuştur. Daha sonra elde edilen biyogaz miktarları sıcaklığa bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Sulandırmada kullanılan suya herhangi bir ısıtma işlemi uygulanmamıştır. Günlük beslemelerde, besleme materyali olarak, aynı gün ahır içinden toplanan gübre kullanılmış, gübre içinde bulunan çöp ve samanlar su ile karıştırma sırasında temizlenmiştir.

2.2.2 Gözlem ve Ölçmeler

Denemede biyogaz üretimine yönelik olarak üretim kuyusu sıcaklığı, ahır içi sıcaklığı, beslemede kullanılan suyun, gübrenin ve karışımın sıcaklıkları günlük olarak ölçülmüş, ayrıca dış ortam sıcaklıkları Erzurum Meteoroloji İstasyonundan alınmıştır. Üretilen biyogaz miktarları her gün aynı saatlerde gaz sayacından geçirilerek ölçülmüştür. Üretilen biyogaz karışımından alınan gaz örnekleri Orsat gaz analiz cihazından geçirilerek CH_4 ve CO_2 yüzdeleri bulunmuştur. Ayrıca haftada bir defa üretece giren materyalden, üreteç içinden ve üreteçten çıkan materyalden alınan örnekler üzerinde pH ve katı madde analizleri yapılmıştır.

2.2.3 Analiz ve Değerlendirme Yöntemleri

Gaz analizi Orsat gaz analiz cihazında yapılmıştır. Analizlerde CO_2 'nin emilmesinde KOH çözeltisi, O_2 'nin emilmesinde Pyragallol çözeltisi kullanılmış, CH_4 o-

ranı hesap yoluyla bulunmuştur.

Gübre analizlerinden % Kuru madde, 65 °C'ta sabit ağırlığa gelinceye kadar (en az 48 saat) etüvde bekletilerek, % Sabit katı madde ve uçucu katı madde kuru örnekte 700 °C'ta yarım saat yakılarak hesaplanmıştır.

Denemede üreteç içi sıcaklığı ile günlük biyogaz üretimi arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Ayrıca üreteç içi sıcaklığı, ahır içi sıcaklığı, dış ortam en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklıkları arasındaki ilişkileri veren regresyon denklemleri bulunmuştur.

3. BULGULAR

17 ay (518 gün) devam eden bu çalışmada çevre faktörlerinin biyogaz üretimine olan etkileri araştırılmıştır. Biyogaz üretimine ait frekans değerler Tablo.2' de verilmiştir.

Tablo.2 Biyogaz Verimlerinin Frekansları

Sınıf Değerleri	Frekans	Yüzde	Eklemeli	
			Frekans	Yüzde
50-150	3	0,58	3	0,58
150-250	17	3,28	20	3,86
250-350	22	4,24	42	8,11
350-450	68	13,13	110	21,24
450-550	75	14,48	185	35,71
550-650	42	8,11	227	43,82
650-750	44	8,49	271	52,32
750-850	33	6,37	304	58,69
850-950	35	6,76	339	65,44
950-1050	34	6,56	373	72,01
1050-1150	34	6,56	407	78,57
1150-1250	37	7,14	444	85,71
1250-1350	45	8,69	489	94,40
1350-1450	12	2,32	501	96,72
1450-1550	8	1,53	509	98,26
1550-1650	3	0,58	512	98,84
1650-1750	6	1,16	518	100,00

Üreteç içi sıcaklığı ile, buna etki eden bazı değişkenler arasındaki ilişkileri veren regresyon denklemleri Tablo.3' te verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı gibi üreteç içi sıcaklığını, beslemede kullanılan su, gübre sıcaklıkları ve karışım sıcaklığı, ahır içi sıcaklığı, dış ortam en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklıkları belirlemektedir. Bağımsız değişkenler arasında üreteç içi sıcaklığını en fazla etkileyen

ahır içi sıcaklığı olmuştur. Denklemlerde kullanılan simgelerin anlamları şöyledir.

- X_1 = Beslemede kullanılan suyun sıcaklığı
 X_2 = Beslemede kullanılan gübrenin sıcaklığı
 X_3 = Beslemede kullanılan karışımın sıcaklığı
 X_4 = Üreteç içi sıcaklığı
 X_5 = Ahır içi sıcaklığı
 X_6 = Dış ortam en yüksek sıcaklığı
 X_7 = Dış ortam en düşük sıcaklığı
 X_8 = Dış ortam ortalama sıcaklığı

Tablo.3 Üreteç İçi Sıcaklığına Etki Eden Faktörler ve Regresyon Denklemleri

Bağımlı Değişken (Y)	Bağımsız Değişken (X)	Determinasyon Katsayısı (r^2)	Korelasyon Katsayısı (r)	Regresyon Denklemi
X_4	X_1	0,063	0,252	$Y = 11,26 + 0,04 \cdot X_1$
	X_2	0,276	0,525	$Y = 8,48 + 0,27 \cdot X_2$
	X_3	0,161	0,402	$Y = 10,45 + 0,12 \cdot X_3$
	X_5	0,514	0,717	$Y = 5,18 + 0,31 \cdot X_5$
	X_6	0,300	0,548	$Y = 10,85 + 0,08 \cdot X_6$
	X_7	0,241	0,491	$Y = 11,85 + 0,09 \cdot X_7$
	X_8	0,269	0,518	$Y = 11,35 + 0,09 \cdot X_8$

Denemeden elde edilen biyogaz miktarları ile deneme süresince ölçülen dört adet değişken arasında yapılan çoklu regresyon analizinden elde edilen sonuçlar şöyledir.

