



T.C.
TARIM ORMAN VE KÖY İŞLERİ BAKANLIĞI
KÖY HİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Erzurum Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü Yayınları

Genel Yayın No : 17
Rapor Serisi No : 14

ERZURUM KOŞULLARINDA 12 m³ KAPASİTELİ
BİYOGAZ TESİSİNDE SIĞIR GÜBRESİNİN
GAZ VERİMİ

Dursun Murat ÖZDEN
Ziraat Yüksek Mühendisi

Erzurum — 1988

TARIM ORMAN VE KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI
KÖY HİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Erzurum Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü Yayınları

Genel Yayın No : 17

Rapor Seri No : 14

ERZURUM KOŞULLARINDA 12 m³ KAPASİTELİ
BİYOGAZ TESİSİNDE SIĞIR GÜBRESİNİN
GAZ VERİMİ

Dursun Murat ÖZDEN
Ziraat Yüksek Mühendisi

ERZURUM - 1988

Ö N S Ö Z

Dünyada son yıllarda ortaya çıkan enerji açığı, sanayileşmiş ülkelerin yanı sıra zengin fosil yakıtlarından yoksun, gelişmekte olan ülkelerin ekonomisini de olumsuz yönde etkilemekte ve bu nedenle yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yapılan çalışmalar önem kazanmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde, tarımsal üretimden arta kalan hayvansal ve bitkisel artıkların, tarım topraklarına gübre olarak verilmesini sağlamak, kırsal kesimin enerji ihtiyacının bir bölümünü karşılamak ve ayrıca çevre kirliliğini önlemek amacıyla biyogaz üretimi, önemli bir yere sahiptir.

Biyogaz tesislerinin ülke düzeyinde yaygınlaştırılmasıyla çok yönlü yararlar sağlanabilecektir. Bunun için de, ülke koşullarında, biyogazla ilgili araştırma çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir.

Bu amaçla Enstitümüzde sığır gübresinin doğal koşullardaki biyogaz verimini saptamak amacıyla bir proje yürütülmüş ve sonuçları bu raporda verilmiştir. Raporun, biyogaz konusunda araştırma ve yatırım yapacak kişi ve kuruluşlara yararlı olacağı kanaatiyle, araştırmanın yürütülmesi ve sonuçlandırılması çalışmalarına emeği geçen elemanlarımızı kutlar, başarılarının devamını dilerim.

Dr.Ferzan AVŞAR
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

KISA ÖZET

Sayfa No

1. GİRİŞ.....	9
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
3. MATERYAL ve METOT.....	12
3.1 Materyal.....	12
3.1.1 Araştırma Yerinin Tanımı.....	12
3.1.2 Araştırma Yerinin İklim Özellikleri.....	12
3.1.3 Araştırma Yerinin Tarımsal Yapı ve Üretimi.....	12
3.1.4 Biyogaz Tesisinin Özellikleri.....	14
3.2 Metot.....	16
3.2.1 Araştırmanın Yürütülmesinde Uygulanan İşlem ve Yöntemler	16
3.2.2 Gözlem ve Ölçmeler.....	16
3.2.3 Analiz ve Değerlendirme Yöntemleri.....	16
4. BULGULAR ve TARTIŞMASI.....	18
4.1 Bulgular.....	18
4.2 Tartışma.....	24
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	25
5.1 Sonuç.....	25
5.2 Öneriler.....	26
6. ÖZET.....	28
7. SUMMARY.....	29
8. YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	30

KISA ÖZET

Bu çalışma hayvancılık yönünden büyük bir kapasiteye sahip olan Erzurum ilinde, sığır gübresinden biyogaz elde etme olanaklarının araştırılması amacıyla 12 m³ kapasiteli bir biyogaz tesisinde 1984 - 1985 yıllarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada sıcaklıklar dışında diğer değişkenler kontrol altına alınmaya çalışılmış ve üretim kuyusu sıcaklığına etki eden değişkenlere ait regrasyon denklemleri bulunmuştur. Ayrıca biyogaz üretimine etkili olduğu düşünülen dört değişken kullanılarak yapılan çoklu regrasyon analizinde üretime en çok etki eden üç adedi kullanılarak biyogaz üretim denklemi bulunmuştur.

$$Y = - 23,15 + 3,5. X_3 + 51,3. X_4 + 21,5. X_8$$

Denklemden X_3 , beslemede kullanılan karışımın sıcaklığı, X_4 , üreteç içi sıcaklığı, X_8 ise dış ortam ortalama sıcaklığını göstermektedir. Denklemin korelasyon katsayısı 0,83'tür.

Deneme süresince üreteç içi sıcaklığı 9 - 15 °C arasında değişmiş ve tesisten metan ve karbondioksit oranları sırasıyla % 60 - 70 ve % 30 - 40 olan biyogaz elde edilmiştir.

