

## AFYON YÖRESİNDE BİYOGAZ ÜRETİM SİSTEMİ TASARIMI

Hüseyin BAYRAKÇEKEN<sup>1</sup>, Kerim ÇETİNKAYA<sup>2</sup>

1 A.K.Ü. İncehisar Meslek Yüksekokulu İncehisar, Afyon

2 G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Ankara

### ÖZET

Kırsal alanda yaşayan ve ekonomik durumları iyi olmayan ya da herhangi bir nedenle modern yaşamın gereği olan enerjiyi yeterince kullanamayan insanlara ucuz, kolay ve pratik enerji sağlanması için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

Bu çalışma ile alternatif enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi olan biyogazın üretimi konusunda çalışılmıştır. Bu ünitenin tasarımı diğer ünitelere göre daha pratik, daha ekonomik ve daha kullanışlıdır. Tasarlanan bu ünitenin boyutlarını genişletmek suretiyle köy ve şehir düzeyinde uygulamak mümkündür. Bu üniteye her türlü hayvan atıkları ve bitki atıkları kullanılabilir.

Burada oluşan gaz, doğal gazın kullanıldığı her yerde küçük ayarlamalar yapmak suretiyle kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler :** Biyogaz, Biyogaz sistem tasarımı, Biyogaz üretimi

### DESIGN OF A PILOT PLANT FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS IN AFYON REGION

#### ABSTRACT

The main aim of this project is to provide the cheaper, practical and easier energy supply system in country district for poor people in order to provide better living conditions.

In this study, a pilot plant for biogas production is designed. The biogas is one of the most important alternative energy source. The project of this plant is more practical, economical and usable than the others. By expanding this biogas plants, large application will be possible in village and town

conditions. Every kind of animal and plant dung can be used in this biyogas plant.

The gas which is produced in this plant can be used as a natural gas.

**Key Words :** Biogas, Biogas system design, Biogas production

## 1. GİRİŞ

1990 yılındaki dünya enerji sunumunun göstergelerine göre, dünyada kullanılan enerjinin % 8'i yenilenebilir kaynaklardan karşılanmakta olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji payının % 60' ını odun ve tezek gibi ticari olmayan geleneksel biomas oluştururken modern biomas yalnızca % 8 ini kapsamaktadır. Hidrolik enerjinin bu gruptaki payı % 30 kadar olup; güneş, rüzgar, jeotermal ve deniz-dalga enerjilerinin payı % 2 nin altındadır. Yürürlükteki politikalarla bu payın 2020 yılında en az iki yada üç katına çıkması olasıdır. Ülkemizde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları potansiyellerine ilişkin araştırma çalışmalarının sınırlı olmasına karşın bulgularan veriler kaynakların önemini göstermektedir [1]. Biyogazın içten yanmalı motorlarda kullanılması halinde CO<sub>2</sub>'nin karışımdan ayrılması, birim hacimdeki metan miktarını arttıracığından, birim hacimdeki gazın ısı değeri 18-24 MJ/m<sup>3</sup> ten 37-38 MJ/m<sup>3</sup> e kadar yükselebilmektedir [2]. Enerji insan ihtiyaçlarının başında gelir. Klasik enerji kaynaklarımız (Kömür, Petrol vb) hızla azalmaktadır. Bu durum bilim adamlarını alternatif enerji kaynakları (güneş enerjisi, biyogaz vb) aramaya yönlendirmiştir. En ucuz enerji tekrar kullanılabilen enerjidir. Bu enerji türüne en uygun enerjilerden birisi de biyogaz enerjisidir.

Sanayisi hızla gelişmekte ve aynı zamanda bir tarım ülkesi olan ülkemizde, sanayi ve tarımın temel girdisi olan enerji ve enerji üretimi büyük önem arz etmektedir. Türkiye'de 1991 yılı istatistiklerine göre; toplam nüfusun 56.493.035 olduğu, tarla ziraatı ve hayvancılıkla uğraşan nüfusun 12.547.796 olduğu, suni gübre ile gübrelenen arazinin 17.510 hektar ve bu alanlarda 8.981.296 ton azot, fosfor ve potasyum içerikli gübre kullanıldığı anlaşılmaktadır [3].

