T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİYARBAKIR İLİ SEBZE MEYVE ATIKLARININ BİYOGAZ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Ahmet KIZMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KATI HAL FİZİĞİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR
2019

T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Ahmet KIZMAZ tarafından yapılan "DİYARBAKIR İLİ SEBZE MEYVE ATIKLARININ BİYOGAZ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Katı Hal Fiziği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Ünvan	Ad Soyad
Başkan	: Prof.Dr.Mehmet Enver AYDIN
Üye	: Doç.Dr.Mustafa OKUMUŞ
Üye	: Doç.Dr.Atilla DEVECİOĞLU

Tez Savunma Sınav Tarihi:16/07/2019

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

..../..../2019

Prof. Dr. Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

TEŞEKKÜR

Sanayileşme enerji ihtiyacını beraberinde getir iken çevreye ve insanlara geri dönüşü olmayan zararlar vermesinden dolayı insanlık artan enerji ihtiyacını karşılar iken oluşturduğu atıklardan elde etmeye çalışmakla çift yönlü kazanç sağlamayı hedeflemiştir. Bizde bu çalışmada bu kazancın daha ucuz bir şekilde elde etmeye çalıştık. Yüksek lisans çalışmam süresince birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, danışmanlarım Prof. Dr. Mehmet Enver AYDIN ve Dr. Öğr. Üyesi. Orhan ARPA' ya teşekkürlerimi sunarım. Ayriyeten çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Ahmet KIZMAZ

Temmuz2019 - DİYARBAKIR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR……. I

İÇİNDEKİLER……..... II

ÖZET……..... IV

ABSTRACT……..... V

ÇİZELGE LİSTESİ……..... VI

ŞEKİL LİSTESİ……..... VII

KISALTMA VE SİMGELER…….……..…….. X

1. GİRİŞ……..……..... 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5

3. GENEL BİLGİLER 15

3.1. Enerji..... 15

3.2. Dünyada ve Türkiye'de Enerji Kaynakları 15

3.3. Yenilenebilir Enerji..... 18

3.4. Biyokütle Çevrim Teknolojileri..... 20

3.4.1. Biyogaz Üretiminin Tarihçesi..... 22

3.5. Biyogaz..... 23

3.5.1. Biyogaz Üretim Prosesi..... 24

3.5.2. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Organik Atık ve Artık Hammaddeler 24

3.6. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Sistemler..... 25

3.7. Biyogaz Üretilen Ortamlar..... 27

3.8. Biyogaz Kompozisyonu..... 28

3.9. Biyogazın Faydaları..... 28

3.10. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Reaktör Çeşitleri..... 29

3.10.1. Sabit Kubbeli Reaktör-Çin Tipi..... 30

3.10.2. Yüzer (Hareketli) Kubbeli Reaktör –Hint Tipi..... 31

3.10.3. Balon Tipi..... 32
3.10.4. Torbalı Tip..... 33
3.10.5. Tam Karışımlı Reaktör..... 33
3.10.6. Piston Akımlı Reaktör..... 34
3.10.7. Lagün Tipi..... 34
3.11. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Potansiyeli..... 35
3.12. Biyokütle Enerjisinin Çevresel Etkileri..... 41
4. MATERYAL VE METOD..... 43
4.1. Deney Düzeneği..... 43
4.2. Çalışma Alanı..... 46
4.3. Numunelerin Alınması ve Hazırlanması..... 50
4.4. Analiz Metotları..... 50
4.5. Teorik Metan Üretimi..... 51
5. TARTIŞMA 53
6. SONUÇ..... 69
7. KAYNAKLAR 71
ÖZGEÇMİŞ 75

ÖZET

DİYARBAKIR İLİ SEBZE MEYVE ATIKLARININ BİYOGAZ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet KIZMAZ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KATI HAL FİZİĞİ ANABİLİM DALI

2019

Bu çalışmada, atıl durumdaki hidrofor tankı biyogaz üretimi için uygun hale getirilmiştir. Kış mevsiminde, farklı oda sıcaklığında gerçekleştirilen Diyarbakır ili sebze pazarından toplanan organik atık (OA)4 kg OA+SU karışımından yaklaşık 0.0344m^3 lük biyogaz elde edilmiştir. Diyarbakır ili sebze hali komisyoncular ve yetkilileri ile mülakat ve görüşme yapılarak Diyarbakır sebze halinde ve pazarlarda yaz ayları için yaklaşık404.2m^3 gaza ve buda 4262.20 kWh enerjiye karşılık gelen 47 tonluk atık oluştuğu görüşüne varılmıştır. Aynı zamanda farklı karışımlar sonucunda biyogaz performansını değerlendirdiğimizde, organik atıklar ile güvercin gübresinin karışımının biyogaz performansını arttırdığını gözlemledik. Yapmış olduğumuz bu çalışma ve ülkemizin sahip olduğu kaynaklar göz önüne alındığında ülkemizin ihtiyacı olan enerjinin bir kısmının karşılanması, biriken atıkların çevreye ve doğaya verdiği olumsuz etkilerin azaltılması gelecek nesillere bırakabileceğimiz bir dünya olması açısında yenilenebilir enerji çok önemli bir yer teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Organik atıklar(Sebze-Meyve), Yenilenebilir enerji

ABSTRACT

NVESTIGATION OF BIOGAS POTENTIAL OF VEGETABLE FRUIT WASTES IN DIYARBAKIR PROVINCE

MSc THESIS

Ahmet Kızmaz

DİCLE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF SOLID STATE PHYSICS

2019

Inthisstudy, unused hidrofor tank is prepared to produce biogas. In winter season, at diffrent room temperatures, the biogas obtained from organic waste obtained from vegetables (OW) picked from Diyarbakır province vegetable market for 4 kg(OW)+Watermixture is about 0.0344 m^3. According to interview with the officials of Diyarbakır province vegetables market, in summer season it was supposed that the organic waste of vegetables market is about 47 ton which is equalto404.2 m^3. The energy value of this quantity corresponds to 4262.20 kWh. At the same time, when weevaluate the performance of biogas produced with different mixtures, we have seen that the mixtures of pigeondung with vegetables was teincreased the performance of biogas. Intheview of our country energy sources to leave the World tonext generation in future, compensatingone part of the energy need of our country, decreasing the effect of damages given by wast esto environment and nature, ther enewable energy is very important.

Key Words: Biogas, Organicwaste (vegetable-fruit), Renewableenergy,

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 2.1.	Atıklardan üretilen biyogaz miktarları	12
Çizelge 2.2.	Farklı karışımların biyogaz verimi	13
Çizelge 2.3.	Atığın fiziksel ve kimyasal analizi	13
Çizelge 2.4.	Farklı katı konsantrasyonlarında çürütücülerin performansları (sabit yükleme hızı 3,8 UK/L/gün)	14
Çizelge 3.1.	Dünya birincil enerji tüketimi (Milyon TEP)	17
Çizelge 3.2.	Ülkemizde tüketilen toplam enerji öncelikli enerji ihtiyacı	18
Çizelge 3.3.	Ülkemizin yakın zamandaki enerji üretim/tüketim olasılığı	18
Çizelge 3.4.	Biyokütle kaynaklarının kullanılan dönüştürme yöntemleri, bu yöntemler ile oluşan yakıtlar ve kullanılan yerler	20
Çizelge 3.5.	T.K.D-Genç kimyacılar platformu,	26
Çizelge 3.6.	Farklı organik maddelerden oluşabilecek biyogaz ve metan oranı	26
Çizelge 3.7.	Biyogaz kompozisyonu EIA Bioenergy–Biogasupgrading	28
Çizelge 3.8.	Biyogazın genel özellikleri	29
Çizelge 3.9.	Sebze meyve halindeki komisyoncuların bazılarından günlük olarak alınan atık miktarları	47
Çizelge 4.1.	Merkez ilçelerde kurulan semt pazarlarının listesi	48
Çizelge 5.1.	Sebze ve meyve atıklarından elde edilen analiz sonuçları	55
Çizelge 5.2.	Güvercin gübresi kullanılarak elde edilen analiz sonuçları	60
Çizelge 5.3.	Sebze,meyve ve gübre karışımıdan elde edilen analiz sonuçları	65

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 3.1.	Dünya nüfusu 1950-2050	15
Şekil 3.2.	Çeşitleri bakımından fosil yakıtların kalan miktarlarının ömürleri (tc enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı	16
Şekil 3.3.	Dünyanın öncelikli enerji ihtiyacının kaynaklara ve bölgelere göre dağılımı (TC enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı	16
Şekil 3.4.	Ekonomilerin enerji yoğunluğu (OECD Factbook 2015-2016) (TC Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı	17
Şekil 3.5.	Biyokütle çevirim teknolojileri	21
Şekil 3.6.	1766-1844 John Dalton ile öğrencisi bataklıkta gaz toplama işlem	22
Şekil 3.7.	www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx	23
Şekil 3.8.	Biyogaz üretim prosesi	24
Şekil 3.9.	Biyogaz üretiminde kullanılan hayvansal organik atık maddeler	24
Şekil 3.10.	Biyogaz üretiminde kullanılan bitkisel atık maddeler	25
Şekil 3.11.	Biyogaz üretilen ortamlar	27
Şekil 3.12.	Biyogaz reaktörü örneği	29
Şekil 3.13.	Sabit kubbeli Reaktör-Çin tipi	31
Şekil 3.14.	Yüzer (Hareketli) kubbeli Reaktör –Hint tipi	32
Şekil 3.15	Balon tipi	32
Şekil 3.16.	Torbalı tipi	33
Şekil 3.17.	Tam karışımlı reaktör	34
Şekil 3.18.	Piston akımlı reaktör	34
Şekil 3.19.	Lagün tipi	35
Şekil 3.20.	Türkiye'de yıllara göre biyokütle enerjisine bağlı olarak mevcut güçteki gelişim	36
Şekil 3.21.	Türkiye orman kaynaklı biyokütle potansiyeli	38

Şekil 3.22. Türkiye tarımsal biyokütle potansiyeli 39

Şekil 3.23. Türkiye biyokütle enerjisi potansiyel atlası 40

Şekil 4.1. Atıl dutumda alınan hidrofor 43

Şekil 4.2. Hidroforun kapak kısmı için kullanılan malzemeler 44

Şekil 4.3. Hidroforunun son hali 45

Şekil 4.4. Düzeneğin tahliye bölümü 46

Şekil 4.5. Diyarbakır sebze ve meyve hali iç görünümü 47

Şekil 4.6. Kapalı semt pazarı görüntüsü 48

Şekil 4.7. Günlük kurulan semt pazarı görüntüsü 49

Şekil 4.8. Toplanan sebze ve meyve atıkları 50

Şekil 5.1. İlk ölçüm değeri (0,275 bar) 53

Şekil 5.2. İkinci ölçüm değeri (0,300 bar) 53

Şekil 5.3. Üçüncü ölçüm değeri (0,400 bar) 54

Şekil 5.4. Dördüncü ölçüm değeri (0,500 bar) 54

Şekil 5.5. Sebze, meyve atıklarından elde edilen gazın basınç kütle grafiği 56

Şekil 5.6. Sebze ve meyve atıklarından elde edilen gazın kütle sıcaklık grafiği 56

Şekil 5.7. Sebze ve meyve atıklarından elde edilen gazın basınç sıcaklık grafiği 57

Şekil 5.8. Sebze ve meyve atıklarından elde edilen gazın basınç zaman grafiği 57

Şekil 5.9. Birinci ölçüm değeri (0.200bar) 58

Şekil 5.10. İkinci ölçüm değeri (0,225 bar) 58

Şekil 5.11. Üçüncü ölçüm değeri (0,350 bar) 59

Şekil 5.12. Dördüncü ölçüm değeri (0,425 bar) 59

Şekil 5.13. Güvercin gübresinin basıncın kütleye bağlı grafiği 60

Şekil 5.14. Güvercin gübresinden elde edilen gazın kütle sıcaklığa grafiği 61

Şekil 5.15. Güvercin gübresinin basıncın sıcaklığa bağlı grafiği 61

Şekil 5.16. Güvercin gübresinin basıncın zamana bağlı grafiği 62

Şekil 5.17. Birinci ölçüm değeri (0,150 bar) 62

Şekil 5.18. İkici ölçüm değeri (0,225 bar) 63

Şekil 5.19. Üçüncü ölçüm değeri (0,245 bar) 64

Şekil 5.20. Dördüncü ölçüm değeri (0,350 bar) 64

Şekil 5.21. Sebze, meyve ve güvercin gübresi karışımının basınç kütle grafiği 65

Şekil 5.22. Sebze, meyve ve güvercin gübresi karışımının oluşturduğu gazın kütle sıcaklık grafiği 66

Şekil 5.23. Sebze, meyve ve güvercin gübresi karışımının oluşturduğu gazın basınç sıcaklık grafiği 66

Şekil 5.24. Sebze, meyve ve güvercin gübresi karışımının oluşturduğu gazın basınç zaman grafiği 67

KISALTMA VE SİMGELER

AB : Avrupa Birliği

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

BEPA : Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası

CBS : Coğrafik Bilgi Sistemleri

ÇED : Çevresel Etki Değerlendirme

EİE : Elektrik İşleri Etüt İdaresi

EMO : Elektrik Mühendisleri Odası

ETKB : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

EÜAŞ : Enerji Üretim Anonim Şirketi

GG : Güvercin Gübresi

HES : Hidroelektrik Enerji Santrali

MMO : Makina Mühendisleri Odası

MTA : Maden Tetkik Arama

Mtep : Milyon Ton Eşdeğer Petrol

OECD : Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı

OA : Organik Atık

ÖTV : Özel Tüketim Vergisi

TAEK : Türkiye Atom Enerjisi Kurumu

TEDAŞ : Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi

TEİAŞ : Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TEP : Ton Eşdeğer Petrol

YEGM : Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

YEK : Yenilenebilir Enerji Kaynakları

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu ve sanayileşmenin gelişmesi beraberinde enerji ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Dünyanın ihtiyacı olan enerjinin , % 29 kömür %24,2 doğalgaz % 32,8 petrolden ve bunların dışında kalan % 14' lük bölümünü hidro enerjisi, nükleer enerji ve yenilenebilir enerji oluşturmaktadır. Yeryüzünde fosil kökenli enerji kaynaklarının rezervleri hızla tükenmektedir. Fosil kökenli enerji kaynakları atmosferdeki karbondioksit (CO_2) salınımının miktarının çoğalması sebebi ile bu enerji kaynakları yaşam alanlarımıza ciddi zararlar vermektedir (Yürük ve Erdoğmuş, 2015). Biyogaz enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olup çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturmamaktadır. Çünkü; doğanın kullandığı karbondioksit ile biyogaz enerjisi bileşenlerinden biri olan CO_2 aynıdır, bu nedenle atmosfere zarar vermez kirlilik etkisi oluşturmaz (Toklu ve ark. , 2010). Ayrıca, tükenmekte olan doğal gaz enerjisinin yerine geçebilecek biyogazın içeriğindeki metan (CH_4) gazı önemli kaynaklardandır (Türkiye Petrolleri, 2015).

Ülkemiz organik atık kaynakları ve biokütle kaynakları açısından oldukça zengindir. Ancak; Türkiye, üretimini sağladığı enerjinin yaklaşık 3 katını harcayan bir ülke durumunda bulunmaktadır. Bundan dolayı enerji ihtiyacının karşılanması için başka ülkelere bağımlılığımız %70'in üzerindedir. Bunun yanı sıra ülkemizdeki mevcut biyogaz potansiyeli ile kulanmış olduğumuz doğal gazın % 88'i karşılanabilmektedir (Kumbur , ve ark. , 2015).

Biyogaz elde edilirken oluşan gazların içeriğinde yaklaşık olarak CH_4 gazı % 55-75, CO_2 gazı % 25-45, (H_2) gazı %1-10, (N_2) gazı % 0 – 0,3 ve (H_2S) gazı % 0-3 bulunmaktadır (Şanlıurfa Karacadağ Kalkınma Ajansı, 2014).

Türkiye de organik atıklar oluşan atıkların % 65'ini oluşturmaktadır. Bu da ülkemizin organik atık bakımından çok ciddi bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bu atıklar toplanıp çöp dağları oluşturulmakta doğa kirletilmekte kontrolsüz bir şekilde çürümeye bırakılıp enerjiye dönüştürülmemektedir. Bu atıkların düzgün bir şekilde toplanıp değerlendirilmesi çevre temizliği bakımından hem de enerji potansiyeli bakımından değer taşımaktadır (www2.deloitte.com).

1973 yılındaki enerji krizi ile yenilenebilir enerji kaynaklarının değeri artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hepsinin ortak sonucu doğaya hiçbir şekilde olumsuz etki oluşturmamalarıdır.

Ayrıca bu enerji kaynaklarının ekonomik açıdan dışa bağımlılık konusunda ciddi katkılar sunmaktadır. Günümüzde ülkemiz ihtiyacı olan doğal gazın büyük kısmını diğer ülkelerden yüksek miktarda para ödeyerek satın almaktayız.

Bu çalışma ile organik atıklarının biyogaz üretme potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Daha önceden böyle birçok çalışma yapılmış sadece organik atıklarının teorik metan üretimi ve biyogaz üretim potansiyeli hesaplamak için yapılan bir çalışma değil aynı zamanda en düşük maliyetle bunun nasıl yapılabileceğini araştırıp bu çalışma daha sonraki çalışmalar için örnek oluşturacaktır.

Bu çalışma ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih etmesinin sebepleri; yeraltı kaynakları bakımından çok düşük bir potansiyele sahip olması ve enerjimizin yaklaşık olarak 3/4'tünü dışarıdan satın alması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimini zorunlu kılmaktadır. Enerji, tarih boyunca gelişmişlik ve kalkınmışlık düzeyinin belirlenmesinde ana unsurlardan biri olmuştur. Birey başına düşen enerji ile ülkelerin gelişmişlik düzeyleri doğru orantılıdır (Kaya, 1999). Yenilenmeyen enerji kaynaklarının yerini alabilecek olan yenilenebilir enerji (biyokütle, dalga, güneş, rüzgâr hidroelektrik, gel-git, jeotermal, hidrojen) kaynaklarının Türkiye'de yüksek miktarda bulunmasına rağmen bu kaynakların kullanım miktarı çok düşüktür. Biyogazın elde edilmesi için kullanılan yöntem ile organik atıklardan enerji elde edilirken diğer yandan oluşan atık toprak için kompost (gübre) olarak sunmaktadır.