1. GİRİŞ

Son yıllarda çoğu tarımsal artıklardan olmak üzere çeşitli çeşitli artıklardan enerji üretimi, enerji darlığı olan bütün ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de dikkatleri üzerine çeken bir konu olmuştur.

Bugün pek çok ülkenin üzerinde önemle durdukları sorunların başında enerji, açlık ve çevre sorunları gelmektedir. Teknolojik gelişime paralel olarak hızlı artış gösteren sanayi sektörü büyük bir sorun haline gelen çevre kirlenmesini de beraberinde getirmiştir. Enerji üretiminde en büyük faktörler, elde edilen enerjinin az masrafla üretimi, ekonomik olması, yenilenebilir kaynaklara dayalı olması ve doğadaki dengeyi bozmaması, 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. Bitkisel ve hayvansal artıklara ek olarak ev artıkları, çeşitli besin endüstrisi artıkları ve şehir artıkları da biyogaz üretiminde kullanılabilir kaynaklardır.

Biyogaz üretiminin karlılığı, her ülkenin ekonomik şartlarına, diğer yakıtların maliyetine, ülkenin iklimine ve kullanılacak organik artık kaynakları gibi faktörlere bağlıdır.

Organik artıkların anaerobik fermentasyonu ile elde edilen biyogazın kullanımı, özellikle 3. Dünya ülkelerinde hızla yaygınlaşmaktadır. Isınma ihtiyacının % 30 - 40 kadarının odun ve tezek gibi ticari olmayan yakıtlardan sağlandığı Türkiye, biyogaz üretiminde kullanılabilir çeşitli bitkisel ve hayvansal artıklar bakımından oldukça zengin kaynaklara sahiptir. (Çağlar, 1981)

Organik artıkların yakılmasını önleyerek, artıkların gübre değerini artıran, kolay temin edilebilen, ucuz, kullanma alanı geniş ve temiz enerji kaynağı olarak en uygun yol "Biyogaz" üretimidir. Organik artıkların oksijensiz koşullar altında mikrobiyal ayrışması sonucu metan üretimini esas alan bir yöntemle üretilen biyogaz, başta gübre değeri olmak üzere, enerji ihtiyacının büyük bir kısmını da karşılayabilmesi nedeniyle kırsal kesimde üretilerek kullanılabilir en uygun enerji görünümündedir. (Kırımhan, 1981).

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. LİTERATÜR ÖZETİ

Kaçar, (1986), 'da belirtildiğine göre, anaerobik fermentasyon sonunda gübredeki kuru maddenin % 33'ü yitmekte, ancak kuru maddenin % 26'sı gaz şekline dönüşüp değerlendirilebildiğinden gerçek yitme oranı % 7'ye düşmüktedir.

Alibaş, (1985), yaptığı çalışmada, biyogazdan elde edilen net enerji değerinin dış ortam sıcaklığına büyük oranda bağlı olduğunu, belirli sıcaklıklarda faaliyet gösteren bakteri gruplarının istediği optimum sıcaklıklar sağlanmadığı zaman, gaz üretiminin sıcaklığa bağlı olarak düştüğünü bildirmektedir.

Park, (1981), Isıtıma ve karıştırma sistemleri bulunan 137 m³'lük bir tesis-ten günde ortalama 229 m³ biyogaz elde edilmiştir. Sindirici tankın sıcaklığı 34.2 °C ve elde edilen biyogazın metan ve karbondioksit oranları ise sırasıyla % 58.2 ve % 41.6'dır.

Deniz ve Ark, (1985), % 10 katı madde içeren sığır gübresinde günlük biyogaz üretimi ile üretim kuyusu sıcaklığı arasındaki ilişkiyi incelemişler ve $X, ^\circ\text{C}$ olarak üretim kuyusu sıcaklığı, Y değeri ise 12 m³'lük sabit kubbeli bir biyogaz tesisinden günlük olarak üretilen biyogaz miktarı olmak üzere $\ln Y = 6.1388 + 0.1274 \cdot X$ regresyon denklemini bulmuşlardır.

Bilir ve Ark, (1984), 'te bildirdiğine göre Young Dea Park adlı araştırmacı, Güney Kore'de sığır gübresinde sıcaklığın biyogaz verimine etkisini bulmak amacı ile yaptığı bir çalışmada Tablo. 1'deki sonuçları elde etmiştir.

Bilir ve Ark, (1984), Ankara koşullarında 12 m³ kapasiteli bir tesis ile yaptıkları bir araştırmada, üretim kuyusu sıcaklığının en düşük olduğu Şubat ayında (9 °C), birim m³ üretim kuyusu hacmi başına 0.121 m³ ve en yüksek olduğu Ağustos ayında (20 °C), ise 0.494 m³ biyogaz elde etmişler, ayrıca taze ve fermante olmuş gübrelerin bitki besin maddeleri yönünden nasıl bir değişime uğradığını saptamışlar ve sıcaklığa bağlı olarak günlük ortalama gaz üretimi ile ilgili Tablo 2.'deki sonuçları bulmuşlardır.