Tarımda verim artışının sağlanabilmesi için, enerji ve gübre kullanılması kaçınılmazdır. Bu iki girdinin tarımla iç içe olan hayvansal artıkların değerlendirilerek karşılanması veya takviye edilmesi ülkelerin ekonomilerine büyük yararlar sağlayacaktır. Hayvan gübrelerinin tarım

arazilerinde kullanılması, organik madde yönünden yetersiz olan toprakların su tutma kapasitelerinin geliştirilmesini, azot, fosfor ve potasyum yönünden zenginleştirerek verimin artmasını sağlayacaktır. Yurdumuzda halen bilhassa İç Anadolu, Güney ve Doğu Anadolu'da, hayvan gübrelerinin büyük bir bölümü tezek olarak kullanılmakta ve büyük bir doğal gübre potansiyeli heba edilmektedir [4]. Hayvan potansiyeli açısından oldukça zengin olan Türkiye'de elde edilecek doğal gübre miktarı hayvan tür ve sayıları esas alınarak hesaplanabilir. Canlı hayvanlar ağırlıklarının ortalama % 5 ' i nispetinde gübre oluşturmaktadır [5.6].

Biyogaz, Her türlü organik atıktan (hayvan, insan ve tarımsal atıklardan), anaerobik fermantasyon yoluyla elde edilen, yanıcı bir gaz karışımıdır. Biyogaz renksiz, kokusuz, havadan daha hafif, havaya göre yoğunluğu 0.83, oktan sayısı yaklaşık 110, yanma sıcaklığı 700 °C, (Dizel yakıtı 350 °C), alev sıcaklığı 870 °C olan bir gazdır. Biyogazın bileşimi elde edildiği organik maddenin cinsine ve fermantasyon şekline bağlı olarak değişir. Biyogazın ısıl değeri ortalama 23000 kJ/m<sup>3</sup> (4700 - 6000 kCal/m<sup>3</sup>)' dür. Bu değer içerdiği metan gazı oranına bağlıdır [7].

Hayvansal atıklardan hem enerji (biyogaz) hem de tarımda kullanılacak doğal gübre elde etmenin yolu, biyogaz tesislerinin kurulması ve yaygınlaştırılması ile mümkündür. Kırsal kesimin hayvan atıkları ve organik atık maddeler yönünden oldukça zengin olduğu düşünülürse, biyogazın kırsal alanda kullanılabilme şansının daha fazla olduğu görülmektedir.

Biyogazın ısıl değerinin yaklaşık 23 MJ/m<sup>3</sup> ' dür. Bu değer kaliteli bir linyit kömürünün ısıl değerinden daha büyüktür. Gazların yakma sistemlerinin basitliği ve yanma verimlerinin de yaklaşık % 90 civarında olduğu dikkate alındığında biyogazın enerji üretiminde rahatlıkla kullanılacak bir yakıt olduğu görülür [8].

Fermante olmamış gübrenin fermantasyon esnasında, bakteriler tarafından küçük parçalara ayrıştırılarak, içerisindeki zararlı maddeler yok edilerek bitkiler açısından daha faydalı ve kolay emilebilen hale getirilir. Fermante olmuş gübrenin bitkiler açısından besi değeri, Fermante olmamış veya açıkta bekletilmiş gübreye oranla % 20 - 25 daha fazladır [9]. Biyogaz tesislerinde genellikle kesikli veya sürekli besleme yöntemleri ile üretim yapılır. Günlük besleme miktarının belirlenmesinde fermantasyon sıcaklıkları esas alınır [10].