Bu çalışmada amaç, yenilenebilir enerji kaynakları açıklanarak atıl durumdaki kullanılmaz haldeki hidrofor tankının biyogaz üretimine uygun hale getirilerek farklı oranlardaki Diyarbakır ili sebze meyve atıklarından oluşan organik atık (OA) ve su karışımının bu tank içerisinde belli sürelerde bekletilmeye bırakılarak biyogaz üretimini gerçekleştirmek ve aynı zamanda Diyarbakır ili sebze meyve atıklarının oranını Diyarbakır ili sebze hali yetkilileri ile yapılan mülakat ve görüşme yardımı ile tahmin ederek elde edilen bu tahmini değerin enerji potansiyelini elde etmektir.

Ayrıca; bu çalışma ile temiz enerji kaynaklarının önemi ve biyokütle enerjisinin ülkemizdeki potansiyeli ve ülke ekonomisine olan katkısı konusunda da bilgiler verilmiştir.

Elde ettiğimiz değerler göz önünde bulundurularak Diyarbakır'da oluşan sebze ve meyve atıklarından elde edilecek gazın kütlesi ve basıncı yaklaşık olarak; 4 kg atıktan 0.0344 m^3 gaz elde ediliyorsa 47 ton atıktan 404.2 m^3 gaz elde edilir. 404.2 m^3 gaz aynı zamanda 4262.20 kWh enerjiye eşittir. Bununla birlikte 4 kg OA için 10 litre su kullanılmıştı 47 ton için kullanılması gereken su miktarı 117500 litre su gerekmektedir (http://calculat.org (Dönüştürücü).

Sonuç olarak çok düşük bir maliyetle atıl haldeki bir hidrofor tankını biyogaz üretimine hazır hale getirerek biyogaz üretimini gerçekleştirmiş olduk aynı zamanda farklı karışımlar sonucunda biyogaz performansını değerlendirdiğimizde, organik atıklar ile güvercin gübresinin karışımının biyogaz performansını arttırdığını gözlemledik. Yapmış olduğumuz bu çalışma ve ülkemizin sahip olduğu kaynaklar göz önüne alındığında ülkemizin ihtiyacı olan enerjinin bir kısmının karşılanması, biriken atıkların çevreye ve doğaya verdiği olumsuz etkilerin azaltılması gelecek nesillere bırakabileceğimiz bir dünya olması açısında yenilenebilir enerji çok önemli bir yer teşkil etmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yenilenebilir enerji ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının genellikle yöresel ve bölgesel potansiyellerin belirlenmesi, mali analizler, kullanım alanları şeklinde yapılmıştır. Konuyla ilgili yapılan bazı tez ve makale çalışmaları aşağıda verilmiştir.

Özsümbül (1999), yüksek lisans tezi olarak "Türkiye'nin enerji potansiyeli, gelişimi ve gelecekteki enerji portresinin çıkarılması" konusunu ele almış olup, nükleer santrallerin ülkemiz için gerekli olan enerjiyi en kolay ve en basit biçimde nasıl elde edilebileceğini bulmaya çalışmıştır.

Peker (2002), "Rüzgâr enerjisinin çevresel etkileri ve bu etkilerin azaltılmasında planlamanın rolü" isimli çalışmasında rüzgâr enerjisinin önemsenmesinin asıl sebebinin, ihtiyaç duyulan enerjinin her geçen gün mevcut doğal kaynaklardan faydalanmak elde edileceğini belirtmektedir.

Özerdem (2003), "Türkiye'de rüzgâr enerjisi uygulamalarının gelişimi ve geleceği" isimli çalışmasında, "Gelecekte daha etkin konumlarda olacak ülkeler kendi ulusal kaynaklarını teknolojik olarak daha fazla kullanabilen ülkeler olacaktır. Bu etkin konuma gelmek için gereken parametrelerin başında yenilenebilir enerji kaynaklarından, bilhassa rüzgâr enerjisinden yararlanma konusu gelmektedir" görüşünü desteklemektedir.

Ültanır (2004), "Rüzgâr, su ve Türkiye" adlı çalışmasında, "Türkiye'de rüzgâr ve su kaynaklarından elde edilecek enerjinin Avrupa pazarında yer alabileceğinin" önemini belirtmektedir.

Yıldız (2006),yüksek lisans tezi olarak ülkemizde ve dünyada yenilenebilir ve fosil kökenli kaynakların ileriye dönük alt yapısına dair çalışma yapmıştır. Yenilenebilir enerji tüketiminin, toplam enerji tüketimi içindeki miktarının dünyada artacağının, ülkemizde ise azalacağının altını çizmektedir.

Ablabekova (2008), bu çalışma bir yüksek lisans tez çalışması olup yenilenebilir enerji kaynaklarını iktisadi etkinlik açısından ele almış, fosil yakıtlar ile yenilenebilir enerji kaynaklarının karşılaştırılmasına dönük bir çalışmadır.

Dikmen (2009), yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkemizdeki durumuna değinerek insan ile doğa arasında denge kurarak doğal kaynakları yok etmeden yenilenebilir enerjiye dikkat çekmiştir.

Ağaçbiçer (2010), hammaddenin potansiyel, maliyet ve ekonomik analizlerini yapmış ve yenilebilir enerji kaynaklarının Türkiye ekonomisine katkısı üzerine yüksek lisans çalışması yapmıştır.

Nas (2011), Hasankeyf Ilısu Barajı üzerinde yapmış olduğu yüksek lisans tezinde alternatif enerji kaynakları arasında yer alan hidroelektrik santrallerinin kent yaşamı da çevrede ve kültürel yapıda meydana getirdiği olumsuz ve olumlu durumlar incelenmiştir.

Çelik (2012), enerji kaynaklarının tanımını yaparak, "Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi" kurulu güçleri ve yatırım maliyetleri konulu yüksek lisans tez çalışması yapmıştır.

Adıyaman (2012), yenilenebilir enerji miktarının ülkemizde ve dünyada meydana getirdiği faydalı ve zararlı etkilerini anlatmış, ülkemizin yenilenebilir enerji politikalarından bahsederek yenilenebilir enerji kaynaklarının arttırılmasının gerekliliği üzerinde durmuştur.

Seydioguları (2013), "Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji" adlı çalışmasında ekonomik gelişme ve birey artışına bağlı olarak çoğalan alternatif enerji ihtiyacının kalkınmada oluşturduğu etkileri incelenmiştir.

Özcan (2013), yapmış olduğu doktora tez çalışmasında ülkemizde üretilen elektrik enerjisini genişletme ve bu gelişimi organize etme ve bu enerji enerji kaynaklarının önemine değinmiştir.

Gözler (2013), "Ülkemizin enerji kaynakları" isimli bir makalesinde fosil kökenli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım alanlarına dikkat çekilmiş ve bu kaynakların Türkiye'deki potansiyeli üzerinde durmuştur.

Kürşat (2013), "Yeşil sürdürülebilirlik için yeşil ekonomi" adlı akademik çalışmasında insanlığın refahının ve çevresel riskleri ekolojik değerleri çok azaltmadan geliştirmeye dönük çalışmalar ile ilgili ülkemizde yapılan çalışmaları araştırmış ve yeşil enerjinin avantaj ve dezavantajları üzerinde durmuştur.

Taşkın ve Vardar (2014), "Yenilenebilir enerji kaynakları ve Türkiye" adlı çalışmaları ülkemizde alternatif enerji kaynaklarının potansiyellerini ele almışlardır.

Esen ve Bayrak (2014), "Türkiye'nin enerji açığı sorunu ve çözümüne yönelik arayışlar" adlı çalışmalarında ülkemizin enerji açığı sorununu genel hatlarıyla ele alarak ülkemizin genel enerji üretim düzeyi, enerji dengesini ve tüketim miktarları bakımından değerlendirmişlerdir.

Aslanzadeh ve Özmen (2009), yaptıkları çalışmada %70 evsel katı atık ile %30 portakal kabuğu atığını karıştırarak bu karışımı substrat (enzimin üzerinde etkili olduğu özel madde)olarak kullanmışlardır. Sürekli anaerobik sistem ve kesikli sistem olmak üzere iki farklı sistemde çalışmalarını yapmışlardır. Her iki sistemde de 35 gün termofilik sıcaklıklarda (55^0C), 3 g UK/L gün yükleme oranı ve 21 gün hidrolik bekleme süresi koşullarında çalışılmıştır. İki reaktörde de ilk periyotta metan üretimi 0,5 Nm^3/kg UK gün tespit edilmiştir.

Halisdemir (2009), çalışmasında hammadde olarak evsel atık suların arıtılmasıyla meydana gelen biyolojik arıtma çamuru ve meyve suyu fabrikasından çıkan portakal posasını kullanmıştır. Çalışmada katının suda çözünen madde miktarını artırmak amacıyla bazı ön işlemler uygulanmış ve arıtma çamurunda katı maddenin %20' si kadar HNO^3 kullanılarak 60 dakika suyun kaynama sıcaklığında pişirilmesinden sonra arıtma çamurunun %52,43'ünün sulu faza geçerek 297,5 mL CH_4 metan üretimi sağlanmıştır. Portakal posası atığında ise %54,71'nin sulu faza geçtiği, katı maddenin %15'i kadar NaOH kullanılarak 30 dakika ultra ses ön işlemi uygulandığında 226,6 mL CH_4 metan verimi tespit edilmiştir.

Halisdemir (2001), yaptığı çalışmada belediye çöp bileşenleri, evde üretilen geri dönüşümsüz maddeler ve endüstriyel atık su arıtma çamurlarını kullanmıştır. Tüm atıklarda nemin yaş temel üzerinden %9,88 -99,57, kuru temel üzerinden külün %1,00-19,32 ve üst ısıl değerin (kuru) 7,74-2,20 MJ/kg arasında oldukları hesaplanmıştır. Sonuç olarak nem oranı yüksek olanların kurutulduğunda yakıt olarak kullanılabileceği, bileşenlerin ısıl değerinin birim kütle başına (kuru madde) 12-23 MJ/kg arasında olduğu saptanmıştır. Bulunan bu enerji değerleri doğru dönüşüm sistemleri ile yakıta dönüştürüle bilineceği sonucuna varmıştır.

Kobya (1992) çalışmasında farklı sıcaklıklardaki sığır gübresinden biyogaz üretimini incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda 35 ^{0}C'da 80 g kuru sığır gübresinden 8,63 L, 80 g yaş gübreden ise toplam 9,67 L biyogaz elde edilmiştir.

Demirel ve Scherer (2009), yaptıkları çalışmalarında şeker pancarı silajından biyogaz eldesi üzerine çalışmışlardır. Şeker pancarı silajı gübre ilave edilmeden pH 3,3-3,4 gibi düşük bir seviyede gezinmektedir. Çalışmada mezofilik biyogaz çürütücüsünü 15 ile 9,5 gün hidrolik bekleme süresi ile çalıştırılmışlardır. En yüksek gaz üretim hızı %74 CH_4 içerikle 0,67 L/g UK olarak 9,5 gün hidrolik bekleme süresinde ölçülmüştür.

Arıkan (2008), tez çalışmasında organik katı atıkların çürütülmesi sonucu oluşan çamur içindeki organik maddeden daha çok yararlanmak için 55 ^{0}C'de tekrar çürütmüş ve ön işlemler ve ısıl işlem uygulayarak çamurun özelliklerini belirlemiştir. Metan gazı hacmi 5 ve 29 günde ön işlenmemiş çamurda 27 ve 212,50 mL bulmuşken, işlenmiş çamurda 96 mL, 118,50 mL, ısıl işlem uygulanmış çamurda 216 mL, 318 mL elde etmiştir. Isıl ön işlem uygulandıkça hidroliz aşamasının ısının etkisiyle hızlandığı ve metan gazı hacminin arttığını gözlemlemiştir.

Gül (2011), yaptığı çalışmada 100 süt sığırı kapasitesine sahip bir mandıraya İzmir şartlarını göz önüne alarak uygun bir biyogaz sistem tasarımı yapmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu üretilen biyogazın çok az bir kısmının tesis için kullanıldığı, geri kalan biyogazın pişirme, su ısıtma, ısınma, elektrik üretim, soğutma için kullanılabileceğini tespit etmiştir.

Zhang (2012), çalışmasında Çin'de 12 m^3 'lük ev tipi bir biyogaz sisteminin 1 günde 1,46 m^3 biyogaz ürettiğini saptamıştır.

Dalgıç (1998), yaptığı tez çalışmasında zeytin küspesinden biyogaz üretimini incelemiştir. Çalışmalar kesikli ve yarı kesikli reaktörlerde gerçekleştirilmiş ve katı madde miktarı ile alı konma süreleri değiştirilerek biyogaz oluşum hızı belirlenmiştir. Kesikli sistemde biyogaz üretim miktarı 0,47 L/NŞA reaktör gün bulunmuştur ve gazın %80 CH_4 içerdiği belirlenmiştir. Yarı kesikli sistemde ise 20 gün alı konma süresi ve %10 KM miktarıyla 0,69 L/L reaktör gün ile 0,076L biyogaz/L reaktör eklenen g KOİ bulunmuştur.

Sadi (2010), yaptığı tez çalışmasında organik materyal içeren yiyecek, bahçe atığı ve kâğıt gibi katı atık maddelerini kullanarak biyogaz üretme teknolojilerini

incelemiştir. Kesikli sistemde 30 kg organik atık ile 30 litre su karıştırarak 30 günün sonunda 4,98 kg biyogaz elde etmiştir. Sonuç olarak 1 kg organik atıktan 0,166 kg biyogaz üretilebilir sonucuna varılmıştır. Sürekli sistem incelendiğinde ise 100 kg atık, 100 litre su ile karıştırılmış ve 40 gün boyunca 5 L'lik karışım alınarak, 40 gün boyunca 11,125 kg biyogaz=15,89 m^3 biyogaz elde edilmiştir.

Eryaşar (2007), yaptığı çalışmada besleme materyali olarak taze sığır atığını sulandırıp kullanmıştır. Deneyler 280 L ve 5 m^3 olmak üzere iki ayrı reaktörde gerçekleştirilmiştir. Biyogaz üretim deneyleri sürekli ve kesikli besleme şeklinde gerçekleşmiştir ve mezofilik (37^oC) termofilik (55^oC) sıcaklıklarda çalışılmış. Sürekli beslemede %12 TK, kesikli beslemede %10 TK kullanılmış. Denemeler, güneş enerjisi destekli, 280 L hacimli sistemde, mezofilik-kesikli, mezofilik-sürekli ve termofilik sürekli olmak üzere üç bölümde incelenmiştir.

Karataş (2006), yaptığı tez çalışmasında tavuk gübresinin kesikli sistemde anaerobik arıtımını ve gaz üretimini incelemiştir. Tavuk gübresi ve aşı olarak kullanılan aktif çamur karışımını hammadde olarak kullanarak, en yüksek gaz üretimi için sıcaklık ve Ph' ın etkisini incelemiştir. KOİ'deki en çok düşme yüzdesini 4932x10^{-2} ile 36,6 ^oC ve pH: 7,29'da saptamıştır. Gaz oluşum hızını ise 37,8 ^oC ve pH: 6,96'da 4,15 mL/100 mL saat olarak bulmuştur.

Lung (2011), çalışmasında %100 ıslak damıtılmış tahıldan 0,17 L, %75 ıslak tahıl ile %25 gübreden 0,21 L, %25 ıslak tahıl ve %75 gübreden 0,18 L, %100 gübreden 0,12 L biyogaz elde etmiştir. Çalışmasında katı hal çürütücüsünü kesikli reaktör gibi kullanmıştır.

Teghammar (2013), çalışmasında lignoselülozlerden biyogaz üretimini incelemiştir. Bu çalışmada farklı ön-arıtım metotları kullanılmıştır. Fiberleri açarak, biyokütle polimerlerini sonraki prosesler için daha ulaşılabilir hale getiriren ön işlemi sodyum hidroksit ve hidrojen peroksit ilavesi ile lignoselülozce zengin kâğıt atıklarına uygulanmış ve 493 NmL/gUK metan üretimi tespit edilmiştir. Organik çözücü olarak N-metilmorfolin-N-oksit kullanılarak ladin-alaçam (cips ve öğütülmüş), pirinç çöpü, tritikale çöpüne ön işlem uygulanmış ve 202, 395, 328, 362 NmLCH_4/g karbonhidrat üretimi gözlemlenmiştir.

Çoban (2009), tez çalışmasında hayvansal ve bitkisel atıklardan biyogaz üretim prosesini ADMA ve ASPEN HYSYS modellemesini kullanarak simülasyon oluşturmuş ve optimum işletme şartlarını belirlemiştir. Buna göre; 1:1 oranında bitkisel ve hayvansal atıkların karıştırılarak oluşturulduğu hammadde bileşiminden %12,4 kuru madde oranı ve 20 günlük bekleme süresi sonunda günlük %70 CH_4 içeriğine sahip 1080 m^3 biyogaz elde etmiştir.

Altıkat ve Çelik (2012), yaptıkları çalışmada Iğdır il sınırları içinde ki hayvan artık ve atıklarından elde edilebilecek biyogaz potansiyelini bulunması hedeflenmiştir. TUİK 2010 verileri kullanılarak Iğdır ilinin yanı sıra Doğu Anadolu bölgesindeki iller ve Türkiye'nin genelindeki hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelleri karşılaştırılmalı olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre Iğdır ili hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli 21,441 milyon m^3/yıl olarak saptanmıştır. Agro-Waste projesi çerçevesinde her bir hayvan için belirlenen ton/yıl değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu değerler inek, dana, öküz, deve, at, eşek gibi hayvanlar için $9940x10^{-3}$ ton/yıl, koyun, keçi, gibi hayvanları için $820x10^{-3}$ton/yıl ve tavuk, hindi, horoz, kaz gibi hayvanlar için $29x10^{-3}$ ton/yıl değerleri dikkate alınmıştır.

Dikici ve Akbulut (2004), yapmış oldukları çalışmalarında Elazığ ilinin sahip olduğu biyogaz miktarı ile bu miktarın elde edilmesi için yapılan masraf analizini belirlemişlerdir. Biyogaz potansiyelini belirlemek için ortalama büyükbaş (inek, dana, öküz) hayvanlardan $36x10^{-1}$ ton/yıl gübre, küçükbaş(koyun, keçi) hayvandan $07x10^{-1}$ ton/yıl gübre, kanatlı(tavuk, hindi, horoz) hayvandan ise $22x10^{-3}$ ton/yıl gübre elde edileceği ve 1 ton inek, dana vb. hayvan gübresinden 33 m^3 biyogaz, 1 ton koyun, keçi gübresinden 58 m^3 biyogaz, 1 ton tavuk, hindi, horoz vb. hayvan gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edildiğini de kabul etmişlerdir. Yapılan bu kabullere göre; büyükbaş hayvanlardan;15 265 800 m^3/yıl biyogaz; küçükbaş hayvanlardan; 15 244 894 m^3/yıl biyogaz; kanatlı hayvanlardan; 12 717 876 m^3/yıl biyogaz elde edileceğini hesaplamışlardır.