Tablo 1- Sığır Gübresinin Değişik Bekleme Süreleri ve Değişik Sıcaklıklardaki Biyogaz Verimi.

Table 1- Biogaz Production Under Various Temperatures and Waiting Period of Cow Manure.

Üretim Kuyusu Sıcaklığı(°C)	Optimum Bekleme Süresi (Gün)	Hacim Başına Üretilen Biyogaz (1/1/gün)
15	60	0,24
20	45	0,42
25	35	0,48
30	30	0,58
35	30	0,65

Tablo 2- Sıcaklığa Bağlı Olarak Günlük Ortalama Gaz Üretimi

Table 2- Daily, Average Gas Production Related With Temperature.

Ortalama Sıcaklığı (°C)	Birim Hacim Başına Gaz Üretimi (m ³ /m ³ /gün)	Bekleme Süresi (gün)	Günlük Besleme Miktarı (m ³)
9	0,121	60	0,200
10	0,138	60	0,200
11	0,156	60	0,200
12	0,178	60	0,200
13	0,202	60	0,200
14	0,230	60	0,200
15	0,261	60	0,200
16	0,297	60	0,200
17	0,339	45	0,266
18	0,383	45	0,266
19	0,435	45	0,266
20	0,494	45	0,266

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma Yerinin Tanımı

Araştırma Erzurum ili Ilıca bucağında yürütülmüştür. Yükseltisi 1900 m'ı olan Erzurum ovası doğu-batı yönünde uzunluğu 50 km genişliği ise ortalama 13 km. olan 74.000 ha'lık bir alanı kaplamaktadır. Ova doğu, kuzey ve güneyden yer yer 3.000 m'yi aşan yüksek dağ silsileleri ile çevrilmiştir. (Köy Hizmetleri, 1985). Deneme Ilıca Yavuz Selim Yatılı Bölge Okulu arazisi içinde inşa edilen biyogaz tesisinde kurulmuştur.

3.1.2 Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Erzurum ovasında Doğu Anadolu'nun karakteristik karasal iklimi hakimdir. Kışlar çok soğuk ve uzun, yazlar ise serin ve kısa geçer. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 6 °C'dir Kar yağışları önemli yer tutmaktadır. Yüzeyin karla örtülü olduğu gün sayısı 120' dir. Kar yağışlarının ortalama başlangıç tarihi Ekim ayının son haftası, bitiş tarihi ise Nisandır. Don olan günlerini sayısı ise ortalama 150 gündür. Ortalama en yüksek sıcaklık 34 °C, en düşük 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. Bölgede gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkı çok azdır.

Erzurum iline ait uzun yıllar iklim verileri Tablo 3 ' te verilmiştir.

3.1.3 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 sınırlandıran yükselti ve bitkilerin yetiştirme dönemini kısıltan iklim koşulları nedeniyle bitkisel üretim, tarımsal faaliyetler arasında hayvancılığa göre ikinci sırada kalmaktadır. İşlenen arazilerin % 90'ında nadasız kuru tarım yapılmakta, modern tarım girdileri kullanımında, ülke genelinde en alt sıralarda yer almaktadır. Daha çok buğday, çavdar, yonca, fiğ ve ayçiçeği yetiştirilmektedir. Dere kenarlarının sulabilir kesimlerinde ve taban suyunun yüzeye yakın olduğu taban arazilerinde çayır alanlarına rastlanır. Sebzeçilik ve meyvecilik ilin iklimiyle uyumlu bölgelerinde bulunduğu kuzeybatı kesimlerinde yapılmaktadır. (Köy Hizmetleri, 1985).

Erzurum ilinde hayvan varlığı ve bu hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarları Tablo 4' te verilmiştir. Elde edilebilecek gübre miktarı 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 biyogaz elde edilebileceği varsayımıyla hareket edilmiştir. (Kırımhan, 1981). ancak yörede hayvan gübresi tezек yapılarak yakacak olarak kullanılmaktadır.

Tablo 3- Erzurum Meteoroloji İstasyonu Uzun Yıllar (Ortalama) İklim Verileri (D.M.L., 1974).
Table 3- Long-Period (Average) of Climatological Data of Erzurum.