Afyon ili merkezinde ve çevresinde daha öncede biyogaz ile çalışmalar yapılmış fakat yeterince verimli olamamıştır. Örneğin Afyon ili merkez ilçeye bağlı Bayatçık köyünde 1984 yılında Topraksu tarafından 10 m<sup>3</sup> lük bir ünite yapılmış, üniteden ilk etapta bir miktar gaz alınmış fakat daha sonraları ünitenin doldurma ve boşaltma işlemlerinin rahatlıkla yapılamaması, ünitenin su kaynağına uzak olması, karıştırma işleminin problemlili olması nedeniyle ünite çalışamaz hale gelmiştir. Aynı tarihlerde adı geçen köyde diğer köylülerde biyogaz ünitesi kurmak için çalışmalara başlamışlar fakat yapılmış olan ünitenin çalışmaması nedeniyle köydeki diğer ünitelerin yapılmasına son verilmiştir.

Afyon ili Işıklar köyü mevkisinde ve Sandıklı ilçesinde de hayvan yetiştiricilerinin kişisel gayretleri ile iki farklı tipte biyogaz üniteleri ev bazında kurulmuş fakat her iki ünite de uygun bir projeye dayalı olmadığından yeterli verim alınamamıştır [11.].

Afyon yöresinde hayvancılık çok gelişmiştir. (Tablo 1). Bu nedenle yöreye uygun olarak, yörenin kalkınması için geleceğin alternatif enerjisi olan biyogaz, bilinçli olarak yörede kullanılması ve biyogaz üretiminin bilimsel temellere dayandırılması için bu çalışma yapılmıştır.

Tablo 1 : Afyon ili 1993 - 1998 Yılları Arası Hayvan Varlığı

Cinsi	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sığır	352023	390971	246120	240672	235492	302860
Manda	5938	7572	7567	7413	7416	7412
Koyun	821046	824315	830200	833065	776143	775845
Keçi	141707	135773	130791	135525	101092	100080
Tavuk	4014365	4024495	4540290	5033050	5730300	5945600

Afyon yöresinde : Hayvancılıkla uğraşan işletme sayısı : 2 000, Bitkisel üretimle uğraşan işletme sayısı : 15 000, Bitkisel üretimle ve hayvancılıkla uğraşan işletme sayısı : 63 000, Tavuk işletmesi sayısı : 750 (hem et ve hem de yumurta olarak), [12]. Bu durum yörede büyük bir hayvan potansiyeli olduğunu göstermektedir.

## 2. AMAÇ

Tasarımı ve uygulaması yapılan biyogaz tesisi, Afyon yöresine uygun şekilde tasarlanmış ve uygulanmıştır. Yörede çeşitli biyogaz tesisleri

kurulmuş fakat bunlar başarılı olamamıştır. Başarılı olamamalarının temel sebebi, projelerin uygulanabilir nitelikte olmamasıdır. Ayrıca yapılan ünitelerin bir kısmı projeye dayanmadan sadece başka illerden görülerek plansız olarak yapılmış ya da Topraksu teşkilatının yapmış oldukları tesiste düzgün olarak çalışmadığından hayvan yetiştiricileri biyogaz konusuna sıcak bakmamaktadırlar. Halbuki Topraksu'nun yaptığı tesis inşaatı sürerken, tesisin yapıldığı bayatçık köyü ve çevre köylerde, köylüler biyogaza çok ilgi duymuşlar hatta bir çoğu ünite için yerlerini hazırlamışlar ve tesisin temellerini atmışlardır. Proje hatasından dolayı Bayatçık köyünde yapılan tesis çalışmadan atıl olarak hala durmaktadır. Diğer köylerdeki tesislerde ya çalışmamakta ya da çalışanlardan düzenli gaz elde edilemediğinden tesisler atıl olarak durmaktadırlar. Çiftliklerde ve dağ köylerinin yayla evlerindeki mevcut gübrelerden yararlanılarak bu yerlerde problem olan enerji üretimi ve iletimi daha düzenli bir hale gelecek ve bu yerlere modern teknolojinin girmesi mümkün olabilecektir.