El-Mashad ve Zhang (2010), çalışmalarında hayvan gübresi ile yiyecek atıklarını karıştırarak biyogaz üretim potansiyelini araştırmıştır. Tüm testler 1L anaerobik reaktörde iki kez tekrarlı olmak şartıyla mezofilik şartlarda (35 ^{0}C) 30 gün boyunca

yapılmıştır. 20 ve 30 gün sonunda bulunan metan ve biyogaz üretimini hesaplamışlardır. En yüksek biyogaz üretimi sırasıyla sadece yiyecek atıklarından 657 L/kg UK (30 günlük); %32 yiyecek atığı ve %68 gübre karışımında 455 L/kg UK (30 günlük); %48 yiyecek atığı ve %52 gübre karışımında ise 531 L/kg UK (30 günlük) bulunmuştur.

Sözer ve Yaldız (2013), yaptıkları çalışmada farklı oranlarda domates atığı ve sığır gübresini karıştırarak bu karışımların biyogaz verimlerini incelemişlerdir. Sonuçlara göre en yüksek metan üretimi %70 sığır gübresi ile %30 domates atığı karıştırılarak elde edilmiştir. %70 sığır gübresi ile %30 domates atığının biyogaz üretimi 19,925 L/gün olarak belirtilmiştir. En yüksek biyogaz üretimi %100 sığır gübresinden 21,425 L/gün olarak bulunmuştur.

Ounaar ve arkadaşları (2012), yaptıkları çalışmada 26,9 m^3 biogazı (%61 metan içeren) anaerobik çürütme ile 440 kg inek gübresinden elde etmiştir. Bu gazın enerji eşdeğeri ise 164,5 kWh'dır.

Mujtaba (2010), tez çalışmasında sebze meyve atıklarının biyogaz üretimini incelemiştir. Farklı marketlerden toplanan atıklar hammadde olarak kullanılmıştır. Laboratuvarda nem, kül, C:N oranı, Na, Ca, K, Mg, P analizleri yapılmıştır. Toplamda 2305 L gaz (70 gün boyunca) saptamıştır. 120 kg'lık kesikli beslemeli reaktörün 70 gün boyunca çalışması sonucu toplam gaz üretimi 2305 L bulunmuştur. Ayrıca sebze meyve atığında nem: 91,02 (g/100g), kül: 5,03 (g/100g),C:N oranı: 19,5 bulunmuştur (Mujtaba, 2010).

Sabuncu (2010), tez çalışmasında çimen, hal-marketlerden kaynaklanan yeşil sebze meyve atıkları, mezbaha atıkları, tavuk gübresi, büyükbaş hayvan gübresi atıklarından biyogaz üretmek amacıyla Kocaeli'nde kurulacak olan anaerobik kofermantasyon tesisini incelemiştir. Kurulan tesisin çevresel analizinde toplam sera gazı azalma miktarı 3,672 tCO_2/yıl olarak bulunmuştur. Tesiste 16,165 ton çimen atığı, 5,615 ton hal ve market atığı, 1,177 ton mezbaha atığı, 5,342 ton tavuk gübresi ile 0,958 ton büyükbaş hayvan gübresi kullanılmıştır. Atıklardan üretilecek biyogaz miktarı hesaplamalara göre Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Atıklardan üretilen biyogaz miktarları

Atık Cinsi	Üretilen Biyogaz Miktarı (m^3/gün)
Çimen	1 701.00
Hal ve Market	217.14
Mezbaha	56.32
Tavuk Gübresi	555.75
Büyükbaş Hayvan Gübresi	35.70

Yapılan kabuller sonucu Hal ve Market atıklarından 217.14 m^3/gün biyogaz miktarı üretileceği beklenmiştir.

Bandara ve ark. (2000), çalışmalarında çeltik samanı ve Pazar çöplerinin biyogaz potansiyeli üzerine çalışmışlardır. Öncelikle Pazar çöpü ve çeltik samanının kimyasal bileşimleri analiz edilmiş, pazar çöpünün bileşimi bulmuşlardır ve son olarak bu iki hammaddenin gaz üretme potansiyellerini tespit edilmişlerdir. Kesikli sistem kullanılarak yapılan araştırma sonunda 228 gün boyunca 3580 kg pazar çöpünden 164.20 m^3 gaz üretimi tespit edilmiş, ortalama günlük değer ise 0.72 m^3/gün olarak hesaplanmıştır.

Qiao ve ark. (2011), çalışmalarında biokütle atığı olarak inek gübresi, domuz gübresi, belediye arıtma çamuru, sebze-meyve atığı ve yiyecek atıklarını seçerek, çürüme ve biyogaz üretimini arttırmak için ön arıtım uygulamışlardır. Ön arıtımdan sonra (170 ^{0}C,1 saat) biyogaz üretimi domuz gübresinde %7.8, inek gübresinde %13.3, sebze ve meyve atığında %18.5 son olarak da evsel arıtma çamurunda ise %67.8'lik bir artış gözlemlemiştir. Çalışmada kullanılan hammaddelerden sebze ve meyve atığından 443 mL/g UK, ön arıtım görmüş sebze ve meyve atığından ise 525 mL/g UK biyogaz elde edilmiştir. Biyogaz üretim potansiyeli en yüksek yiyecek atığındadır, bunu sebze meyve atığı takip eder, sıralamanın sonunda ise belediye arıtma çamuru bulunmaktadır.

Lin ve ark. (2011), yapmış oldukları çalışma yemek sebze ve meyve atıklarının laboratuvar ölçekli tam karıştırmalı reaktörde anaerobik olarak araştırılmıştır. Sebze meyve atığı ve yiyecek atığına 20 günlük Biyokimyasal metan potansiyeli testi uygulandığında toplam metan üretimi sebze meyve atığı için 0.30 m^3 CH_4/kg UK, yiyecek atığı için 0,56 m3CH_4/kg UK olarak saptamışlardır, böylece biyolojik parçalana bilirliklerini %59.3 ve %83.6 olarak hesaplamışlardır. Sebze meyve atığı ve yiyecek

atıkları 1:1 oranında karıştırıldığında metan üretiminin 0.49 m^3 CH_4/kg UK belirlenmiştir.

Bouallagui ve ark. (2009), çalışmalarında mezofilik şartlarda sebze ve meyve atıkları ile karıştırılacak anaerobik çürütmeye en uygun substratın seçilmesini araştırmışlardır. Bu amaçla deneyler anaerobik ardışık kesikli reaktörde sürdürülmüştür. Substrat olarak balık atığı, mezbaha atıksuyu ve aktif çamur; sebze meyve atıklarına eklenmiştir. Sebze meyve atığı, balık atığı, mezbaha atıksuyu ve aktif çamurun elementel analizlerini de yapmışlardır. Tüm bu atıkların biyogaz üretimlerini incelenmişlerdir. 4 farklı oranda karışım yapılmıştır. Bu oranlar ve biyogaz üretimleri Çizelge 2.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. Farklı karışımların biyogaz verimi

	1.Karışım	2.karışım	3.Karışım	4.Karışım
Biyogaz verimi L/g	0.31	0.51	0.49	0.32

1.karışım: %30 sebze meyve atığı+%70 su; 2.karışım: %30 sebze meyve atığı+%70 mezbaha atık suyu; 3.karışım: %30 sebze meyve atığı+%70 aktif çamur; 4.karışım: %30 sebze meyve atığı+%1.4 balık atığı+%68.6 su.

Bouallagui ve ark. , (2003) tüp şeklinde bir çürütücü içinde mezofilik şartlarda sebze ve meyve atıklarından biyogaz üretimini incelemişlerdir. Deneyler 35 ^oC'de ve 18 L'lik tüp reaktör içinde gerçekleşmiştir. Toplanan sebze ve meyve atığı bir ayda 180 tondur. Atığın fiziksel ve kimyasal analizi Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Atığın fiziksel ve kimyasal analizi

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5
Toplam katı %	12.5	11.2	10.5	10.5	11.9
Uçucu katı %	87	88.4	89	86.3	91.6
Toplam organik karbon %	47	52.1	54.1	45.2	52.1
Toplam nitrojen%	2.3	1.7	1.5	2.5	3.4
C/N oranı	20.4	30.4	35	17.5	15.2

% 6'lık yükleme oranı ile en yüksek biyogaz üretimi 0.7 m^3/kg UK olarak elde edilmiştir.

Bouallagui ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada sebze meyve atıklarının tüp reaktörde anaerobik çürütülmesine sıcaklığın etkisini incelemişlerdir.

Termofilik, mezofilik ve psikofilik şartlarda deneyler yapılmıştır. %4, 6, 8 ve 10'luk katı madde oranlarının 20, 35 ve 55ºC'lerde ki biyogaz verimleri incelenmiştir. En yüksek biyogaz verimi %6'lık katı madde oranıyla 55ºC'de 0.99 m^3/kg UK olduğu görülmektedir. Sıcaklık arttıkça biyogaz veriminin de artığı görülmektedir.

Singh ve ark., (1984) büyük baş hayvan atığından katı miktarları farklı atıklardan gaz elde eden beslemeli sisteme günlük 25 g/L eklenerek çürütücü sıcaklığın 30ºC olduğu bir yerde 20 günde metan CH_4 gazı üretmiş ve verimini tespit etmişlerdir. Toplam katının oranının yüzde dokuz olduğu katı bir atıktan, CH_4 gazı üretimini 620 mL, verimini ise 163 m^3/ton uçucu katı ölçmüşlerdir. Toplam katı % 2.25 olan katı atıktan metan gazı üretimini 140 mL, verimini ise 37 m^3/ton uçucu katı ölçmüşlerdir.

Çizelge 2.4. Farklı katı konsantrasyonlarında çürütücülerin performansları (sabit yükleme hızı 3,8 UK/L/gün)

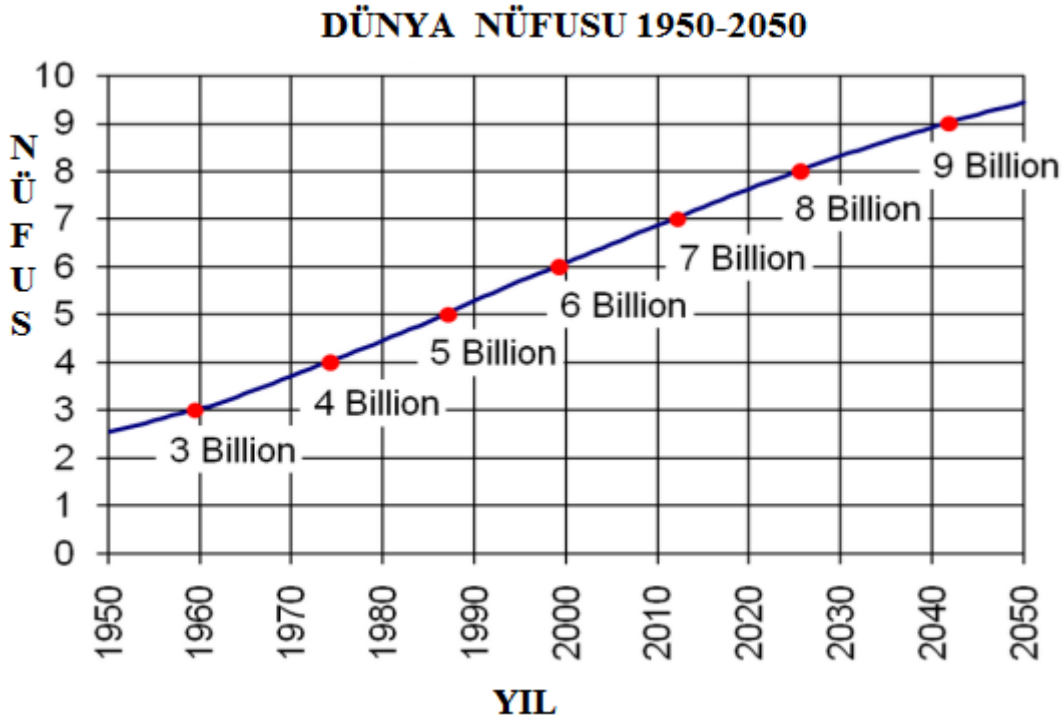
Toplam Katı Ort.(%) x10^{-2}	**Geçen Zamanı (gün)**	**Parçalanma yüzdesi**			**Gaz Üretimi**	
		Toplam katı x10^{-1}	**Uçucu Katı** x10^{-1}	**Selüloz** x10^{-1}	**Günlük** x10^{1}	**m^3 / ton UK**
25	5	174	206	215	14	37
450	10	212	233	149	44	115
675	15	244	257	231	53	139
900	20	278	297	329	62	163
135	30	361	382	418	60	157
1800	40	339	358	320	53	139

Barcelona'da 1999 yılında Organik katı atıkların havasız çürümesi sebebi ile bu konu üzerine çeşitli konuşmacıların katıldığı bir toplantı yapılmıştır. Bu bilimsel toplantı baz alınarak, Mata ve ark. (2000) organik katı atıkların, oksijensiz solunum un etkisi ile sera gazı etkilerinin azalmasına yaptığı katkı ve CH_4 gazının üretiminin çoğaltılmasının önemi incelenmiştir.

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Enerji

Enerji her yanımızı sarmaktadır. Var olan her şeyin bir enerjisi vardır ve evren de enerjiden meydana gelmiştir. Çeşitli metotlar kullanılarak hiçbir enerji kaybı olmadan enerjinin birbirine dönüştürüldüğü görülmüştür. Buna enerjinin korunumu kanunu adı verilmiştir Günlük yaşantımızın vazgeçilmez gereksinimlerinden olan enerji yaşantının devamı için gereklilik arz etmektedir (Çukurçayır ve Sayır, 2015). Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi de enerji tüketimidir. Nüfusun arması ve teknolojinin gelişmesiyle beraber artan enerji tüketimi, enerjinin dünya ekonomisinde sahip olduğu payı ve önemi de her geçen gün arttırmaktadır.

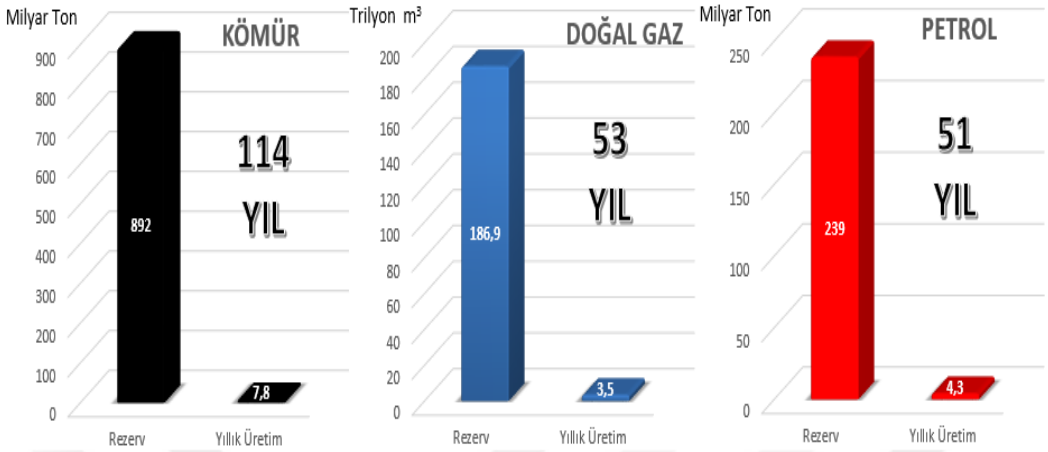


Şekil 3.1. Dünya nüfusu 1950-2050 (Kaynak: U.S. Census Bureau, International Data Base, 2011)

3.2. Dünyada ve Türkiye'de Enerji Kaynakları

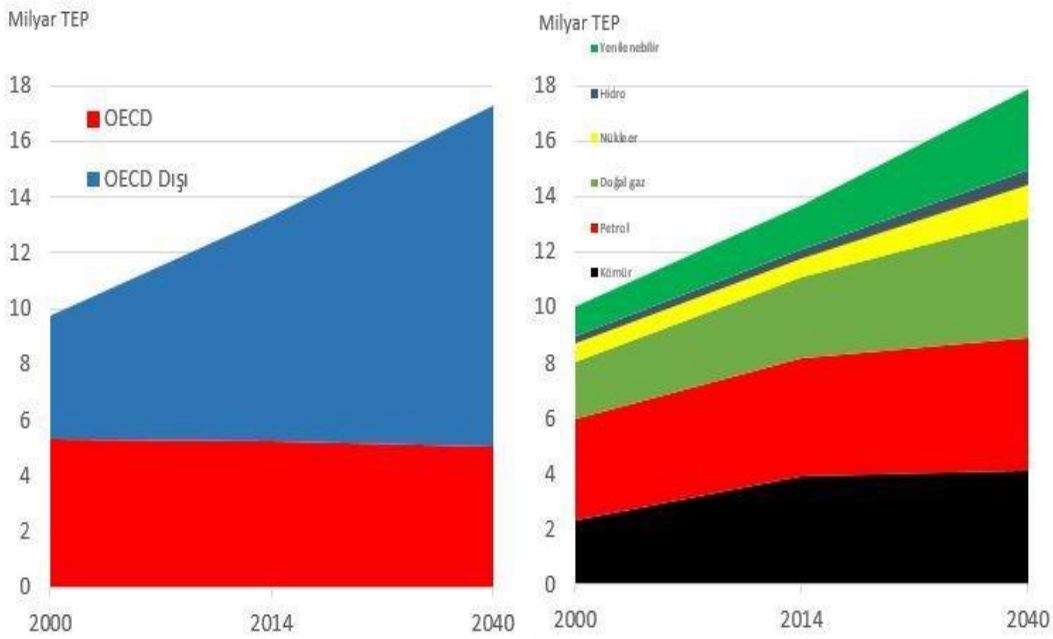
Enerji, ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada da büyük bir sorun teşkil etmektedir. Enerji elde etmek için kullanılan fosil yakıtlar çok hızla tükeniyor olması beraberinde birçok sorun da getirmektedir. Bu sorunlardan bazılarını, havanın ve denizlerin aşırı karbonla dolması olarak sayabiliriz. Karbon oranının artması doğal yaşamı olumsuz etkilemekte ve dolayısıyla geleceğimizi de tehdit etmektedir. Bu ve benzeri sebeplerden

ötürü enerji meselesi dünyada daima önemli bir konu olarak gündem olmakta ve tartışılmaktadır.