Table 3- Long-Period (Average) of Climatological Data of Erzurum.														Yıllık Ortalama
METEOROLOJİK ELEMENLAR		A Y L A R												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
(1)	Ortalama	-8.3	-7.0	-0.3	5.1	10.9	15.0	19.1	19.6	14.9	8.6	2.0	-5.1	6.0
	En Yüksek	8.0	10.6	17.8	23.5	29.6	32.2	34.0	34.0	31.4	26.8	20.7	12.3	34.0
	En Düşük	-30.1	-27.5	-24.8	-18.5	-6.4	-3.2	1.0	1.2	-3.8	-12.0	-25.6	-28.0	-30.1
(2)	5 cm	-3.7	-4.2	0.7	7.6	13.2	18.7	23.1	22.9	17.0	9.0	3.5	-1.7	8.9
	10 cm	-2.2	-2.8	0.3	7.9	12.6	19.0	24.0	23.1	17.2	10.1	4.4	-0.4	9.4
	20 cm	-2.6	-3.4	-0.0	6.7	12.2	17.4	21.9	21.8	16.8	9.7	4.7	-0.4	8.7
	50 cm	-0.4	-2.0	-0.6	2.0	9.6	15.4	18.3	20.4	17.6	11.1	4.6	2.2	8.2
	100 cm	2.7	1.5	1.1	3.2	7.5	11.8	14.8	16.8	16.1	12.5	8.5	5.3	8.5
Toprak Üstü Düşük Sıcaklık Ort.(°C)		-11.1	-13.5	-6.8	-0.7	3.8	5.8	9.6	9.4	4.9	0.7	-2.5	-8.9	-0.8
Yağış (mm) (3)		25.7	30.2	40.0	53.5	75.8	53.7	29.7	18.6	27.1	46.7	35.9	23.6	460.5
Basınç (mb) (4)		810.0	809.2	809.1	810.4	812.0	811.7	810.6	811.7	813.3	815.0	814.2	812.2	811.6
Nisbi Nem (%) (5)		76	75	74	65	60	56	50	46	49	60	71	75	63
Ort.Rüzgar Hızı (m/sn) (6)		2.0	2.2	2.4	2.9	3.0	2.8	3.1	3.0	2.6	2.5	2.2	1.9	2.6

(1) Air temperature, (2) Soil temperature, (3) Precipitation, (4) Pressure, (5) Relative humidity, (6) Wind speed (m/sec)

Tablo 4- Erzurum İline Ait Hayvan Varlığı ve Elde Edilebilecek Gübre ve Biyogaz Miktarları

Table 4- Expected Manure and Biogas Amount Depending on Existing Animals in Erzurum Province

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

(X) D.İ.E, 1983

3.1.4 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 tesis kapalı bir ortam içine alınmıştır. Biyogaz tesisinin inşa edildiği yer taban arazisi olup, taban suyu ilkbahar aylarında tesis tabanına 30 cm kadar yaklaşmaktadır. (Şekil.1).

Tesis besleme ağzı, üretim kuyusu ve denge bacasından oluşmaktadır. Ayrıca tabakalaşma ve katılaşmanın önlenmesi 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 maddesi sıvı ile gaz ve sıvı yalıtımı sağlanacak biçimde sıvanmıştır. Tesis her hangi bir ısıtma düzeniyle donatılmamıştır. Kapaktan itibaren yerleştirilen borularla, üretilen gaz ahır bitişik olan biyogaz laboratuvarına alınmış, kapağa yakın bir yere bir adet su toplama kabı yerleştirilmiştir.



Şekil. 1 12 m³ Kapasiteli Biyogaz Tesisi

3.2. Metot

3.2.1 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 oranlarla 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 litre/gün olmuştur. Daha sonra elde edilen biyogaz miktarları sıcaklığa bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Sulandırmada kullanılan suya her hangi bir ısıtma işlemi uygulanmamıştır. Günlük beslemelerde, besleme materyali olarak, aynı gün ahır içinden toplanan gübreler kullanılmış, gübre içinde bulunan çöp ve samanlar su ile karıştırma işlemi sırasında temizlenmiştir.

3.2.2 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. Biyogaz ölçümü için havagazı işletmelerinin kullandığı sayaçlardan yararlanılmıştır.

Üretilen biyogaz karışımından alınan gaz örnekleri orsat gaz analiz cihazından analiz edilerek CH₄ ve CO₂ yüzdeleri bulunmuştur. Ayrıca haftada bir kere üreteci giren materyalden, üreteç içinden ve üreteçten çıkan materyalden alınan örnekler üzerinde pH ve katı madde analizleri yapılmıştır.

3.2.3 Analiz ve Değerlendirme Yöntemleri

Denemede Uygulanan Analiz Yöntemleri Şunlardır:

1. Gaz Analizi : Gaz analizleri biyogaz laboratuvarında Orsat Gaz analiz cihazında yapılmıştır. Analizlerde CO₂'nin emilmesinde Pyragallol çözeltisi kullanılmış, CH₄ oranı hesap yoluyla bulunmuştur. (Bilgin, 1984).