### 3. PROBLEMİN ÇÖZÜMÜNE YAKLAŞIM

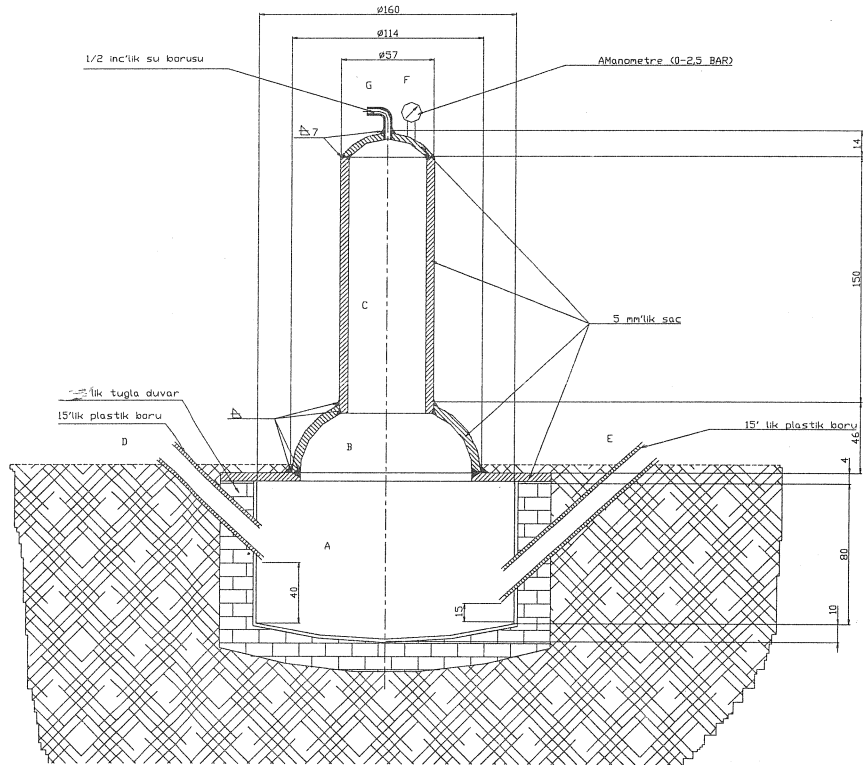
Uygulaması yapılan tesiste diğer ünitelerde olan aksaklıklar giderilmiştir. Gerek atıkların üniteye alınması ve gerekse fermantasyona uğramış atıkların üniteyi terk etmeleri teknik olarak çözüme kavuşturulmuştur. Buna karşın Bayatçık köyünde yapılan tesiste atıkların üniteye alınması ve üniteden dışarıya alınmaları oldukça problemlidir. Diğer ünitelerdeki proje hataları, gaz odası ile fermatör bölgesinin orantısız olması, atıkların üniteye rahatça giriş-çıkış yapamamaları, ünite yerinin iyi seçilememesi gibi problemler yapılan tesiste giderilmiştir. Önceden yapılmış tesisler maliyet açısından oldukça pahalı iken, yapılan tesiste metal, çimento, tuğla ve taş gibi kolay bulunabilen ve nispeten ucuz olan malzemeler kullanılmıştır.

Çalışma Afyon' da yürütülmüştür. Biyogaz tesisi Afyon Kocatepe Üniversitesi İncehisar Meslek Yüksek Okulu bahçesinin dış ortamında kurulmuştur. Tesiste sığır gübresi kullanılmıştır. Kullanılan gübre Afyon ili, İncehisar ilçesi, Seydiler kasabasından süt ve besi sığırlarının birlikte bulunduğu bir ahırdan günlük olarak temin edilmiştir. Tasarımı yapılan biyogaz ünitesi, maliyet açısından oldukça ucuzdur. Özel parçalar istemediği için yapımı, kurulması oldukça kolay bir ünite dir. Bu ünite ev bazında tasarlanmıştır. İstenildiği taktirde ünite ölçüleri büyütülerek köy ve şehir bazında da kullanılması mümkündür. Yapılan ünite de; Toplam Hacim :