Şekil 3.2. Çeşitleri bakımından fosil yakıtların kalan miktarlarının ömürleri (tc enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı (Strateji Geliştirme Başkanlığı)(01.01.2017 İtibarıyla)

Ülkesel bazda baktığımızda yer altı kaynaklarının dünyada eşit olarak dağılmadığını görmekteyiz. Kimi bölgeler büyük oranda yer altı kaynaklarına ve çeşitliliğine sahip iken kimi ülkeler de bunlardan daha azına sahiptirler. Bu durum fosil enerji kaynakları için de aynıdır.

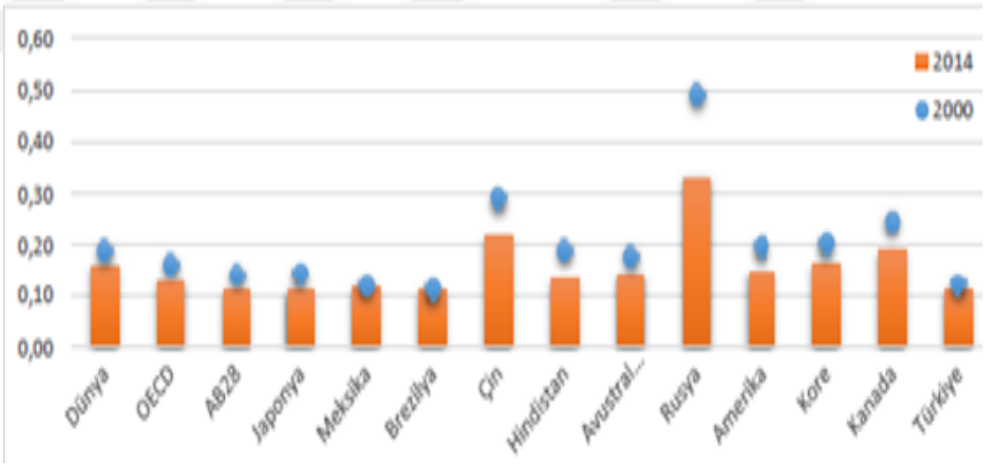


Şekil 3.3. Dünyanın öncelikli enerji ihtiyacının kaynaklara ve bölgelere göre dağılımı (tc enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı (Strateji Geliştirme Başkanlığı) (01.01.2017 İtibarıyla)

Çizelge 3.1. Dünya birincil enerji tüketimi (Milyon TEP)

ÜLKE	2013	2014	2015	Dünya Toplamındaki Payı (%)	Sıra
Çin	2.903,9	2.970,3	3.014,0	22,9%	1
ABD	2.271,7	2.300,5	2.280,6	17,3%	2
Hindistan	626,0	666,2	700,5	5,3%	3
Rusya	688,0	689,8	666,8	5,1%	4
Japonya	465,8	453,9	448,5	3,4%	5
Kanada	335,0	335,5	329,9	2,5%	6
Almanya	325,8	311,9	320,6	2,4%	7
Brezilya	290,0	297,6	292,8	2,2%	8
Güney Kore	270,9	273,1	276,9	2,1%	9
İran	247,6	260,8	267,2	2,0%	10
Suudi Arabistan	237,4	252,4	264,0	2,0%	11
Fransa	247,4	237,5	239,0	1,8%	12
Endonezya	175,0	188,3	195,6	1,5%	13
Birleşik Krallık	201,4	188,9	191,2	1,5%	14
Meksika	188,9	190,0	185,0	1,4%	15
İtalya	155,7	146,8	151,7	1,2%	16
İspanya	134,2	132,1	134,4	1,0%	17
Avustralya	130,7	129,9	131,4	1,0%	18
Türkiye	120,3	123,9	126,9	1,0%	19
Tayland	120,3	123,4	124,9	0,9%	20
Güney Afrika	124,6	128,0	124,2	0,9%	21
Tayvan	109,9	111,4	110,7	0,8%	22
BAE	97,2	99,0	103,9	0,8%	23
Polonya	96,0	92,4	95,0	0,7%	24
Ukrayna	114,7	101,0	85,1	0,6%	25
TOPLAM	12.873,1	13.020,6	13.147,3	100,0%	

* (1 Ocak 2017 itibarıyla en güncel verilerdir.)



Şekil 3.4. Ekonomilerin enerji yoğunluğu (OECD Factbook 2015-2016) (TC Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı (Strateji Geliştirme Başkanlığı) (01.01.2017 İtibarıyla)

Kaynakları bakımından fakir veya yetersiz olan ülkeler gelişme ve kalkınma sürecinde artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için sahip oldukları bütçenin büyük bir bölümünü enerji alımı için ayırmaktadır. Bu durum da enerji açısından dışa bağımlılığı arttırmaktadır. Sürdürülebilir enerji konusunda sadece fakir ülkeler değil onlarla birlikte enerji zengini ülkelerinde yoğun bir şekilde çalışma yürütüyor olması gerekmektedir.

Bu da yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve bunların etkili kullanılmasını sağlayan destek mekanizmalarını anlamlı bir şekilde etkinleştirmek en doğru yol olacaktır (Arık, 2016).

Yapılan çalışmalar 2030 yılında enerji tüketiminin ülkemizde %100, dünya da ise %60 oranında artacağını göstermektedir. Bu artışların temel nedeni olarak nüfusun hızla çoğalması ve buna bağlı olarak sanayileşmenin artması gösterilebilir (Satman, 2015). Bu gibi durumlar sebebiyle enerji ekonomide en büyük paya sahip etmenlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu açıdan düşük maliyetli, güvenilir, kaliteli ve fazla miktarda kaynak bulunması büyük bir önem arz etmektedir (Erdal ve Karakaya, 2012).

Çizelge 3.2. Ülkemizde tüketilen toplam enerji öncelikli enerji ihtiyacı (Enerji ve tabi kaynaklar bakanlığı 2010 enerji dengesi veri tabanı).

TW saat/yıl Fosil yakıtlar	İthal	İhraç	Öncelikli ihtiyacı	Toplam tüketimi
Kömür	159.70	0	180.00	94.00
Linyit	0	0	178.90	70.70
Petrol	425.30	84.30	339.80	321.80
Odun	0	0	39.40	39.30
Doğalgaz	405.00	6.90	406.00	163.05

Çizelge 3.3. Ülkemizin yakın zamandaki enerji üretim/tüketim olasılığı

Kaynak Fosil Yakıt	Enerji üretimi PJ/yıl			Enerji tüketimi PJ/yıl		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Bitümlü kömür	213.20	213.9	199.10	723.60	112.50	2016.20
Linyit	753.70	1012.80	1341.60	753.70	1012.80	1341.60
Asfaltit	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60
Petrol	65.80	44.80	29	1724	2111	2550.50
Doğalgaz	9.80	8.90	9.60	1557	1873.50	2157.70

3.3. Yenilenebilir Enerji

Yaşadığımız doğa tarafından sürekli kaynak oluşturulan devamlılığı sürekli olan kaynaklara yenilenebilir enerji kaynakları denir (Altuntaşoğlu, 2005). Yenilenebilir enerji kaynakları sürekli kendiliğinden oluşur ve bu oluşum tekrar ederek devam eder.

Fosil kökenli olmayan bu kaynaklar; jeotermal, hidrolik, rüzgâr, dalga, güneş, akıntı ve gel-git, biyokütle enerjileri, dünya var olduğu sürece kendini yenileyen, tükenmeyen enerji kaynaklarıdır (Anonim, 2015a).

Yenilenebilir enerji, fosil kökenli enerji kaynakları az olan gelir düzeyi düşük devletler dışında fosil kökenli kaynakları bakımından gelişmiş ülkeler de bu enerji kaynağına geçmek için çalışmalar yapılmaktadırlar. Bu enerji çeşidinin bazı olumlu ve olumsuz yanları vardır. Olumlu yanları; sürdürülebilir olması gayrisafi milli hasılanın ülkede kalması uzun vadede dışa bağımlılığı azaltması, ham maddenin yerli olması dışa bağımlılığı azaltıp, karbondioksit emisyonlarını azaltarak çevre kirliliğinin azalmasına yardımcı olmaları ve toplumdan sürekli ve güçlü destek alarak kabullenilmiştir Alternatif enerji kaynakları sekiz çeşit olarak ayırabiliriz.

Bu kaynaklar;

Jeotermal Enerji

Hidrolik (Hidroelektrik) Enerjisi

Rüzgâr Enerjisi

Gel-git (Okyanus) Enerjisi

Güneş Enerjisi

Biyokütle Enerjisi

Dalga Enerjisi

Hidrojen Enerjisi

Yenilenebilir enerji; kayağını doğadan alan ve bu kaynaklar doğa tarafından sürekli olarak yenilenen enerjilerdir.

Bileşenlerinden biri CO_2 olan ve doğada bulunan karbondioksitle aynı olan, bu nedenle atmosfere ve çevreye zarar vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarından biri biyogaz enerjisidir (Toklu ve ark., 2010). Biyogazda bulunan metan gazı hızla tükenmekte olan doğal gaz yerine kullanılabilecek alternatif kaynaklardandır (Türkiye Petrolleri, 2015).

Biyokütle için birçok kaynak mevcuttur. Bu kaynaklar; özel olarak yetiştirilen bitkiler, mısır, hayvan atıklar, buğday yosunlar, sanayi atıkları, evlerimizde oluşan bütün organik atıklar (sebze ve meyve artıkları) olarak sayılabilir.

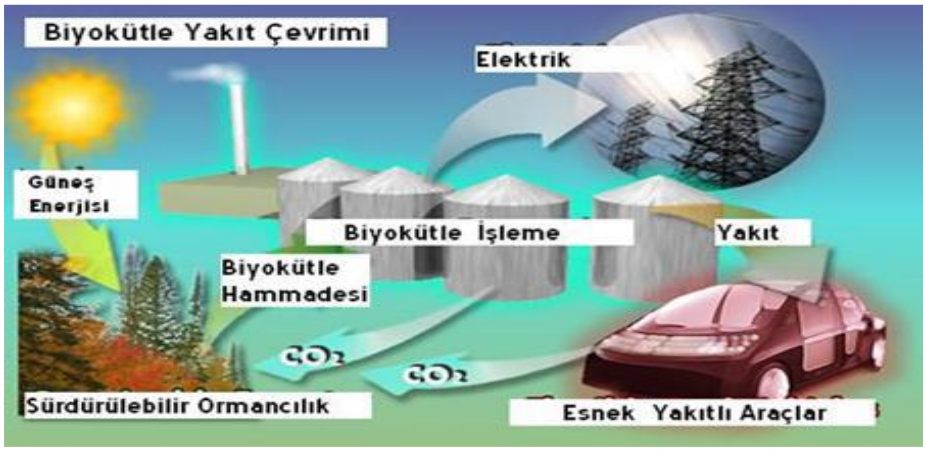
Biyokütle kullanılarak ihtiyaca göre maddenin üç hali şeklinde farklı enerji ürünleri elde etmek mümkündür. Bu enerjisinin bir diğer avantajı başka kaynaklara oranla daha kolay depo edilebilmesidir (Kurbur ve ark., 2015). Biyokütle; genel olarak altı farklı yöntemde kullanılabilmektedir. Bu yöntemler piroliz, doğrudan yakma, aneorobik çürütme, gazlaştırmak, co-firing metoduyla, biyoyakıt ve kömür yakıtları (Kumbur ve ark., 2015).

Çizelge 3.4. Biyokütle kaynaklarının kullanılan dönüştürme yöntemleri, bu yöntemler ile oluşan yakıtlar ve kullanılan yerler (http//www.eie.gov.tr)

Biyokütle	Çevirim Yöntemleri	Yakıt	Kullanılan Yerler
Orman artıkları	Havasız çürüme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım artıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal artıklar	Fermentasyon Oksijensiz çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
Çöp (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz		Sentetik yağ, Roketler
Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel yağlar Hayvansal yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık

3.4. Biyokütle Çevrim Teknolojileri

Biyokütle çevirim teknikleri kullanılarak biyokütle materyalleri katı yakıtlara, sıvı yakıtlara ve gaz yakıtlara dönüştürülür. Dönüştürme işlemi sonunda, biyogaz, biyodizel, biyoetanol, pirolitik gaz gibi temel ürünlerin yanında, hidrojen, gübre, elde edilir. Enerji dışında, yalıtım malzemesi, mobilya, kâğıt yapımında yararlanılmaktadır.



Şekil 3.5. Biyokütle çevirim teknolojileri (http//www.eie.gov.tr)

Dünyanın toplam birincil enerji ihtiyacı olan ısıtma ve ulaşımın yaklaşık %10'unu karşılayan biyokütle enerjisinden elektrikte enerjiside elde edilmekte dır. Biyokütle enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları içinde elektrik üretiminde 2.sırada bulunmaktadır (Kumbur ve ark., 2015).

Ülkemiz, organik atık ve biyokütle kaynakları bakımından çok büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak ülkemizde üretilen enerji ihtiyacımızı karşılamamaktadır. Bunun sebebi de ürettiğimiz enerjinin yaklaşık üç katını tüketmemizden kaynaklanmaktadır. Bu durum da enerji açısından dışa bağımlılığımızı arttırmaktadır (Kumbur ve ark., 2015).

Biyokütle bir enerji kaynağı olup bundan biyogaz elde edilmektedir. Buda biyogazın birçok organik maddelerden ve organik atıklardan elde edilebilen bir enerji olduğunu göstermektedir (Weiland, 2010). Biyogaz elde edilme işlemi sonucunda birden fazla gaz elde edilir, oluşan bu gaz saf bir gaz değildir. Bu gazlar CH_4 (metan gazı) % 55-75, H_2 (hidrojen gazı) %1-10, CO_2 (karbondioksit) % 25-45, N_2 (azot gazı) % 0 – 0,3 ve H_2S (hidrojen sülfür gazı) % 0-3 bulunmaktadır (Şanlıurfa Karacadağ Kalkınma Ajansı, 2014).

Ülkemizdeki bütün atıkların toplamının %65'ini organik atıklar oluşturmaktadır. Buda ülkemiz organik atık kapasitesinin çok büyük olduğunu göstermektedir. Denetimsiz bir şekilde çevreye atılarak çürümeye bırakılan bu atıklar çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu organik atıkların değerlendirilmesiyle hem enerji elde edilebilmekte hem de çevre kirliliğinin önüne geçilebilmektedir (Kumbur ve ark., 2015).

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik maddeler, genellikle doğrudan yakılmakta ya da doğaya bırakılarak doğaya zarar vermektedir. Bunun dışında tarımda daha iyi verim elde edebilmek için gübre olarak doğrudan toprağa da atılmaktadır (www.zararlari.org, 2013). Ancak bu şekilde doğrudan kullanım toprağa zarar vermektedir. Çünkü bu gübreler oluşurken hayvanlara uygulanan aşı, yedirilen katkılı yemlerden ötürü toprağın içeriğinde zararlı bakteriler oluşumuna neden olmaktadır. Bundan dolayı bu zararlı bakteriler toprak verimini arttırmak yerine verimin düşmesine neden olmaktadır (www.zararlari.org, 2013). Ancak biyogaz elde etme işlemi ile meydana gelen atık organik gübre olarak kullanılabilmektedirler. Hayvan gübresi ile oluşan atıkların oksijensiz sindirimi sonucu oluşan atık toprak verimini yaklaşık %10 oranında arttırmaktadır. Bu da biyogaz üretimi yapmak hem enerji elde etmemizi hem de daha verimli gübre elde etmemizi sağlar (www.alternatifpower.com).

3.4.1. Biyogaz Üretiminin Tarihçesi



Şekil 3.6. 1766-1844 John Dalton ile öğrencisi bataklıkta gaz toplama işlemi yaparken çizilen resimleri (Manchester CityArt Galleries)

*1700'lü yıllarda Belçikalı Jan Baptista Van Helmont organik maddelerin çürümesi sonucu yanıcı bir gazın ortaya çıktığını tespit etmiştir.

*1776 yılında çürümeye bırakılan organik atık maddelerin miktarının açığa çıkan gaz ile doğru orantılı olduğunu, organik madde miktarının açığa çıkan yanıcı gaz miktarı ile doğru orantılı olduğunu Alessandro Volta saplamıştır.

*1800'lü yıllarda İngiliz kimyager Humphry Davy, çürüyen inek dışkısının oluşturduğu gazın metan gazı olduğunu bulmuştur.

*1859 yılında tek oksijensiz reaktör Hindistan'nın Bombay'i şehrinde yapılmıştır.

*1895'de İngiltere'de (oksijensiz)anaerobik çürütme teknolojisi Exeter şehrindeki atık su arıtan bir septik tankta (özel pis su deposu) oluşan biyogazın toplanıp sokak lambalarında yakılmasıyla, ilk defa kullanılmıştır.

*1930 yılından sonra mikrobiyolojideki gelişmeler, anaerobik bakteriler ile metan üretimine etki eden durumların belirlenmesine dönük çalışmaların artmasını sağlamıştır.

*1970'li yıllarda meydana gelen enerji ve petrol krizi, biyogaz elde etme çalışmalarına dönük yapılan teknolojik çalışmalara olan rağbeti daha da artırdı.

*1970-80 yılları arasında birçok biyogaz tesisi tasarımındaki yanlışlıklar ve yetersizliklerden ötürü işletilemedi (Çallı, 2012).

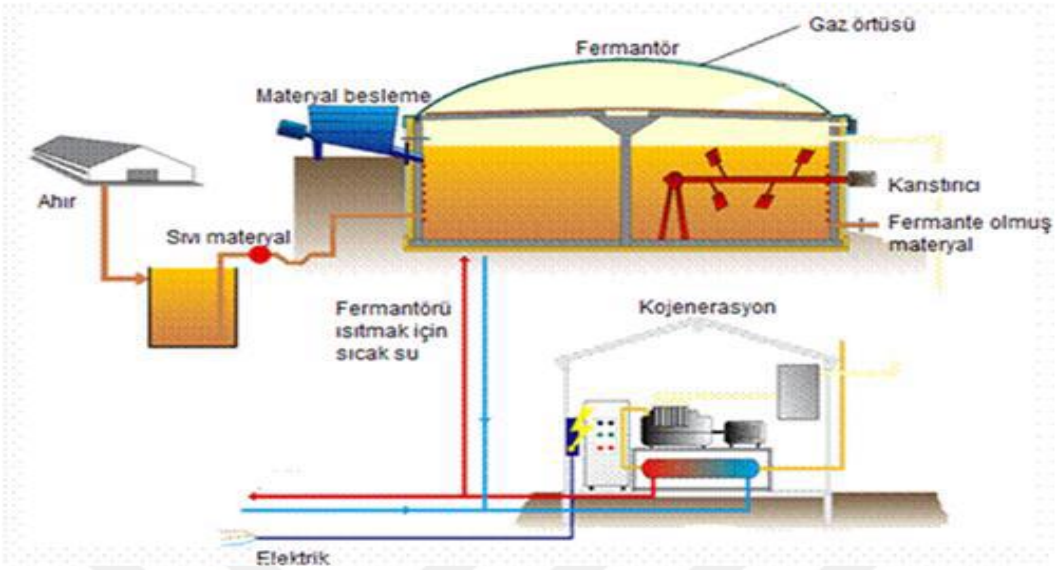
3.5. Biyogaz

Organik atık maddelerin oksijensiz şekilde mayalanma ile oluşan, havadan daha hafif, kokusuz, renksiz, yanarken parlak mavi renkte bir alev oluşturan, yapısında kullanılmış olan organik maddelerin içeriklerine göre; metan (CH_4) %40-%70 oranında karbondioksit (CO_2) %30-60 oranında, hidrojen sülfür (H_2S) %0-3 ve çok küçük oranda azot (N_2) ve hidrojen (H_2) gaz karışımına biyogaz denilmektedir.