2. Gübre Analizleri :

- % 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. (Bilgin, 1984).

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.

4. BULGULAR VE TARTIŞMASI

4.1 Bulgular

17 ay (518 gün) devam eden bu denemede çevre faktörlerinin biyogaz üretimine olan etkileri araştırılmıştır. Biyogaz üretimine ait frekans değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5- Biyogaz Verimlerinin Frekansı (518 günlük)

Table 5- Frequency of Biogas Profits

Sınıf Değerleri 1/gün	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	1,56	509	98,28
1550-1650	3	0,58	512	98,86
1650-1750	6	1,16	518	100,00
TOPLAM	518	100,00		

Aylara göre ortalama değerler Tablo 6.'da verilmiştir. Tablo incelendiğinde biyogaz üretiminin kış aylarında, üreteç içi sıcaklığı ile beraber azaldığı, yaz aylarında ise artarak Ağustos ayında en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. pH değerleri 7 dolaylarındadır. Üretilen biyogazın metan ve karbondioksit yüzde değerleri ise sırasıyla % 60-70 ve % 30-40 dolaylarındadır.

Tablo 6- Aylara Göre Ortalama Değerler

Table 6- Mean Values According to Months

		pH	% Katı Madde			% Organik Madde				% CO ₂	% CH ₄
Mart	315,51	6,8	8,46	4,74	5,03	73,86	73,71	77,26	10,61		
Nisan	573,50	7,0	9,74	6,34	6,48	73,67	76,73	83,67	11,35		
Mayıs	909,50	7,0	8,83	6,13	4,88	72,64	79,29	76,47	11,79	32,94	67,06
Haziran	1176,83	7,0	8,74	5,67	6,63	74,23	76,94	82,94	12,39	27,37	72,63
Temmuz	1199,48	6,9	8,58	6,45	7,08	75,03	78,87	83,08	13,52	33,62	66,38
Ağustos	1249,09	6,8	8,60	6,10	6,66	70,98	75,64	76,96	14,58	38,56	61,44
Eylül	876,46		8,20	5,91	6,79	68,21	66,21	68,06	13,47	39,72	60,28
Ekim	816,35		8,91	5,52	6,82	73,69	73,45	79,82	14,73	38,24	61,76
Kasım	564,43		10,00	6,09	6,95	75,21	81,45	81,73	13,66	38,85	61,15
Aralık	448,54		8,58	6,17	6,06	71,28	78,27	73,89	11,63	35,42	64,58
Ocak	458,80		9,18	5,90	6,10	67,66	79,11	75,41	10,61	36,96	63,06
Şubat	409,28		9,58	5,73	6,17	83,65	76,66	76,53	10,04	35,95	64,05
Mart	366,06		9,68	5,56	5,72	84,66	80,48	81,17	9,49		
Nisan	591,73		10,11	6,07	5,62	85,35	78,19	78,25	9,41		
Mayıs	860,70		9,93	7,11	6,89	73,7	73,14	77,38	9,78		
Haziran	1085,03		10,95	7,06	7,37	74,87	75,69	74,75	11,65		
Temmuz	1418,03		10,33	6,49	6,39	75,48	73,87	74,10	14,69		

Biyogaz üretimini etkileyen ondört değişken arasındaki korelasyon Tablo. 7' de verilmiştir. Tablo'da kullanılan kısaltmaların 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
 X_9 : Üretece giren katı madde oranı
 X_{10} : Üreteçten çıkan katı madde oranı
 X_{11} : Üreteç içi katı madde oranı
 X_{12} : Üretece giren kül oranı
 X_{13} : Üreteç içi kül oranı
 X_{14} : Üreteçten çıkan kül oranı

Üreteç içi sıcaklığı ile, buna etki eden bazı değişkenler arasındaki ilişkileri veren regresyon denklemleri Tablo. 8'de verilmiştir.

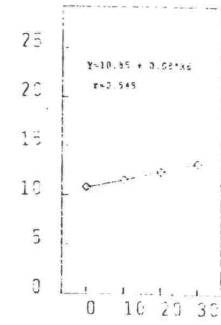
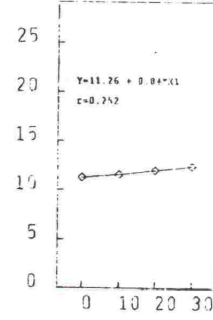
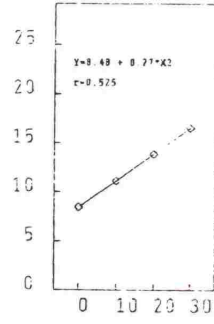
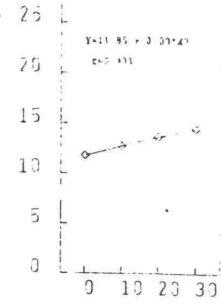
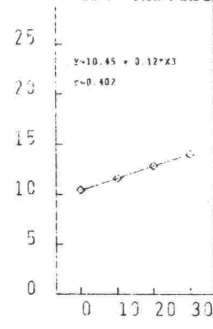
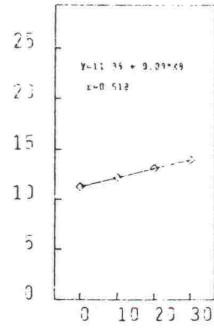
Tablo 8. Üreteç İçi Sıcaklığına Etki Eden Faktörler ve Regresyan Denklemleri
Table 8. Some Factors Influence on Reactor Temperature and Regression Equations