2.29 m<sup>3</sup>, Doldurulan Atık Miktarı : 0.800 m<sup>3</sup>, Doldurulan Su Miktarı : 0.808 m<sup>3</sup>, Toplam Fermantasyon Miktarı : 1.608 m<sup>3</sup>, Gaz Toplanma Bölgesi Hacmi : 0.602 m<sup>3</sup>, Toplam Metal Ağırlığı : 223 kg, Bekleme Süresi : 100 gün, Deneyin Yapıldığı Aylar : Eylül - Haziran, Sıcaklık : (-20) - (+20) °C, Günlük Besleme Miktarı : 1.6 kg / gün, Günlük Besleme İçin Gerekli Hayvan Sayısı : 2 Sığır

#### 4. TASARIMI YAPILAN BİYOGAZ ÜRETİM SİSTEMİNİN BÖLÜMLERİ

Tasarımı yapılan ünite, şekil 1'de görüldüğü gibi bulunması ve imalatı çok zor olan malzemeler kullanılmamış, Ünitenin imalatı sırasında çok özel işçilik gerekmediğinden her ortamda ve her usta tarafından kolaylıkla imal edilebilir.



Şekil 1 : Biyogaz üretim sisteminin görünüşü

Tasarımı yapılan biyogaz üretim sisteminde diğer ünitelerde olan problemler giderilmiştir. Başka ünitelerde atıkların biyogaz ünitesine alınması ve fermantasyona uğramış olan atıklarında dışarıya alınması güçlüklerle sağlanmakta iken bu üniteye atıklar herhangi bir alete ihtiyaç duymadan üniteye alınabilmekte ve fermantasyona uğramış atıklarda kendiliğinden dışarıya çıkabilmektedirler.

**A bölümü:** Fermatör bölgesi olup besleme atık tahliye logarı bulunmaktadır. Hacmi  $1.608 \text{ m}^3$  'dür. Çimento ve tuğla kullanılarak imal edilmiştir. Sıvı kaçağını önlemek için içerden ve dışardan sıva ve şaplama işlemleri yapılmıştır. Taban kısmı eğimli yapılarak işe yaramayan atıkların ortada toplanması sağlanmış ve sistemin çalışmasını engellemesi önlenmiştir.

**B bölümü:** Gaz toplanma bölgesi ile atık bekleme bölgesinin birlikte bulunduğu bölümdür. B bölgesi 5 mm'lik saçtan ve toplanan gazdan maksimum verimi elde etmek için bombeli olarak yapılmıştır. B bölgesi ile A bölgesinin temas ettiği yüzeylerde olabilecek sıvı ve gaz kaçaqları, harçla dolmuş işlemi yapılarak doldurulduktan sonra üzerine şaplama yapılmak sureti ile önlenmiştir. Üzeri toprakla kapatılarak ısı kaybının önüne geçilmiştir.

**C bölümü:** Gaz toplanma bölgesidir. B bölgesi ile birleştirilmesi kaynakla yapılmıştır. C bölgesine gaz tankı da denilebilir. 5 mm'lik saçtan yapılmıştır. Dış kısmı ziftle kaplanarak güneş radyasyonundan da faydalanılmış, ısı kaybı önlenmiş ve çürümenin önüne geçilmiştir. Üst kısmında gazın rahatça kullanılabilmesi için bir vana ve rekor konulmuştur. Ayrıca gaz deposunun üzerine bir alçak basınç manometresi konularak gazın oluşumu gözlenmiştir. Gaz kaçaqlarını önlemek için bağlantı noktaları sıvı conta ile kaplanarak sızdırmazlık sağlanmıştır.