Şekil 3.7. www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>,(alındığıtarih: 02/03/2019.)

3.5.1. Biyogaz Üretim Prosesi



Şekil 3.8. Biyogaz Üretim Prosesi
http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>),(alındığı tarih 02.03.2019

Biyogaz üretimi, için ahırın altına yapılmış bir giriş tankına organik atıkların ve artıkların bırakılması ile başlar bu hammadde fermantöre gönderilir. Fermentörde karıştırıcı ve ısıtıcılar yardımı ile reaksıyon süresi kısaltılır ve metan gazı elde edilir.

3.5.2. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Organik Atık ve Artık Hammaddeler

a) Hayvansal Atıklar

Özellikle kırsal kesimler için önerilen biyogaz tesislerinde; büyük baş, küçükbaş, kümes hayvanları gibi hayvanlara ait kesim sonucu oluşan atıkları, dışkıları hammadde olarak kullanılabilmektedir.



Şekil 3.9. Biyogaz üretiminde kullanılan hayvansal organik atık maddeler
(http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>,alındığıtarih:02.03.2019)

b) Bitkisel Artıklar

Bitkilerin işlenmeyen kısımları olan tarlalarda ekin biçildikten sonra tarlada ve toprakta kalan kök saplar, saman, mısır, buğday, arpa artıkları, çimen artıkları ile bu ürünlerden ortaya çıkan atıklardır.

Bitkisel hammaddelerin biyogaz elde edilen tesislerde işlenmesi esnasında süreç takibi çok fazla öneme sahiptir. Bundan ötürü kırsal bölgelerde bitkisel artıklardan biyogaz elde edilmesi uygun görülmemektedir.



Şekil 3.10. Biyogaz üretiminde kullanılan bitkisel atık maddeler (www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>, alındığı tarih: 02.03.2019.)

c) Organik Şehir ve Endüstriyel Atıklar

Yerleşim yerlerinin lağım ve göl, denizlerdeki (sediment) dip çamurumsu katman, fabrika ve yeme içme sanayi artıkları, çözünmüş halde organik ve inorganik maddeler içeren evsel ve endüstriyel atık suları biyogaz üretimi için hammadde olmaktadır. Gelişmiş yöntemler kullanılan işletmelerde bu ham maddeler kullanılarak biyogaz elde edilmektedir.

3.6. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Sistemler

a) Kesikli (Batch) Fermantasyon

b) Beslemeli - Kesikli Fermantasyon

c) Sürekli Fermantasyon

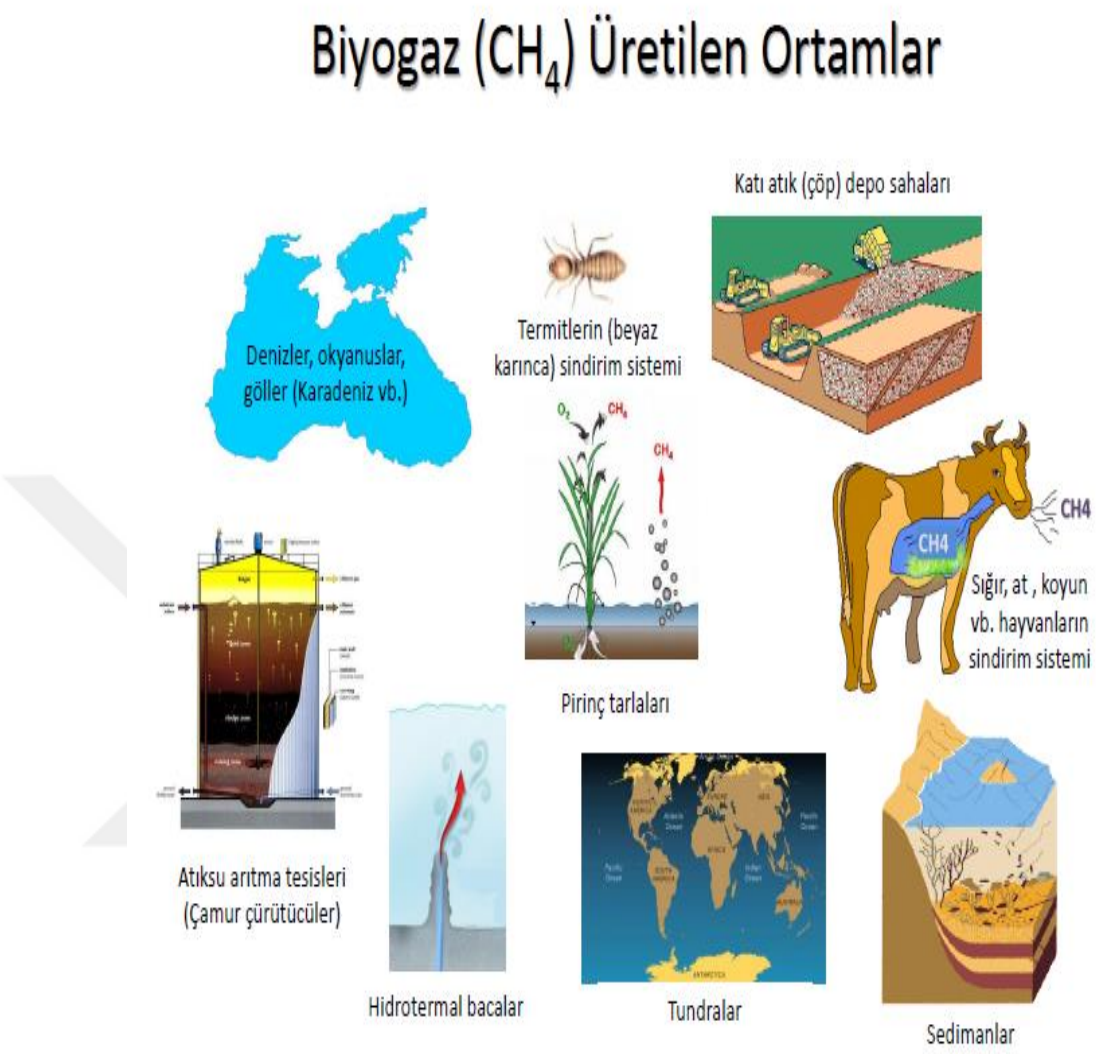
Çizelge 3.5. T.K.D-Genç kimyacılar platformu, 04/02/ 2012 (Prof. Dr. Barış Çallı) atıklardan biyogaz üretimi atıklardan biyogaz üretimi

ORGANİK MADDELERİN BİYOGAZ POTANSİYELLERİ		
	m^3/ton UKM	**m^3/ton yaş ağırlık**
Büyükbaş hayvan atığı	$2x10^2$ -$5x10^2$	0.2 $x10^2$-0.34 $x10^2$
Tavuk atığı	2.5 $x10^2$ -4.5 $x10^2$	0.7 $x10^2$-0.9 $x10^2$
Mısır silajı	4.5 $x10^2$ -7 $x10^2$	1.7 $x10^2$-2 $x10^2$
Şeker pancarı küspesi	2.5 $x10^2$-3.5 $x10^2$	0.6 $x10^2$-0.75 $x10^2$
Ot silajı	5.5 $x10^2$ -6 $x10^2$	1.7 $x10^2$-2 $x10^2$
Meyve posası	5.9 $x10^2$ -6.6 $x10^2$	2.5 $x10^2$-2.8 $x10^2$
Melas	3.6 $x10^2$-4.9 $x10^2$	2.9 $x10^2$-3.4 $x10^2$
Yemekhane atıkları	2 $x10^2$-5 $x10^2$	0.5 $x10^2$-4.8 $x10^2$
Sebze ve meyve atıkları	4 $x10^2$ -6 $x10^2$	0.45 $x10^2$-1.1 $x10^2$
Yağ tutucu atıkları	9 $x10^2$ -12 $x10^2$	0.35 $x10^2$-2.8 $x10^2$
Çimen atıkları	---------	1.03 $x10^2$
Yaprak atıkları	---------	0.19 $x10^2$
Gazete kâğıttı	---------	0.5 $x10^2$
Kullanılmış ofis kâğıttı	---------	1.47 $x10^2$

Çizelge 3.6. Farklı organik maddelerden oluşabilecek biyogaz ve metan oranı (Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2013)

Kaynaklar	**Biyogaz Verimi (L/kg)$x10^2$**	**Metan Oranı (%)**
Mısır Sapları ve Artıkları	3.8-4.6	%59
Kanatlı Gübresi	3.1-6.2	%60
Buğday Samanı	2-3	%50-%60
Dökülmüş Ağaç Yaprakları	2.1-2.9	%58
Çavdar Samanı	2-3	%59
Arpa Samanı	2.9-3.1	%59
Domuz Gübresi	3.4-5.5	%65-%70
Keten	3.6	%59
Kenevir	3.6	%59
Çimen	2.8-5.5	%70
Sebze Atıkları	3.3-3.6	Değişken
Sığır Gübresi	0.9-1.3	%65
Yerfıstığı Kabuğu	3.65	-
Ziraat Atıkları	3.1-4.3	%60-%70
Algler	4.2-5	%63
Atık Su Çamuru	3.1-8	%65-%80

3.7. Biyogaz Üretilen Ortamlar



Şekil 3.11. Biyogaz üretilen ortamlar T.K.D-Genç Kimyacılar Platformu, 04/02/ 2012 (Prof. Dr. Barış Çallı) Atıklardan Biyogaz Üretimi (Atıklardan Biyogaz Üretimi)

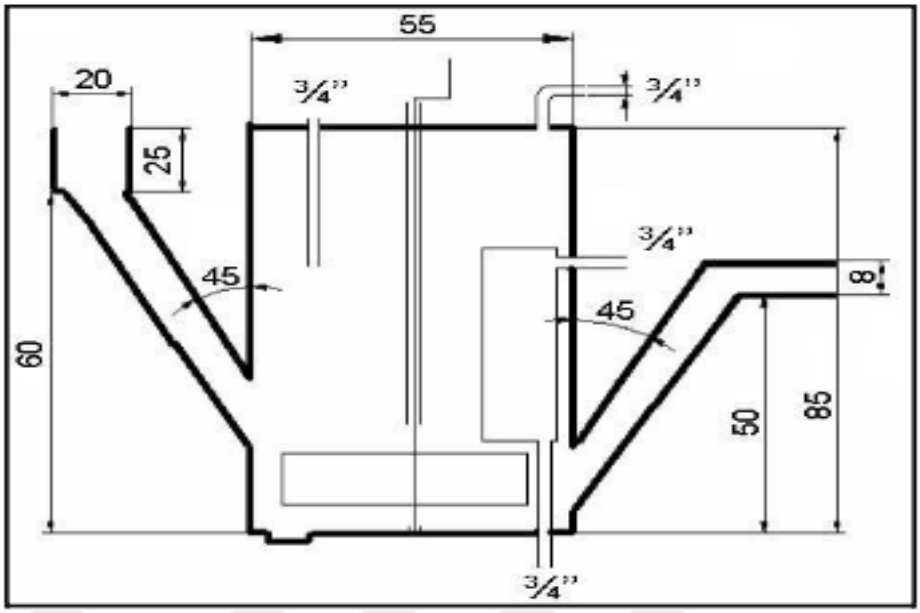
3.8. Biyogaz Kompozisyonu

Çizelge 3.7. Biyogaz kompozisyonu EIA Bioenergy–Biogasupgrading

	Miktar (%)
Metan(CH_4)	60-70
Karbondioksit(CO_2)	30-40
Su buharı	0-10%
Azot	0-2
Hidrojen	0-1
Oksijen	0-0.5
Amonyak	0-0.5
Hidrojen sülfür (H_2S)	20-4000 ppm
Isıl değer (kWh/Nm^3)	6.5

3.9. Biyogazın Faydaları

Biyogazın çok yönlü bir enerji kaynağı olması kullanılmasını cazip kılmaktadır. Doğaya ve çevreye zarar vermeyen temiz bir enerji kaynağı olup atıklardan elde edildiği için maliyet açısından ucuzdur. Bu gaz oluştuktan sonra oluşan atık organik gübre olarak kullanılmaktadır. Bu gübre hayvan gübresinde bulunan kötü kokunun tamamen kaybolmasını sağlamaktadır. Hayvansal atıkların içyapılarında bulunan zararlı atıkların doğaya karışımı engellenmiş olur. Atıkların değerlendirilmesi sağlanmış olur. Bu gaz elektrik ve ısı enerjisi elde etmede kullanılabilmektedir. Biyogazın yapısında çok fazla miktarda bulunan metan gazı doğal gaz yerine kullanılabilmektedir (Özkaya ve ark., 2009).



Şekil 3.12. Biyogaz reaktörü örneği

Yukarıdaki Şekilde standart biyogaz üretim sisteminin reaktörü gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi biyogaz üretim reaktörü oluşturulurken yüksek maliyetli malzemelerin kullanılmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Ayrıca bunun üretimi için maliyeti artırıcı bir işçiliğe gerek yoktur (Özkaya ve ark., 2009).

Biyogazın genel özellikleri Çizelge 3.8'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.8. Biyogazın genel özellikleri (Deublein ve Steinhauser, 2008)

Özellikler	**Değerler**
Enerji içeriği	6.0-6.5 $kWhm^{-3}$
Yakıt eşdeğeri	0.60-0.65 L petrol/m^3 biyogaz
Yanma değerleri	%6-12 havadaki biyogaz
Yanma sıcaklığı	650-750 ºC
Kritik basınç	75-89 bar
Kritik sıcaklık	-82.5 ºC
Yoğunluk	1.2 kg/m^3
Koku	Bozuk yumurta(sülfürü arındırılmış biyogaz kokusu zor fark edilir.)
Molar kütle	16.043 kg $kmol^{-1}$

3.10. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Reaktör Çeşitleri

Reaktör çeşitlerinin gelişmesinin nedenlerinden biri anaerobik arıtıma duyulan ihtiyaç olmuştur. Anaerobik koşullar oluşturan biyogaz reaktörleri atıkların

mikroorganizmalar tarafından parçalanıp biyogaz oluşumunu sağlayan sistemlerdir. Bu reaktörler sistemlerinden beklenenler; oluşan katı organik atık malzeme oranının azaltılması, oluşan kokunun yok edilmesi, işlenmiş atıkların zararlı bakterilerden(patojenlerinden)mümkün olduğunca arındırılması, oluşmuş olan organik atıkların çevreye verdiği zararların minimize edilmesi, atıklardan enerji elde etmek ve çeşitli ekonomik yararların elde edilmesi (Öncel ve ark., 2003). Biyogaz elde etmek için kullanılan havasız(anaerobik) sistemlerden bazıları aşağıdaki verilmiştir.

a) Çin tipi -Sabit kubbeli reaktör

b) Hint tipi- Hareketli (Yüzer) kubbeli reaktör

c) Piston akımlı reaktör

d) Torbalı tip

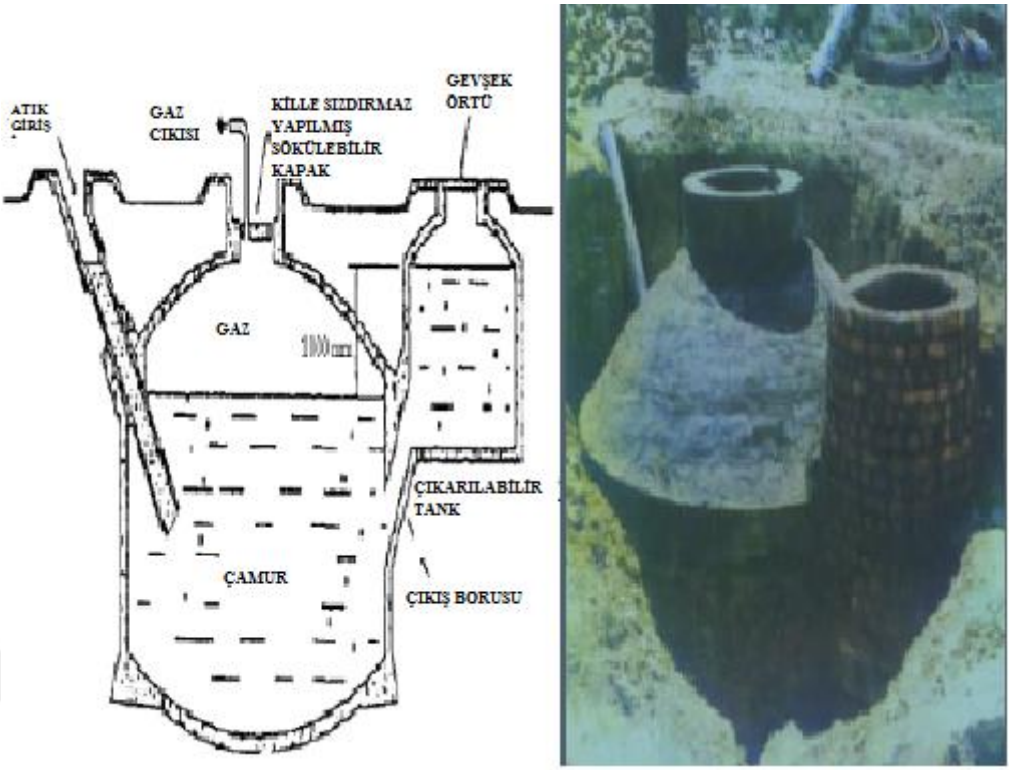
e) Lagün tipi

f) Balon tipi

g) Tam karışımlı reaktör

3.10.1. Sabit Kubbeli Reaktör-Çin Tipi

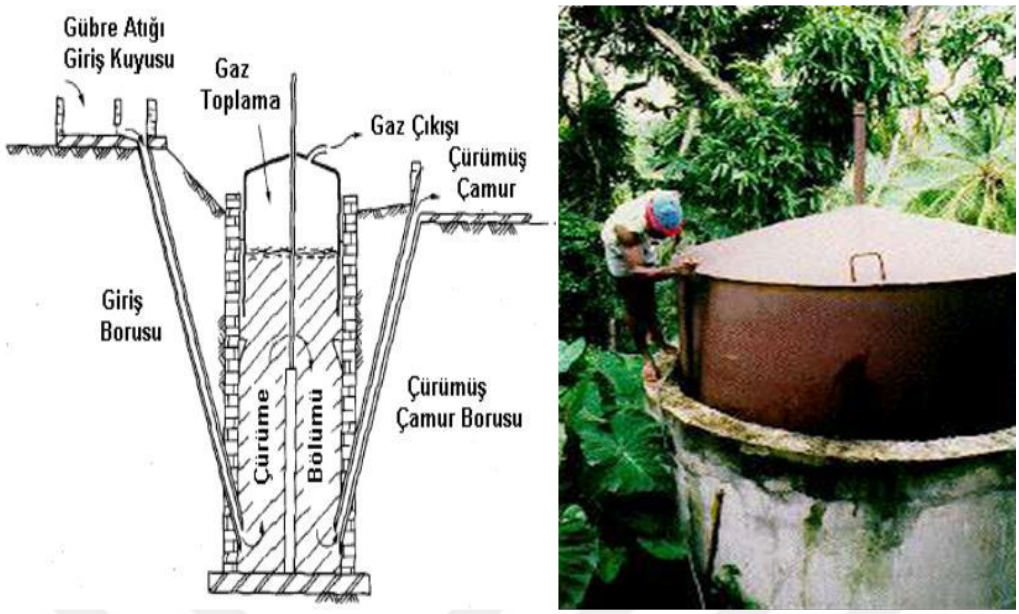
Oldukça basit üreteçlerdir. Genellikle kırsal bölgelerde biyogaz üretmek amacıyla kullanılırlar. Ülkemizde de denemeleri yapılan bu sistem 1930'larda Çin'de kullanılmaya başlanmıştır. Su ve hava sızdırmazlığı sağlamak amacıyla sistem toprağa gömülecek şekilde inşa edilmiş, tuğla veya betonarme, kapalı bölümlerden meydana gelmektedir. Atık ikmali ve boşaltımı amacıyla kapaklar konulmuştur. Şekil 3.15'de reaktörün bir örneği gösterilmektedir. Evlerdeki basit sistemlerle gündelik ihtiyacı karşılamak amacıyla sabit kubbede biriken bu biyogaz kullanılabilmektedir.