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

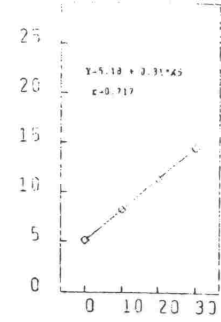
Tablo - 7. Değişkenler Arasındaki Korelasyon (518 günlük)

Table - 7. Correlation Matrix

Değişkenler	Gaz	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄
Gaz	1,0														
X ₁	0,406	1,0													
X ₂	0,564	0,613	1,0												
X ₃	0,508	0,934	0,748	1,0											
X ₄	0,637	0,251	0,525	0,402	1,0										
X ₅	0,589	0,423	0,662	0,549	0,717	1,0									
X ₆	0,810	0,472	0,661	0,530	0,547	0,605	1,0								
X ₇	0,761	0,498	0,667	0,557	0,491	0,558	0,948	1,0							
X ₈	0,798	0,494	0,669	0,550	0,518	0,590	0,988	0,970	1,0						
X ₉	0,008	-0,07	0,004	-0,59	-0,13	-0,20	0,038	0,038	0,039	1,0					
X ₁₀	0,266	0,074	0,035	0,088	0,042	-0,03	0,244	0,239	0,247	0,295	1,0				
X ₁₁	0,298	-0,11	0,137	-0,06	0,285	0,219	0,330	0,279	0,314	0,273	0,464	1,0			
X ₁₂	0,229	0,213	0,299	0,313	0,376	0,368	0,189	0,170	0,183	-0,20	-0,02	0,005	1,0		
X ₁₃	0,080	0,060	0,227	0,088	0,130	0,249	0,193	0,184	0,198	-0,13	-0,04	-0,01	0,363	1,0	
X ₁₄	0,044	0,034	0,039	0,052	0,039	0,016	0,071	0,061	0,073	-0,01	-0,16	-0,17	0,362	0,363	1,0



Tablo 8.'de görüldüğü gibi, üreteç içi sıcaklığına; 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. Denklemlere ait grafikler yukarıda verilmiştir.



Denemede 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	365,00
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 ortalama sıcaklığı	6,91	10,64

- 1. Basamak : Analize alınan değişken, X₈

Değişkenler	Regresyon	Standart Hata	F (1,516)
X ₈	27,43	0,906	916,23
Sabit	595,73		

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

$$r^2 = 0,63$$

$$r = 0,79$$

- Varyans analiz tablosu

	S.D	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Regresyon	1	44064403,7	44064403,7	916,2 ^{xx}
Hata	516	24815886,5	48092,8	
Toplam	517	68880290,2		

- 2. Basamak : Analize alınan değişken, X₄

Değişkenler	Regresyon	Standart Hata	F (1,515)
X ₄	52,84	5,4	95,7
X ₈	22,56	0,9	540,5
Sabit	-4,53		

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

$$r^2 = 0,69$$

$$r = 0,83$$

- Varyans analiz tablosu :

	S.D	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Regresyon	2	47953512,9	23976756,4	590,0 ^{xx}
Hata	515	20926777,2	40634,5	
Toplam	517	68880290,2		

- 3. Basamak : Analize alınan değişken, X_3

Değişkenler	Regresyon	Standart Hata	F (1,514)
X_3	3,50	1,748	4,02
X_4	51,31	5,440	88,97
X_8	21,59	1,080	399,68
Sabit	-23,16		

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

$$r^2 = 0,69$$

$$r = 0,83$$

- Varyans analiz tablosu :

	S.D	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Regresyon	3	48115949,9	16038649,9	397,0 ^{xx}
Hata	514	20764340,2	40397,5	
Toplam	517	68880290,2		

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

4.2 Tartışma

Biyogaz üretimini etkileyen faktörlerden katı madde, pH ve organik madde gibi değişkenler kolaylıkla kontrol altına alınabilmekte, ancak sıcaklık kontrol edilememektedir. Erzurum koşullarında biyogazın başarısı sıcaklık etkeninin kontrol edilmesine bağlıdır.