**D bölümü:** Çıkış kanalı olup 15 cm çapında, 1.5 metre uzunluğunda plastik boru kullanılmıştır.

**E bölümü:** Giriş kanalı olup 15 cm çapında, 1.5 metre uzunluğunda plastik boru kullanılmıştır.

**F bölümü:** Alçak basınç manometresi (0 - 2.5 bar)

**G bölümü:** Vana ve rekor

## 5. SİSTEMİN VERİMLİLİĞİ

Biyogaz üretim sisteminden elde edilen gaz ısıtma amaçlı olarak bir ocakta kullanılmış ve bir litre suyun 25 dakika kaynadığı görülmüştür. Üretilen bir

günlük gaz ile, iki kişilik bir ailenin bir öğün yemeği pişirile bilinmektedir. Ocakta gazın kullanımı için ocaktaki gaz geçiş memeleri 1.5 mm çapına genişletilmiştir. Elde edilen gaz ile 45 W değerindeki fitilli bir lamba 55 dakika süre ile yakılmıştır. Tüp gaz olarak binen LPG gazı ile çalışan ocakta deney yapılmış kısa bir süre ocak yakılabilmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tasarımı yapılan biyogaz tesisinin Afyon yöresinde kullanılmaya elverişli olması için, sabit kubbeli, sürekli tip ve ev bazında tasarlanmıştır. Bu şekilde ünitenin doldurma ve boşaltma işlemleri kolaylaştırılmış, proje ölçüleri tespit edilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. İstenildiği takdirde ünite ölçüleri orantılı olarak büyütülerek köy ve şehir bazında da kullanılabilir.

Tasarlanan ünite tek cins atığa bağlı olarak yapılmamıştır. Özellikle Afyon yöresinde gelişmiş olan, tavuk, sığır besiciliği ve bunlara bağlı atıklar rahatlıkla bu ünite de kullanılabilir. Biyogaz ünitesinden çıkan atıklar tarlaya gübre olarak serilmiş ve üniteye verilmeden (doğrudan) kullanılan atıklara göre toprağın gübreyi daha kolay özümlediği görülmüştür. Biyogaz ünitesine atık ilavesi yapılırken sadece temiz içme suyu değil bir miktar hayvan idrarı da katılarak, kullanılması gereken su miktarı minimuma indirilmiştir. Afyon ilinde kışların uzun sürmesi nedeni ile yapılan biyogaz tesisleri yaklaşık 8 ay verimli olabilmektedir. Bu nedenle kullanılacak biyogaz üniteleri ya tamamen toprak altında olmalı ya da ünitenin çevresi ve üzeri soğuktan etkilenmemesi için kapatılmalıdır, hatta ünitenin üzeri kapatılırken kolay sökülebilir bir tasarım yapılmalı ve yaz aylarında ünitenin üzeri güneşten maksimum düzeyde yararlanabilmesi için açılmalıdır. Üniteler imal edilirken toprak altında kalan kısımlarının dış kenarları, kalın bir saman tabakası ile kaplanmalı ve bu sayede soğuktan ünite korunmalıdır. Ünitenin dışında kalan kısımlar ise izocam türü yalıtkan maddeler ile kaplanmalıdır.

Günümüze kadar biyogaz üzerinde birçok araştırmalar yapılmış ve bunların bir kısmı da oldukça başarılı olmuştur. Biyogazın günlük hayatımıza daha çok girmesi için çalışmalar devam etmektedir. Çalışma yapılan biyogaz ünitesinin tasarımı ve uygulaması, öncelikle hayvan yetiştiriciliğinin merkezi olan Afyon yöresinde kullanılabilir, pratik, ucuz ve ünite sahibinin enerji ihtiyaçlarını önemli ölçüde karşılayabilecek bir yapıda olması sağlanmıştır.