Şekil 3.13. Sabit kubbeli Reaktör-Çin tipi [Pehlivan, 2013]

3.10.2. Yüzer (Hareketli) Kubbeli Reaktör –Hint Tipi

1950'li yıllarda Hindistan'da kullanılmaya başlanmıştır. Yüzer (Hareketli) kubbeli reaktör, sabit kubbeli reaktörlerin geliştirilmiş biçimleridir. Reaktörün verimi sabit kubbelilere göre daha yüksektir. Çünkü bu üreteçlerde gazın toplandığı bölmenin hareket etmesinden dolayı basınç kontrol edilmektedir. Besi maddesi olarak çoğunlukla sığır gübresi kullanılır (Öncel ve ark., 2003; Yigen, 2011). Reaktör bir örneği Şekil 3.14'da gösterilmektedir.



Şekil 3.14. Yüzer (Hareketli) kubbeli Reaktör –Hint tipi (Pehlivan, 2013; Demirer, 2005)

3.10.3. Balon Tipi

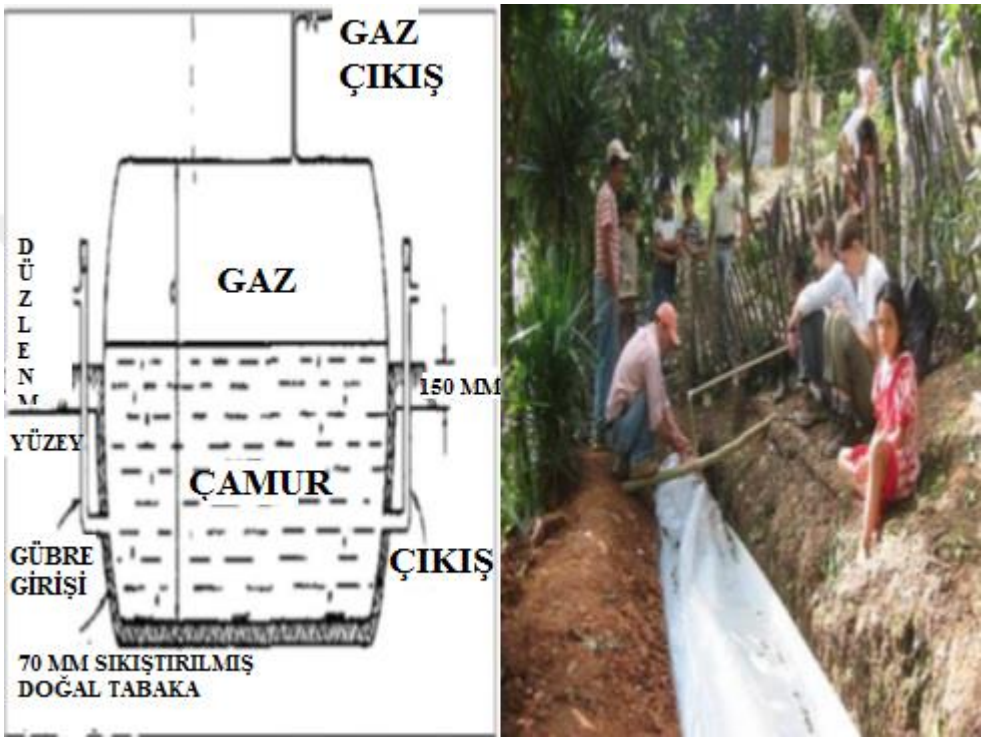
Plastik ya da lastik karışımı malzemelerden yapılan bu reaktörlerde gaz reaktörün üst bölümünde depo edilir. Giriş ve çıkış balonunun yüzey bölümüne direkt olarak bağlanmıştır. Balonun üst kısmında gaz artığında balon oturmaya başlar ve miktarı arttıkça basıncı artar. Üreteçte gaz biriktiği vakit sistem sabit kubbeli özelliği gösterir.



Şekil 3.15. Balon tipi (Pehlivan, 2013; Demirer, 2005).

3.10.4.Torbalı Tip

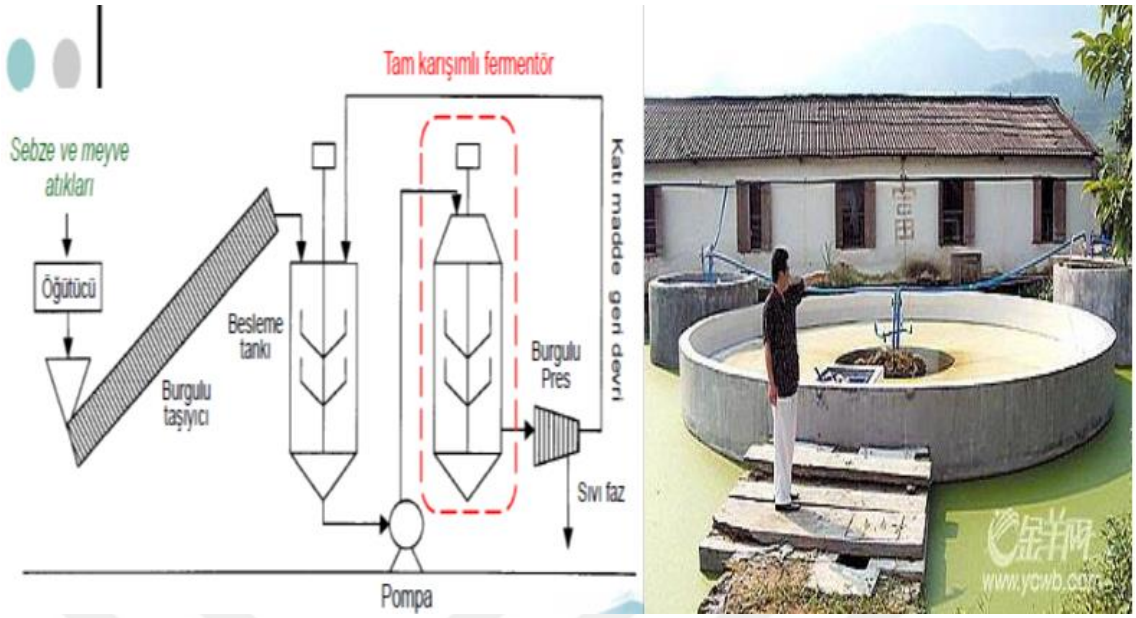
1960'lı yıllarda Tayvan'da geliştirilen bu sistem, ekonomik, dayanıklı ve kolay yapılabildiği için Çin'de gelişimi çok hızlı bir biçimde gerçekleşmiştir. Çin'in yansıra Kore, Fiji ve Tayvan gibi ülkelerde oldukça yoğun olarak kullanılan bir reaktör çeşididir. Kırsal bölgelerdeki evsel ihtiyaçları karşılamakta kullanılan bu reaktörler, atıkların içerisine atıldığı kapalı sistemlerdir.



Şekil 3.16. Torbalı tip (Tayvan-Çin) (Pehlivan, 2013).

3.10.5. Tam Karışımlı Reaktör

Bu reaktörlerde çamur ısıtılmış bir şekilde sisteme gönderilmektedir. Malzeme sisteme konulmadan önce atık içerisindeki farklı kullanılmayan maddelerden arındırmak için ısıtılır ve dibe inmesi sağlanır. Çamur sisteme gönderilir. Homojen bir ortam oluşturmak için reaktöre verilen çamur reaktörde karıştırılır. Bu sayede, katı maddelerin askıda kalmaları sağlanmış olur. Verimliliği arttırmak amacıyla karıştırma ve ısıtma yapılmaktadır. Bu reaktörler ya mezofilik veya termofilik koşullarda çalıştırılır. Şekil 3.19'da bu reaktöre bir örnek gösterilmektedir



Şekil 3.17. Tam karışımlı reaktör (Çallı, 2010; Pehlivan, 2013).

3.10.6. Piston Akımlı Reaktör

Bu sistem havasız (anaerobik) çürümenin maliyet açısından en düşük olanı ve en basit olan şeklidir. Bu reaktörler dikey veya yatay şekilde olabilirler. Genellikle yatay olan dikdörtgen olan modeli kullanılmaktadır. Piston akımlı sistemler, reaktör içinden geçmekte olan sıcak su boruları farklı metallerden yapılmış ısı değiştiriciler yardımıyla ısıtılır (Yigen, 2011).

Reaktör tipi Şekil 3.20'de gösterilmektedir.



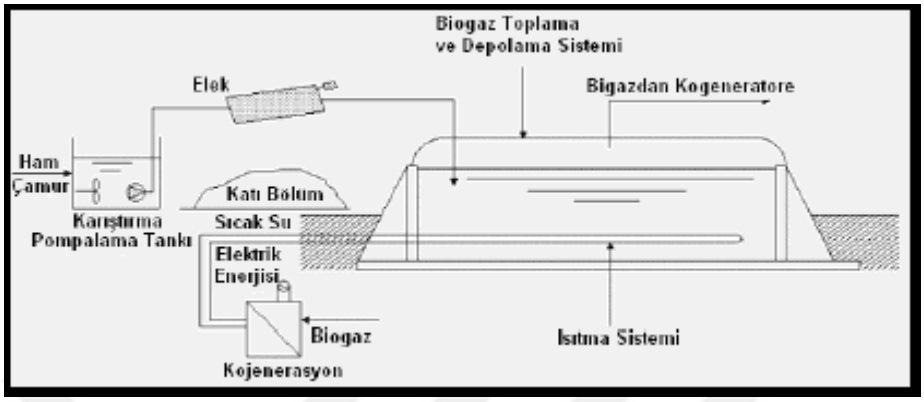
Şekil 3.18. Piston akımlı reaktör (Pehlivan, 2013)

3.10.7. Lagün Tipi

Reaksiyon hızının mevsimsel sıcaklık değişiminden etkilendiği lagünler genellikle psikofilik ya da toprak sıcaklığına yakın sıcaklık koşullarında çalıştırılmaktadır. Yaz mevsiminde kış mevsimine oranla elde edilen biyogaz %35 daha

fazladır. Lagün tipi reaktörler, dikdörtgen, dairesel, kare ve farklı yapılarda olabilmektedirler.

Lagün tipi reaktör şekil 3.19'da gösterilmektedir.



Şekil 3.19. Lagün tipi (Pehlivan, 2013)

3.11. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

Türkiye'de dizel yakıtın kullanıldığı her yerde havanın çok soğuk olmadığı bölgelerimizde yaşamımıza katkı sunabilecek bir üründür. Ulaşımda ki araçlarında mazot veya motorin yakıtın yerine kullanılabilen evlerde ve fabrikalarda de fuel oil yakıtı gibi kullanılabilecek bir yakıttır. Biyodizel kaynak olarak bitkilerden elde edildiği için sera gazı salınımı oluşturmaz. Çünkü fotosentez yaparak karbon döngüsünü sağlar karbondioksiti (CO_2) dönüştürüp doğal dengenin korunmasına katkı ağlar.

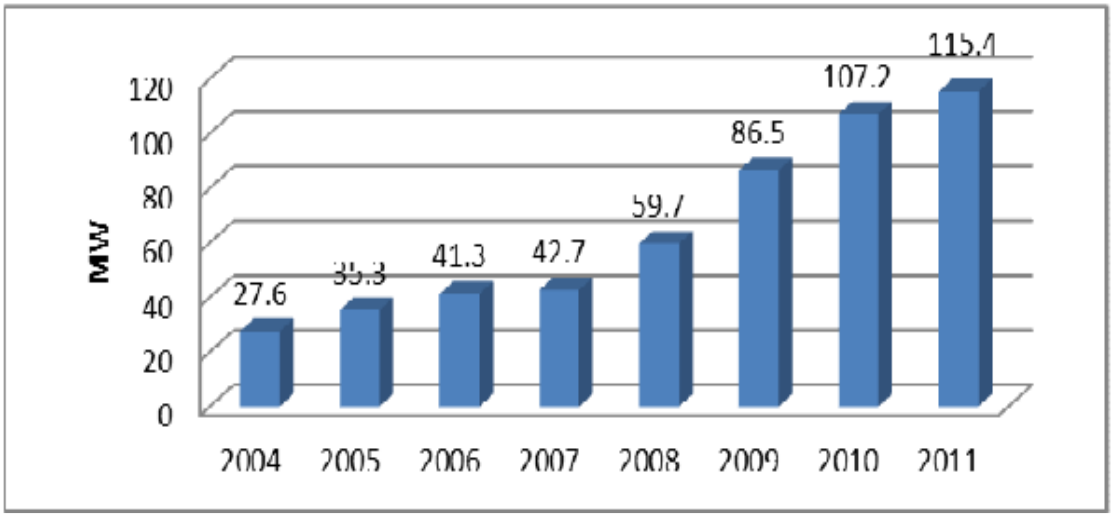
Alternatif bir yakıt olan biyoetanol, hammaddesi buğday, şeker pancarı ve odunsular gibi nişasta, şeker veya selüloz özü içeren bitkilerin mayalanması sonucu oluşan ve belirli oranlarda benzinle harmanlanarak elde edilen alternatif bir enerji kaynağıdır. Oksijen miktarı arttırarak yakıtın daha iyi yanmasını sağlayan biyoetanol benzin ile karıştırılarak dizel motorlarda katkı maddesi olarak, fırın, soba, lamba vb. gibi küçük ev aletlerinde, etil eter, etilen, hidrojen ürünleri vb. kimyasal ürün alanlarında faydalanılmaktadır. Araçların oluşturduğu zararlı egzoz gazları ve egzoz emisyonlarını düşürür. Diğer yakıtların oluşturduğu kanserojen maddeleri oluşturmayan bir yakıttır. Ülkemizde toplam 22 milyon ton akaryakıt tüketilmekte bunun 3 milyon tonunu benzin oluşturmaktadır. Türkiye'de hazır 160 bin ton biyoetanol kapasitesi bulunmaktadır. Biyoyakıt tarımının yönü yapılan olumsuz eleştirilerin nedeni gıda tarımı için uygun olan ekim alanlarının biyodizel ve biyoetanol üretimi için kullanılması

bu şekilde devam etmesi durumunda gıda güvenliği bakımından toplumsal bir problem oluşturmasıdır.

Biyogaz bitkisel, hayvansal artık ve atıklar, organik kent ve organik sanayi atıklarının havasız ortamda fermantasyona uğrayarak büyük moleküllerin parçalanması ile daha küçük madde moleküllerine indirgenmesi ile oluşan çoğunlukla (CH_4) ile (CO_2) gazlarıdır. Biyogaz teknolojisinin faydası organik atıklar enerjiye dönüştürülmekte işlem sonucu kalan atıkların toprağa gübre(kompost) olarak kazandırılması sağlanmaktadır.

Ülkemizin hayvansal atık potansiyeli incelendiğinde elde edilebilecek biyogaz miktarının $17,4x10^5$-$232x10^5$ MWh olduğu ön görülmektedir. Biyokütle kaynaklarımızı hayvansal atıklar, tarım atıklar, orman atıkları, kentlerdeki organik atıklar kaynaklar oluşturmaktadır. Bu atık potansiyelinin $69,6x10^5$ MWh''i ısınmaya kullanılıp toplam potansiyeli yaklaşık $99,76x10^5$ MWh'tır (EİE, 2014).

Türkiye'de yıllara göre biyokütle enerjisine bağlı olarak mevcut güçteki değişim Şekil 3.22'de görülmektedir.



Şekil 3.20. Türkiye'de yıllara göre biyokütle enerjisine bağlı olarak mevcut güçteki gelişim (Mahmutoğlu, 2013)

Ülkemizde biyokütle enerjisi klasik metotlar kullanılarak elde edilmektedir. Yerli enerji üretiminin dörtte birini karşılar. Daha çok ticari olmayan yakıt biçiminde kullanılır ETKB'nın yapmış olduğu planlamaya göre, 2020 yılı için hayvan, bitki, odun atıklarını kullanarak klasik biyokütle enerji üretiminin $873,48x10^5$MWh olacağı öngörülmektedir. 2000 yılında modern yöntemler kullanılarak $1,972x10^5$ MWh lik

enerji ile başlayan bu yöntem için ileriye dönük tahminlerde bulunulamamıştır. Oysa modern yöntemin arttırılması ticari olmayan klasik yöntemin zamanla kullanımının azalması gerekir. Çünkü bu durum ekonomik ve çevresel açıdan önemli bir yere sahiptir.