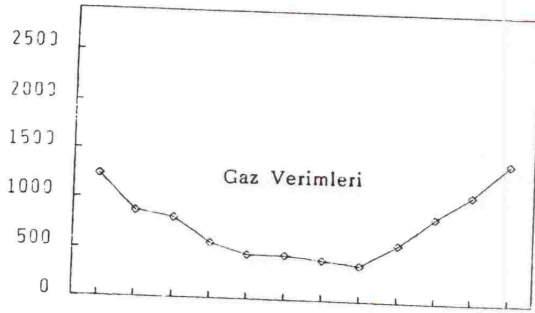
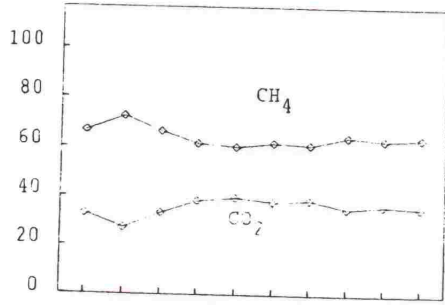
Denemede sıcaklık değişimi 9 - 15 °C arasında olmuştur. En sıcak aylarda bile üreteç içi sıcaklığı 15 °C 'un üzerine çıkmamıştır. Beslemede kullanılan suya her hangi bir ısıtma işlemi uygulanmaması da üreteç içi sıcaklığının düşüklüğüne etkili olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç

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

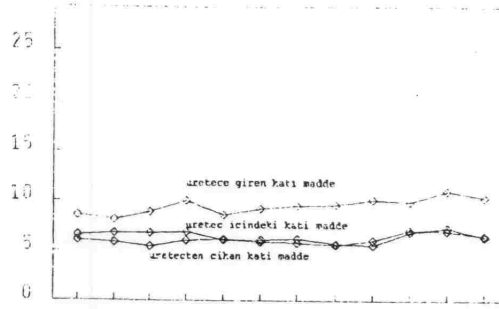
Deneme süresince pH değeri 6,8 - 7,0 arasında değişmiştir. Tesisten elde edilen biyogazın metan ve karbondioksit oranları sırasıyla % 60 - 70 ve % 30 - 40 dolaylarında olmuştur.



Ağustos 1984

Temmuz 1985

Deneme süresince üreteç içi sıcaklığı 9-15 °C arasında değişmiş, elde edilen biyogaz miktarları ise Mart 1984'te 315,51 l/gün ile en düşük, Temmuz 1985'te 1418,03 l/gün ile en yüksek değere ulaşmıştır.



Üretece giren katı madde, üreteç içindeki katı madde ve üreteçten çıkan katı maddenin deneme süresince değişimi grafikta görülmektedir.

Biyogaz üretimine etki eden dört değişken kullanılarak yapılan regresyon analizinde, üretime en çok etki eden üç değişken kullanılarak elde edilen regresyon denklemi

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

olarak bulunmuştur. Denkleme ait korelasyon katsayısı $r = 0,83'$ tür.

5.2 Öneriler

Bilindiği gibi, ülkemizde üretilen hayvansal artıkların çok büyük bir bölümü, kırsal kesimlerde ısıtma ve pişirme amacıyla, kurutulularak tezek halinde yakılmaktadır. Bu yolla, hem yeterli enerji sağlanamamakta ve hem de tarım topraklarının verimliliğinin sürdürülmesi ve artırılması amacıyla kullanılabilir bir kaynak yok edilmektedir.

Nüfusumuzun 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 sağlayacağı açıktır. Ancak biyogaz üretimi önemli bir biyolojik sürece dayanmaktadır. Bu sürecin şartları uygun olarak yerine getirilmediğinde beklenen faydaya ulaşılamaz. Bu şartlar, uygun sıcaklık, havasız ortam, yeterli cins ve miktarda materyal, uygun pH, toksit maddelerin bulunmaması veya oldukça düşük yoğunlukta bulunması ve gübrenin uygun oranlarda su ile karıştırılmasıdır.

Erzurum yöresinde kurulacak biyogaz tesislerinde en önemli sorun, tesise 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. Tesiler 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 kısımların ve denge bacasında yalıtım sağlanmalıdır.
7. Tesisler biyogaz konusunda bilgilendirilmiş kişilerce işletilmelidir.
8. Tesiler iyi bir karıştırıcı düzen ile donatılmalıdır.
9. Sabit kubbeli biyogaz tesislerinde kullanılamayan gazın biriktirilebileceği ek bir tesis yapılmalıdır.

Yukarıda sıralanan hususlar yerine getirildiği takdirde, Erzurum koşullarında biyogaz tesisleri verimli olarak çalışabilecektir.