Sıra	Değişken Adı	Ortalama	Standart Sapma
Y	Biyogaz miktarı	785,39	365
X_3	Besleme karışım sıcaklığı	12,46	6,11
X_4	Üreteç içi sıcaklığı	11,99	1,91
X_5	Ahır içi sıcaklığı	21,57	4,28
X_8	Dış ortam sıcaklığı	6,91	10,64

1. Basamak : Analize alınan değişken , X_8

$$Y = 595,73 + 27,43 \cdot X_8$$

$$r^2 = 0,63$$

$$r = 0,79$$

2. Basamak : Analize alınan değişken , X_4

$$Y = -4,53 + 52,84 \cdot X_4 + 22,56 \cdot X_8$$

$$r^2 = 0,69$$

$$r = 0,83$$

3. Basamak : Analize alınan değişken , X_3

$$Y = -23,16 + 3,5 \cdot X_3 + 51,31 \cdot X_4 + 21,59 \cdot X_8$$

$$r^2 = 0,69$$

$$r = 0,83$$

Gaz verimi ile diğer değişkenler arasındaki ilişki % 95 ve % 99 olasılıkla önemli çıkmaktadır.

Biyogaz üretimini etkileyen faktörlerden katı madde, pH ve organik madde gibi değişkenler kolaylıkla kontrol altına alınabilmekte, ancak sıcaklık kontrol edilememektedir. Bunun için bazı ek önlemler almak gerekmektedir. Erzurum yöresinde biyogazın başarısı sıcaklık etkeninin kontrol edilmesine bağlıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1 Sonuç

Erzurum koşullarında 518 gün devam eden bu denemede herhangi bir ısıtma işlemi uygulamadan sürekli biyogaz üretimi sağlanmıştır. Yapılan analizlerde biyogaz üretimine tamamen kontrol edilemeyen değişkenlerin etkili olduğu, sıcaklık değerleri arttıkça biyogaz üretimininde arttığı tesbit edilmiştir.

Deneme süresince pH değeri 6,8-7,0 arasında değişmiştir. Tesisten elde edilen biyogazın metan ve karbondioksit oranları sırasıyla % 60-70 ve % 30-40 dolaylarında olmuştur.

Deneme süresince üreteç içi içi sıcaklığı 9-15 °C arasında değişmiş, elde edilen biyogaz miktarları ise, Mart-1984'te ortalama 315,5 l/gün ile en düşük olmuş, Temmuz-1985'te ise 1418,0 l/gün ile en yüksek değere ulaşmıştır.

4.2 Öneriler

Nüfusunun büyük bir bölümü kırsal kesimde yaşayan ve geçimini tarımsal faaliyetlerle sağlayan ülkemizde, biyogaz üretimi hem gübre kaynağı ve hem de enerji üretme yönünden önem taşımaktadır. Uygun biyogaz tesislerinin yaygınlaştırılması ve uygulamada gösterilecek dikkat ile biyogazın ekonomiye katkı sağla- yacağı açıktır. Ancak biyogaz üretimi önemli bir biyolojik sürece dayanmaktadır.

Bu sürecin şartları uygun olarak yerine getirilmediğinde, beklenen faydaya ulaşamaz. Bu şartlar, uygun sıcaklık, havasız ortam, yeterli cins ve miktarda materyal, uygun pH, toksit maddelerin bulunmayışı veya oldukça düşük yoğunlukta bulunması ve gübrenin uygun oranlarda su ile karıştırılmalıdır.

Erzurum yöresinde kurulacak biyogaz tesislerinde en önemli sorun, tesisi ekonomik gaz üretimini sağlayacak sıcaklığa getirmek ve o sıcaklıkta tutmaktır. Bu nedenle biyogaz uygulamalarında şu hususlara dikkat edilmelidir.

1. Tesisler kesinlikle ahır içinde, yer altında ve ahır tabanına yakın olarak inşa edilmelidir.
2. Tesisler taban suyundan uzak olmalıdır.
3. İnşaat sırasında ısı kayıplarını önleyecek biçimde yalıtım yapılmalıdır.
4. Çiftçi koşulları dikkate alındığında beslemede kullanılan suyun ısıtılarak uygulanması olanaksızdır. Bu nedenle gübrenin bekletilmeden ve doğal sıcaklığını kaybetmeden uygulanması önerilebilir.
5. Gübre içerisindeki çöp ve saman mümkün olduğu ölçüde temizlenmelidir.
6. Tesisin biriktirme havuzuna açılan kısımları ve denge bacasında yalıtım sağlanmalıdır.
7. Tesisler biyogaz konusunda bilgilendirilmiş kişilerce işletilmelidir.
8. Tesisler iyi bir karıştırıcı düzen ile donatılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Bilir, M., Y.Deniz, E.Karabay, N.Bilgin, 1984. Ankara Koşullarında 12 m³ Kapasiteli TOPRAKSU Tip A Biyogaz Tesisinde Sığır Gübresinin Biyogaz Verimi. Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No:101 Rapor Seri No:41 ANKARA
- D.İ.E., 1983. Tarımsal Yapı ve Üretim. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü
- D.M.İ., 1974. Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni. Başbakanlık Basımevi. ANKARA
- Köy Hizmetleri., 1985. Erzurum Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Araştırma Raporları. Genel Yayın No:6 Rapor Seri No:5 ERZURUM
- Park, Y.D., 1981. Kore'de Biyogazla İlgili Araştırma ve Geliştirme Çalışmaları. Uluslararası Biyogaz Semineri. D.P.T-SEGEM-UNİCEF. ANKARA