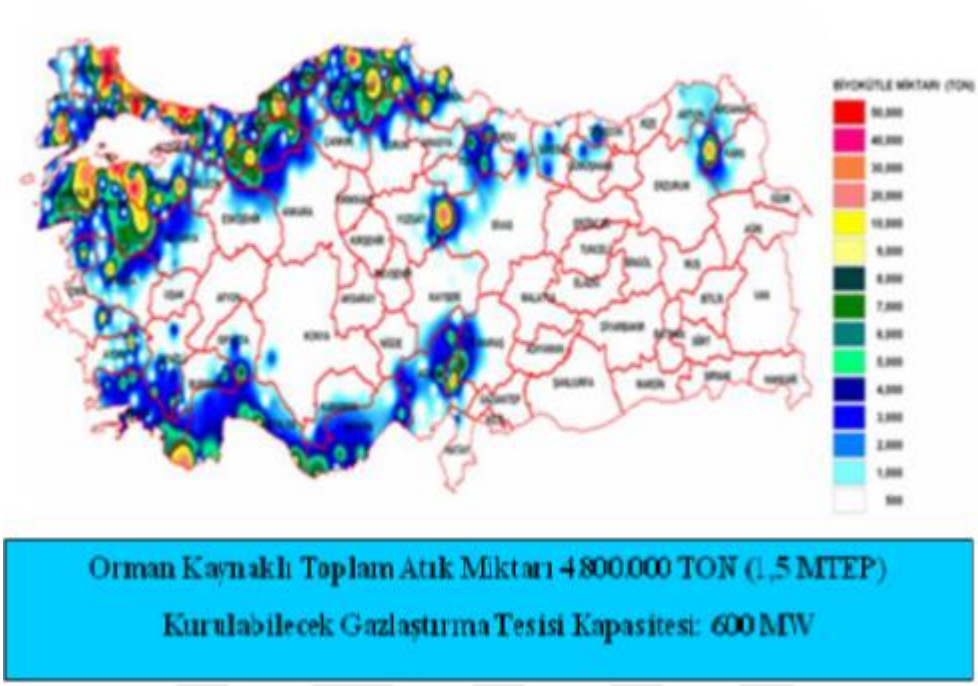
Kendi tarımsal ürünlerinden alternatif enerji kaynağı sağlayan birçok ülke vardır. Türkiye'de ekolojik enerji kaynağı potansiyeli olan ülkelerdendir.

Ülkemiz, güneşlenme ve kullanılabilir alan, yeraltı ve yer üstü suları, iklim özellikleri ile biyokütle hammaddesi üretimi bakımından ideal olan ülkelerden biridir. Yakacak odun gereksinimini karşılayan enerji ormanlar ve enerji bitkilerinden yararlanarak modern biyokütle teknikleri ile daha da ileriye gitmesi gerekmektedir. bu bağlamda, çöp termik santralleri de yaygınlaştırılmalıdır (Ağaçbiçer, 2010).

Türkiye'de yakacak odun elde etmek için sahip olduğu uygun enerji ormanların alanlarının sadece yüzde on beş i kullanılmaktadır. Kullanılmayan yüzde seksen beşlik uygun kısım ise hala değerlendirilememiştir.

Modern yöntemler ile biyokütle enerjisi elde etmek için; elde edilecek enerji planlanmalı, tarımı yapılacak enerji bitkileri ve bu bitkilerin üretimi planla beraber değerlendirilmelidir.

YEGM web sayfasından alınan Şekil 3.23'de ülkemizin orman kaynaklı biyokütle potansiyeli belirtmiştir.



Şekil 3.21. Türkiye orman kaynaklı biyokütle potansiyeli (YEGM,2015).
(1,5 MTEP = 1.740.000 MWh)

Türkiye'de eşdeğer başarıdaki enerji tarımı başarılı motor biyoyakıtı uygulaması için gereklidir. Şeker pancarı tarımın sonucu elde edilen etanol hem yakıt hem de alkol olarak kullanıla bilmektedir Bu üretimi, hem ayçiçeği soya, yerfıstığı vb. yağlı tohum bitkilerinin ekilmesini hem de biyodizel üreticilerinin arttırılması yönünden desteklenmesi önem arz etmektedir.

Şekil 3.22'de YEGM internet sitesinden uyarlanan ülkemizin ekime dayalı biyokütle potansiyeli verilmiştir. Pancar kooperatifleri birliği verilerine göre, Türkiye'de biyoetanol elde etmek için şekerpancarı ekilebilecek 4,5 milyon dekar (2-2,5 milyon ton alkol) ekim alanı olup ciddi bir çalışma ile bu ekonomiye katkı sağlama adına ihracat gücüne dönüşebilecek bir potansiyele sahiptir.



TÜRKİYE TOPLAMI	Toplam Kullanılabilir Atık Miktarı (Ton)	Toplam Isıl Değer
Tarla Ürünleri	11 766 995	228,4 PJ
Bahçe Ürünleri	3 569 040	74,8 PJ
TOPLAM	15 336 035	303,2 PJ

Şekil 3.22. Türkiye tarımsal biyokütle potansiyeli (YEGM, 2015).

Tamamen yerli mahsulden elde edilen ve %2 oranında kurşunsuz benzine karıştırılarak satışa sunulan Türkiye'nin ilk ticari motor biyoyakıtı uygulamasına 2005 yılında başlanmıştır.

Ülkemizde bitkisel yağ dengesinde ciddi bir açık vardır. Bu durum da ekonomiyi zorlamaktadır. 2004-2005 yılları arasında, ihtiyacımız olan bitkisel yağın sadece yüzde otuzunu biz üretiyoruz. Ülkemizde biyodizel üretimi yapan küçük ve orta ölçekli işletmeler olup daha kapsamlı üretim yapan tesis kurma çalışmaları da devam etmektedir.

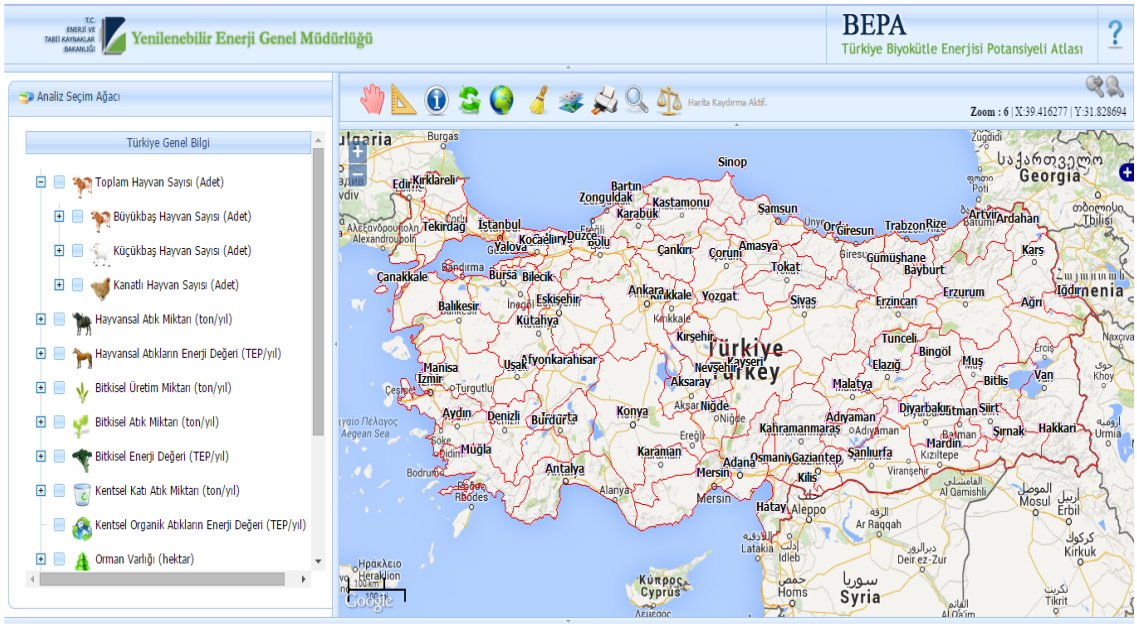
Türkiye tarım yapmaya uygun bir ülke olması sebebiyle tarımsal atıklar ile ürün atıkları açısından çok kaynağı vardır. Ülkemizde sadece ürünlerden arta kalan enerji hesaplandığında toplam enerji potansiyeli $1102x10^5$MWh ile OECD ülkeleri arasında 4'cü sırada bulunmaktadır. Türkiye biyokütle potansiyel atlası Şekil 3.23'de verilmiştir.

Ülkemizde 39,2-52,3 milyon ton hububat bitkilerinin katı atık miktarı, 3,8- 4,8 milyon ton mısır, 1,3-1,5 milyon ton şeker pancarı ve 522-617 bin ton patates atığı vardır.

Bu atıklar biyokütle yakıt olarak kullanılabilmek amacıyla çeşitli biçimlerde işlenmektedirler. Ayrıca, önemli biyokütle hammaddeleri arasında zeytincilik atıkları ve soya, ay çekirdeği gibi yağlı tohum ekimi yapanların atıkları gösterilebilir. Ama bunlardan biyokütle yakıtı üretimi yapılmamaktadırlar.

Belediyelerden, fabrikalardan ve tarım ve hayvancılık ile uğraşan kesimlerden, çöpten ve hayvan gübrelerinden biyogaz elde etme hususunda dikkate değer bir ilgi bulunmaktadır. Elektrik üretimi için yerleşim alanlarında oluşan çöplerden düzenli depolama yöntemi ile (deponi gazı üretimi ve yakma ile) faydalı hale getirilmektedir. Tarım Bakanlığı ile birlikte vatandaşlara gerekli bilgiler verilip, işletmeler için teşvik programları ile bitki ve hayvan atıkların direk yakılması ya da işlenmeden ekim alanına gübre olarak dökülmesi yerine oksijensiz solunum ile metan içeriği % 40-% 70 biyogaz üretimi sağlamak daha faydalı olacaktır (Mutlu, 2013).

Çöplerden enerji kaynağı olarak yararlanarak, şehirler için yok edilmesi büyük bir sorunu ortadan kaldırmak mümkündür. Avrupa Birliği'ne üye ülkeler ile özellikle gelişmiş ülkelerde, bu amaç doğrultusunda toplanan çöplerden elektrik elde etmek için termik santrallar kurulmuştur. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Plan çerçevesinde Ankara ilimizde $4x10^4$ kW, İstanbul'da $125x10^3$ kW ve İzmir'de $3x10^4$ kW'lık çöp santrallarının kurulması istenmiştir. Bunun dışında $45x10^3$ kW güçte ve net enerji üretimi $302x10^3$MWh/yıl olacak Adana çöp santralinin sözleşmesi imzalanmıştır (Çelik, 2012).



Şekil 3.23. Türkiye biyokütle enerjisi potansiyel atlası (BEPA)

3.12. Biyokütle Enerjisinin Çevresel Etkileri

Enerji ihtiyacını arttıran etmenlere baktığımızda artan nüfus ve teknolojik gelişmeler ön plana çıkmaktadır. Biyokütle enerjisi kullanılarak hem çevresel kirliliğin önüne geçilebilir hem de sürdürülebilir enerji sağlanabilir. Biyokütle enerjisini değerli yapan diğer etmenler; sınırsız olması, kırsal alanlarda bölgenin ve yaşayanların ekonomik gelişimine fayda sağlamaktadır (YEGM, 2014).

Biyokütlesel kaynaklar yenilenebilir enerji teknolojileri aracılığıyla gün geçtikçe gelişme göstermektedir. Bu durum da 21. yüzyılda karşımıza çıkan sorunların çözümüne olanak sunmuştur. Kendine has farklılıkları olan biyokütle enerjisi sera gazı salınımlarının ile küresel iklim değişikliğinin azalmasında etkili olmaktadır. Karbon döngüsü ile sistemi de dengede kalmaktadır. Çünkü yanma sonucu oluşan CO_2 gazı bitkiler tarafından geri emilmektedir. Tüm bu özelliklere baktığımızda biyokütle enerjisi hem alternatif hem de temiz enerji kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Deney Düzeneği

Bu çalışmada elimizde bulunan organik atıklardan enerji elde etmenin maliyeti en düşük şekilde yapılması hedeflenmiştir. Bundan dolayı elde edilecek enerjinin oluşturulacağı sistem oluşturulurken atıl kullanılmayan hurdaya atılmış malzemeler kullanılmasına dikkat edilmiştir. Öncelikle organik atıklarımızın içerisinde gaz üretimi oluşturması için gerekli olan kapalı bir kap tasarlandı. Bu kabın temin edilebilmesi için Diyarbakır ili içerisinde bulunan hurdacılar gezilerek en uygun olan atıl durumda bulunan bir hidrofor bulundu. Şekil 4.1'de görülen bu hidrofor 50 litre hacimli 22 kg gelen ve 10 bar basınca dayanabilmektedir.



Şekil 4.1. Atıl durumda alınan hidrofor



Şekil 4.2. Hidroforun kapak kısmı için kullanılan malzemeler

Daha sonra bulunan bu hidrofor ihtiyaçlarımıza cevap verecek şekilde tasarlanıp üzerinde gerekli değişiklikler ve eklemeler yapıldı. Üst kısmı sisteme organik atıkların rahat bir şekilde bırakabileceğimiz şekilde kesilerek etrafı gaz kaçağını engelleyici contalı bir kapak takıldı. Bu kapak ve kapağın oturtulduğu kısımda hurda eşyalardan yapıldı. İçerde biriken gaz basıncını ölçecek bir manometre takıldı bunun dışında tahliye edilen gazın basıncını ölçmek için başka bir manometre takıldı. Sistemin güvenliğini sağlamak için düzenek üzerine 5 bardan sonra gaz tahliyesini sağlayan bir emniyet sibobu takıldı. Şekil 4.3'de hidroforunun son hali gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Hidroforunun son hali

Gaz tahliye borusu ve çalışma sonunda sistem içerisindeki atık tahliyesi için düzeneğin alt kısmında atık tahliye vanası takıldı.



Şekil 4.4. Düzeneğin tahliye bölümü

4.2. Çalışma Alanı

Bu çalışma, bölgemiz 2018 verilerine göre nüfusu 1milyon 732 bin 396 olan Diyarbakır'da yapılmıştır. Yüz ölçümü 15272 km^2 olan Diyarbakır ilinde km^2 ye 113 insan düşmektedir. Nüfus yoğunluğunun bu denli fazla olduğu bir ilde kişilerin sebze ve meyve ihtiyaçlarının karşılanması Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi toptancılar hali tarafından sağlanmaktadır. Toptancılar hali içerisinde toplamda 120 komisyoncu bulunmakta bu komisyonculardan 20 tanesi sadece karpuz satışı yaptıklarından dolayı sezonluk olarak çalışmaktadırlar. Geriye kalan 100 komisyoncu ağırlıklı olarak sebze meyve satışını karışık olarak yapmaktadırlar. Sebze meyve halinde satış yapan bu

komisyoncuların günlük olarak yapmış oldukları satış sonucunda geriye kalan atıklar günün sonunda ölçümü yapılarak aşağıdaki tabloya yerleştirilmiştir. Komisyonculardan karpuz satışı yapanlar çok fazla miktarda atık oluştuğundan komisyoncudan yaklaşık olarak gelen ürün ve satılan ürün arasındaki farktan atık ürün miktarını yaklaşık olarak %1 olarak tespit edildi. (Günlük olarak 200 ton karpuz gelmektedir.) Diyarbakır sebze ve meyve haline günlük olarak ortalama her komisyoncuya 20 ton ürün gelmekte bunun yaklaşık olarak %1'si atılmakta 120 komisyoncu için atık ürün miktarı yaklaşık olarak 20 ton olduğu tahmin edilmektedir.

Çizelge 3.9. Sebze meyve halindeki komisyoncuların bazılarından günlük olarak alınan atık miktarları(kg)

Komisyoncu	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Toplam	Ortalama
1	128	235	212	358	167	203	1303	217,16
2	212	151	249	144	214	321	1291	215,16
3	167	205	232	271	237	116	1228	204,66
4	117	297	258	249	145	232	1298	216,33
5	225	162	286	251	134	183	1241	206,83
Genel Ort.								**212,028**



Şekil 4.5. Diyarbakır sebze ve meyve hali iç görünümü

Çizelge 4.1. Merkez ilçelerde kurulan semt pazarlarının listesi

İLÇELER	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Bağlar	Gürsel Caddesi	Bayramoğlu(Nergiz Pasta Salonu arkası)	Körhat	Geterler Potrol yanı	İskanevleri Mezarlık Caddesi	Yanık Köşk	Eski Birlik Lisesi Yanı
	Lefkoşe Caddesi	Sarı Park Yanı	Öğretmenler Caddesi	Barış Caddesi	Lezgin Avcı Caddesi	Ninova AVM Yanı	Çolak Sokak
	Kadınlar Sabit Semt Pazarı(Bağlar Belediyesi Hizmet Binası Arkası)						
Yenişehir	Kurtismail Paşa Sokak	Şehitlik 30 Sok. Dilek Taksi Yanı	Bağkur Sokağı	Kışla Sokağı	Ali Emiri 4.Sokak	Akkoyunlu 3. Sok.	
Kayapınar	Gaziler 477. Sok	Diclekent Bulvarı NCTY Yanı	Musa Anter Caddesi	Diclekent Hacı Levent Bitişiği	S.Eyyübü Bulvarı 217. Sok	Huzurevleri14. Sok	75 Metrelik Yol üzeri 578. Sok
Sur	Bağıvar ve Çarıklı Sabit Semt Pazarları						



Şekil 4.6. Günlük kurulan semt pazarı görüntüsü



Şekil 4.7. Günlük kurulan semt pazarı görüntüsü

Oluşan bu atıklar Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyeler tarafından toplanmakta fakat tartılma işlemi ve kayıt altına alınmamaktadır. Bundan dolayı Büyük şehir Belediyesi ile ilçe Belediyeleri çevre koruma birimleri ile görüşerek semt pazarlarında oluşan atık miktarları yaklaşık olarak verildi. Bu değerler Bağlar belediyesi semt pazarlarında günlük ortalama 9 ton Kayapınar belediyesi semt pazarları günlük ortalama 7 ton Yenişehir belediyesi semt pazarından günlük ortalama 6 ton Sur belediyesi semt pazarından günlük ortalama 5 ton sebze meyve atığı toplanmaktadır. Yaklaşık olarak Diyarbakır merkez ve merkez ilçelerde günlük toplanan atık miktarı yaklaşık olarak 47 ton dur.