6. ÖZET

Kırsal kesimin enerji ihtiyacını karşılamak üzere, çiftlik gübresinin yapılmasını önleyerek yerine yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının konulması ve bu amaçla çiftlik gübresinde biyogaz üretimi üzerinde durulması gereken önemli bir konudur.

Bu nedenle Erzurum'da bir deneme yapılmış ve her hangi bir ısıtma işlemi uygulanmadan, sürekli biyogaz üretimi sağlanmıştır.

Deneme 12 m³ kapasiteli sabit kubbeli aile tipi bir biyogaz tesisinde yapılmıştır. Tesis yer altına inşa edilmiş olup, yalıtım malzemesi olarak curuf kullanılmıştır. Üzerine daha sonra bir ahır inşa edilerek tesis kapalı bir ortam içine alınmıştır.

Denemesüresince üretim kuyusuna konulan materyalin katı madde oranının % 10 dolaylarında kalmesi sağlanmış, tesis içindeki materyal mekanik bir karıştırıcı ile her gün karıştırılmıştır.

Biyogaz üretiminde deneme süresince sıcaklığa bağlı olarak artış ve azalışlar görülmüştür. Üretim kuyusu sıcaklığı 9 ile 14 °C arasında değişmiş, biyogaz üretimi ise soğuk aylarda 300 - 800, sıcak aylarda 1000 - 1400 l/gün dolaylarında gerçekleşmiştir.

Gaz üretim denklemi;

$$Y = - 23,1 + 3,5 \cdot X_3 + 51,3 \cdot X_4 + 21,5 \cdot X_8$$
 olarak bulunmuştur. Denklemın korelasyon katsayısı $r = 0,83$ ' tür.

7. SUMMARY

One of our agricultural problems is preventing burning of organic Wastes instead of burning, organic wastes can be use energy source and utilize as plant food material, in rural areas. Biogas production from organic matters is an important factor for rural population as development of their local energy sources.

More effective use of manures and to prevent vaste expenditure of energy sources, this experiment has been carried out. Biogas production releated with temperature determined for fixed type home fermantor using cow manure.

12 m³ capacited family type fermantor surroundded by coal ashes. After firts feeding, waiting period passed uptill system balanced and producing methane ratio become 60 - 70 % Then daily feedings started according with solid matter content of reactor and structure of material.

Solid matter content in fermantor was around 10 % during the experiment. Daily manual 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 year. Tempareture changes between 9 - 15 °C, resulted 315,5 - 1418,0 l/day biogas production per unit fermentor volume Regresion equation is

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

between variables and biogas volume for 12 m³ capacited system.

8. YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Alibaş, K. 1985 : Çeşitli Fermantasyon Biçimi ve Sıcaklıklarında Değişik Organik Maddelerden Biyogaz Üretiminin ve Değişen Çevre Sıcaklığı Koşullarındaki Fermantör Enerji Bilançolarının Saptanması. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi, ADANA
2. Beba, A. 1981 : Biyogaz Sistemlerinde Güneş Enerjisinden Yararlanma İmkanları, Uluslararası Biyogaz Semineri, DPT - SEGEM - UNİCEF - ANKARA
3. Bilgin, N. 1984 : Biyogaz Araştırmalarında Kullanılacak Gübre ve Biyogaz Analizlerinin Tayin Metotları, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No. 106, Teknik Yayın No. 38, ANKARA
4. Bilir, M., Deniz., Karabay E., Bilgin N. 1984 : Ankara Koşullarında 12 m³ Kapasiteli Topraksu Tip ABiyogaz Tesisinde Sığır Gübresinin Biyogaz Verimi, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No. 101, Rapor Seri No. 41, ANKARA
5. Çağlar, A., Uçar T. 1981 : Türkiye'de Biyogaz Potansiyeli ve Üretim Kinetiği, Uluslararası Biyogaz Semineri, DPT-SEGEM-UNİCEF-ANKARA
6. Deniz Y., Bilir., Karabay E., Bilgin N. 1985 : Tarımsal Artıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarları, Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi, ADANA
7. D.İ.E., 1983 : Tarımsal Yapı ve Üretim, Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, ANKARA
8. Kaçar, B. 1986 : Gübreler ve Gübreleme Tekniği, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No. 20, ANKARA
9. D.M.İ., 1974 : Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni, Başbakanlık Basımevi, ANKARA
10. Kırımhan, S. 1981 : Organik Artıklardan Biyogaz Üretimi, Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Enstitüsü, ERZURUM

11. Köy Hizmetleri, 1985 : Erzurum Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Araştırma Raporları, 1984, Erzurum Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No. 6, Rapor Seri No. 5, ERZURUM
12. Park, Y.D., 1981 : Kore'de Biyogaz'la İlgili Araştırma ve Geliştirme Çalışmaları, Uluslararası Biyogaz Semineri, DPT-SEGEM-UNİCEF-ANKARA