Ayrıca ülkemizde tavuk yetiştiriciliğinin merkezi Afyon'dur. Bu nedenle uygulaması yapılan biyogaz ünitesi tavuk çiftliklerinde de rahatlıkla kullanılabilir ve tavuk üreticisine problem olan atıklar, biyogaz üniteleri ile enerjiye dönüştürülebileceği gibi üniteden çıkan atıklarda sayıları çok fazla olan yem fabrikalarında rahatlıkla kullanılabilir. Çeşitli kuruluşlar hayvansal kredi verirken, belirli miktardan fazla olan hayvan sayıları için biyogaz tesisleri yapılmasını zorunlu hale getirmeleri, ülkemizdeki biyogaz ünitelerinin sayılarının artmasında önemli ölçüde katkıda bulunacaktır. Tarım, Orman ve Köy işleri ile ilgili Bakanlıklar ile bunlara bağlı kuruluşlar ve Ziraat bankası, meslek odaları gibi hayvancılık sektöründe etkili olan kuruluşlar bünyelerinde biyogaz konusunda yetişmiş elamanları bulundurmalı ve hayvancılığı destekleme faaliyetleri sırasında besicileri biyogaz üniteleri yapımı, kullanılması ve biyogazın faydaları yönünde yardımcı olmaları ülkemiz açısından çok faydalı olacaktır. Uygun biyogaz tesisi projeleri ihtiyacı olan kişilere çeşitli şekillerde desteklenerek, bu işin uzmanları tarafından yönlendirilerek verilmelidir.

Besiciliğin dışında, gerek özel sektöre ait gerekse kamu sektörüne ait bulunan ve yeni kurulacak mezbahalarda, balık, tavuk vb hayvan işleme tesislerinde, biyogaz ünitelerinin kurulması zorunlu hale getirilmelidir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de çevre bilinci artmaktadır. Bu nedenle gerek fabrika atıkları, gerekse belediyeler tarafından atık maddelerin değerlendirilmesi ve enerji elde edilmesi önemli bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle belediyelerin kurdukları arıtma ünitelerine biyogaz tesisleri ilave edilmeli ve buradan elde edilecek enerji elektrik enerjisine çevrilerek önemli ölçüde tasarruf sağlanmalıdır.

## **7. KAYNAKLAR**

1. T.M.M.O.B. Makine mühendisleri odası İzmir şubesi aylık yayın organı sayı 99, Ağustos (1997)
2. Erşan, K., "Biyogazın içten yanmalı motorlarda kullanımını ve motor performansına etkisi", Y. Lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Ankara (1987)
3. D.İ.E. " Türk İstatistik Yıllığı " D.İ.E. Matbaası , Ankara (1995)

4. D.İ.E. " Tarımsal Yapı ve Üretim " D.İ.E. Matbaası , Ankara (1995)
5. Yılmaz, S., " Biyogaz Üreteçlerinde Isı Borulu Güneş Kollektörü İle Enerji Planlaması" Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü . Ankara (1996)
6. Tiwari, G., Nhandra, N., Sucheta, S., A solar Assisted Biogas system a new Approach" Energy conversion and mgmt (1986)
7. Kavak, E., Biçer, Y., Yıldız, C., " Gap bölgesinde alternatif enerji kaynağı olarak biyogazın önemi" GAP 1 Mühendislik kongresi bildiriler kitabı ,sayfa 421-426.(1996)
8. Updated and revised edition Energy primer Solar,Water,Wind and Biofuels edited by richard merrill and thomas gage published by dell publishing co, inc (1978)
9. Vanburen, A., "A Chinese Biogas Manuel , Intermediate Technology Publications " 9 King Str. WC2E 8 HN, U.K. London (1979)
10. Bilir, M., Deniz, Y., Karabay, E., Bilgin, N., " Ankara koşullarında 12 m<sup>3</sup> kapasiteli topraksu tip A biyogaz tesisinde sığır gübresinden biyogaz verimi", T.C. Topraksu genel müd., merkez topraksu araştırma enstitüsü yayınları, yayın no : 101., Ankara (1984)
11. Bayrakçeken, H., " Biyogaz üretim sistemi tasarımı ve uygulaması" Y. Lisans tezi, A.K.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü Afyon (1997)
12. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı il müdürlüğü verileri Afyon (1997)