Şekil 4.8. Toplanan sebze ve meyve atıkları

4.3. Numunelerin Alınması ve Hazırlanması

Çalışmamız için gerekli sebze ve meyve atıkları günlük olarak kurulan semt pazarlarından toplanmıştır. Numunelerin alımı sırasında sebze ve meyve atıklarının toplandığı açık alanda plastik poşetler içerisine farklı yabancı maddelerin karışmamasına dikkat edilerek toplanmıştır. Karışım halinde toplanan sebze-meyve atıkları daha sonra bir tartı yardımıyla 4 kg'lık numuneler, numune kaplarına alınarak, laboratuvar ortamına getirilmiştir.

Alınan numunelerin işleme koyulmadan önce bir bıçak yardımı ile boyutları en fazla iki santimetre olacak şekilde parçalanıp fermente olması için deney tüpüne yerleştirilmiştir.

4.4. Analiz Metotları

Sebze meyve atıklarından alınan ve analiz yapılmaya hazır hale getirilen numuneler laboratuvara analizlerin yapılması için getirilmiştir. Analizlerimizi basınç, hacim, sıcaklık, mol sayısı, Raydberg gaz sabitini içinde barındıran ideal gaz denklemi yardımı ile karşılaştırmaya çalışacağız.

İdeal gaz denklemi;

$$P.V=n.R.T \quad (4.1)$$

P:Basınç(atm) (76cm Hg=760 mm Hg=1 atm)

V:Hacim(Litre)

n:Mol Sayısı

R: Raydberg Sabiti olup bütün gazlar için 22,4/273 yaklaşık olarak 0.082 litre.atm/mol.Kelvin

T:Sıcaklık birim olarak daima Kelvin kullanılır.

4.5. Teorik Metan Üretimi

Yapılan çalışma doğrultusunda sebze ve meyve atıklardan oluşabilecek metan miktarını belirlemek için teorik metan hesabı yapılmıştır. Teorik metan üretimi hesabında organik materyalin formülü CaHbOcNd şeklinde tanımlanmaktadır.

Teorik metan üretimi:

$$CaHbOcNd + (4a - b - 2c + 3d)/4H_2O \rightarrow (4a + b - 2c - 3d)/8CH_4 + (4a - b + 2c + 3d)/8CO_2 + dNH_3 \quad (4.2)$$

$$VT = [(4a + b - 2c - 3d) \times 2.8] / [12a + b + 16c + 14d] \quad (4.3)$$

Eş. 4.2'deki a, b, c ve d değerleri hesaplandığında; Eş. 4.3 teorik metan üretim hesabını vermektedir (Lin ve ark., 2011). Analiz sonuçlarından elde edilen C, H, O, N miktarlarına göre Eş. 4.3 kullanılarak oluşabilecek metan üretimi miktarı hesaplanmıştır.

5. TARTIŞMA

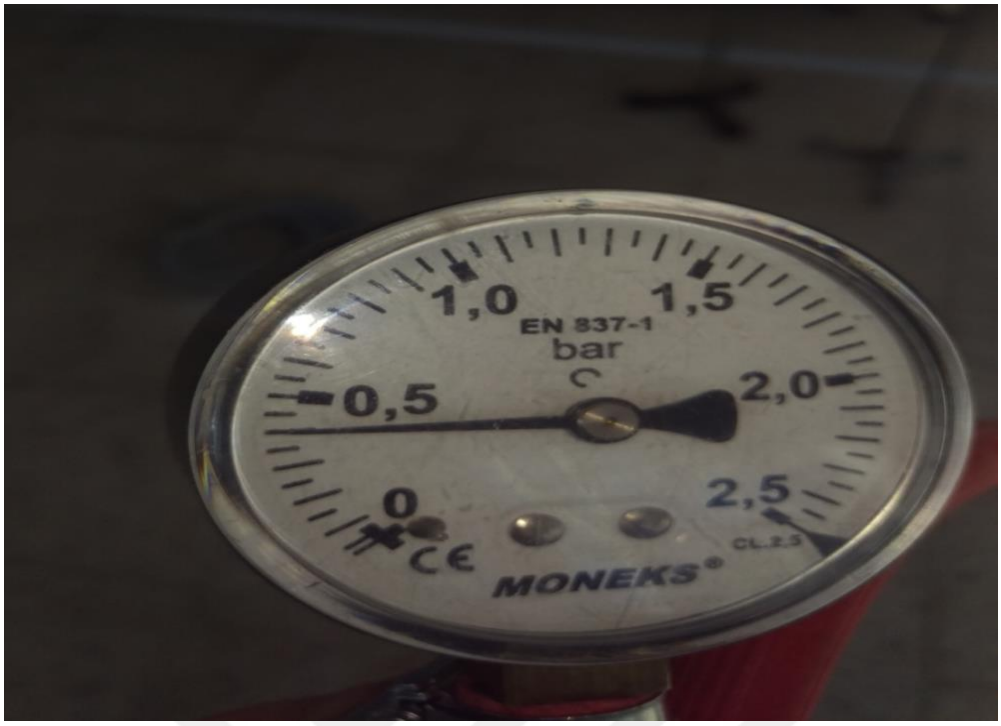
Günlük olarak kurulan semt pazarı, akşam saatlerinde satış işlemi bittikten sonra belediyeye ait temizlik işçileri ile birlikte temizlenecek alanda, satış sonrası oluşan atık sebze ve meyveler içerisinde yabancı atıklar karışmayacak şekilde toplanıp poşetlere yerleştirilip laboratuvara getirildi. Boyutları iki santimetreyi geçmeyecek şekilde parçalama işlemi yapılıp gerçekleştirildi. Daha sonra bu numuneden 4 kilogram alınarak deney tankının içerisine bırakıldı. 22.01.2019 tarihinde numunemizin üzerine 10 litre su ilave edilerek deney tankının kapağı hava sızdırmayacak şekilde iyice kapatılıp oda sıcaklığında beklemeye alındı. 06.02.2019-10.02.2019-18.02.2019-03.03.2019 tarihlerinde ölçümler yapılıp sebze meyve atıklarından elde edilen analiz sonuçların Çizelge 5.1'de gösterilmektedir.



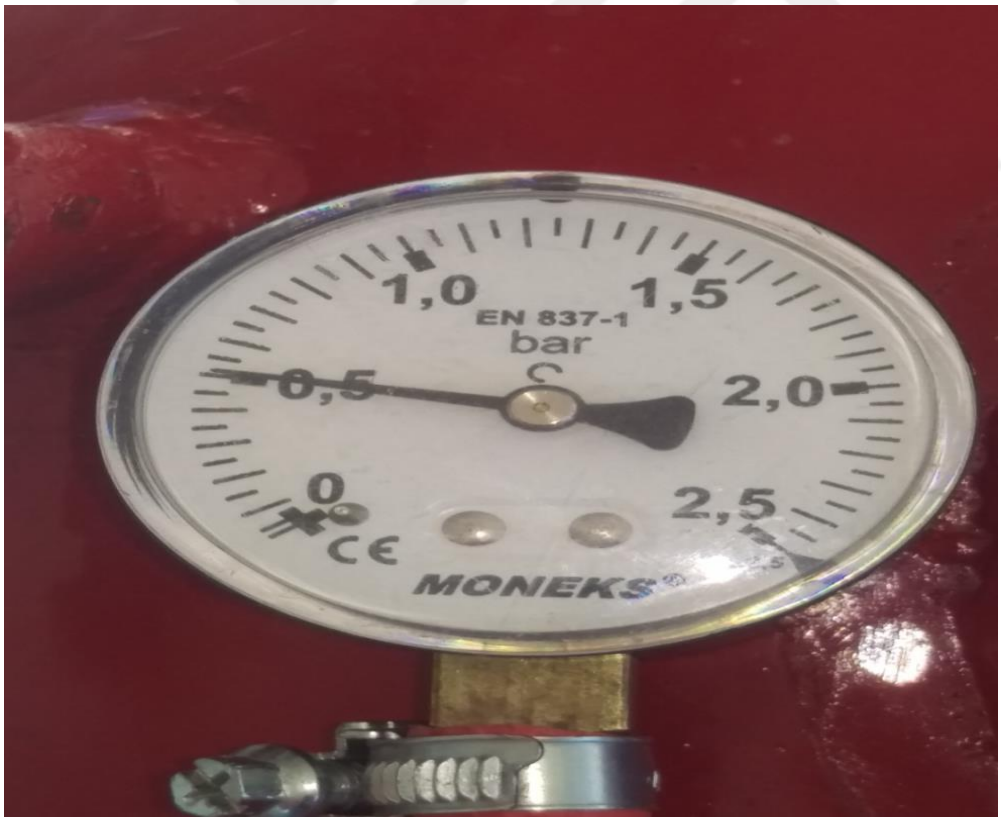
Şekil 5.1. İlk ölçüm değeri (0,275 bar)



Şekil 5.2. İkinci ölçüm değeri (0,300 bar)



Şekil 5.3. Üçüncü ölçüm değeri (0,400 bar)



Şekil 5.4. Dördüncü ölçüm değeri (0,500 bar)

1Bar=0,986855 Atm = 750 mmHg

1 Atm=1,013 Bar

$$PV=mRT \quad (4.4)$$

$M=CH_4=16$ gr/mol

$R_u=8.31447$ kPa.m^3/kmol.K

$R=R_u/M=0{,}51$ kPa.m^3/kg..K

Burada gazın hacmini d=m/V ifadesi ile bulduk. Kullandığımız organik atığın(OA) öz kütlesini https://www.cdeglobal.com internet sitesinde bulduk kütlesini tartarak daha önceden bildiğimizden kullandığımız organik atığın hacmini bulduk, Sisteme eklediğimiz bütün ürünlerin hacimlerini toplayıp kullandığımız kabın hacminden çıkardığımızda oluşan gazın hacmini bulmuş olduk.

Malzeme 22.01.2019 tarihin da sisteme yerleştirildi; sıcaklık değeri 7^0C olarak ölçülmüştür.

1.ölçüm 06.02.2019 tarihinde(15 gün)10^0C

$P_1.V_1=m_1.R.T_1$ ile $27.5x0.034 = m_1x0.51x283$ ise $m_1=0.00655$ kg

2.ölçüm 10.02.2019 tarihinde (4 gün) 9 ^{0}C

$P_2.V_2=m_2.R.T_2$ ile $30x0.034 = m_2x0.51x282$ ise $m_2=0.00717$ kg

3.ölçüm 18.02.2019 tarihinde (8 gün) 13^0C

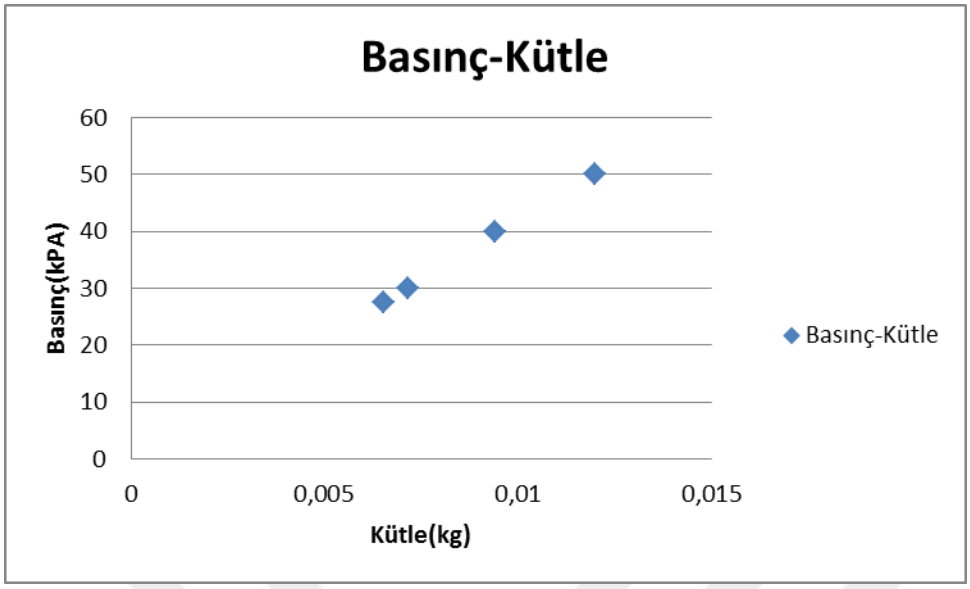
$P_3.V_3=m_3.R.T_3$ ile $40x0.034 = m_3x0.51x286$ ise $m_3=0.0094$kg

4.ölçüm 03.03.2019 tarihinde (14 gün) 8^0C

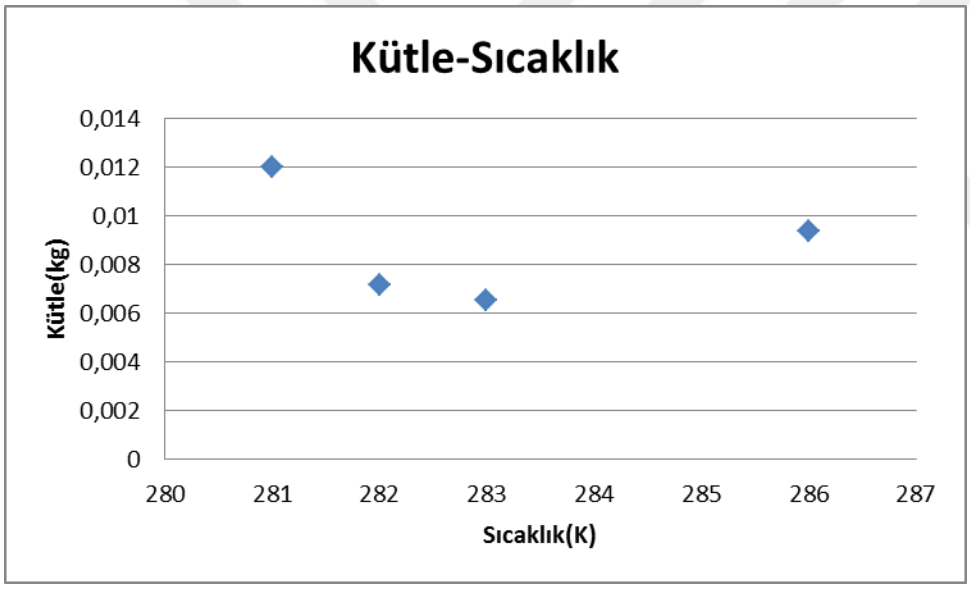
$P_4.V_4=m_4.R.T_4$ ile $50x0.034 = m_4x0.51x281$ ise $m_4=0.0012$ kg

Çizelge 5.1. Sebze ve meyve atıklarından elde edilen analiz sonuçları

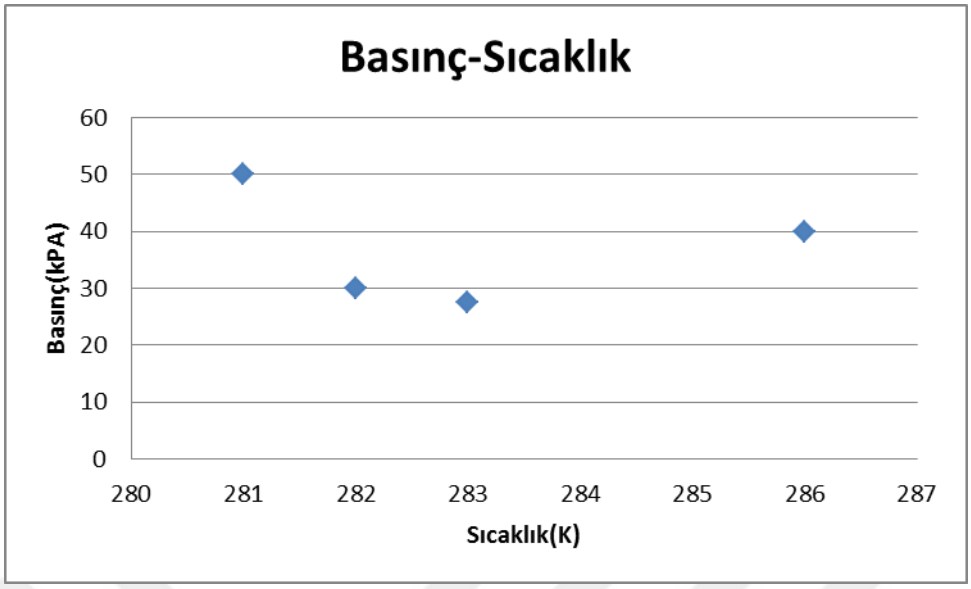
Analizler	**Birim**	**1.Ölçüm 06.02.2019**	**2.Ölçüm 10.02.2019**	**3.Ölçüm 18.02.2019**	**4.Ölçüm 03.03.2019**
Basınç	Kilopascal	27.5	30	40	50
Hacim(Biyogaz)	m^3	0.0344	0.0344	0.0344	0.0344
Rydberg sabiti	kPa.m^3/kg..K	0.51	0.51	0.51	0.51
Sıcaklık	Kelvin	283	282	286	281
Kütle(Biyogaz)	kg	0.00655	0.00717	0.0094	0.012



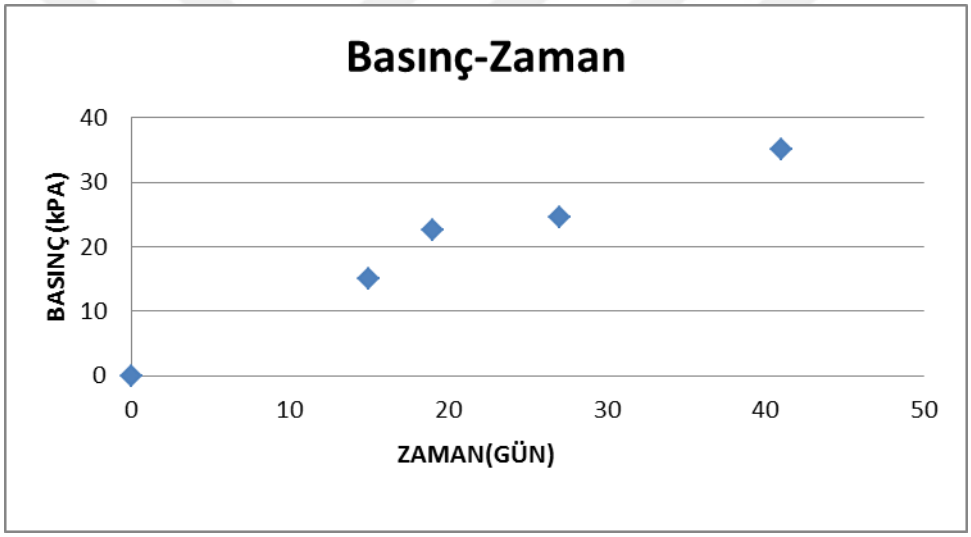
Şekil 5.5. Sebze ve meyve atıklarından elde edilen gazın basınç kütle grafiği



Şekil 5.6. Sebze ve meyve atıklarından elde edilen gazın kütlesinin sıcaklığa bağlı grafiği

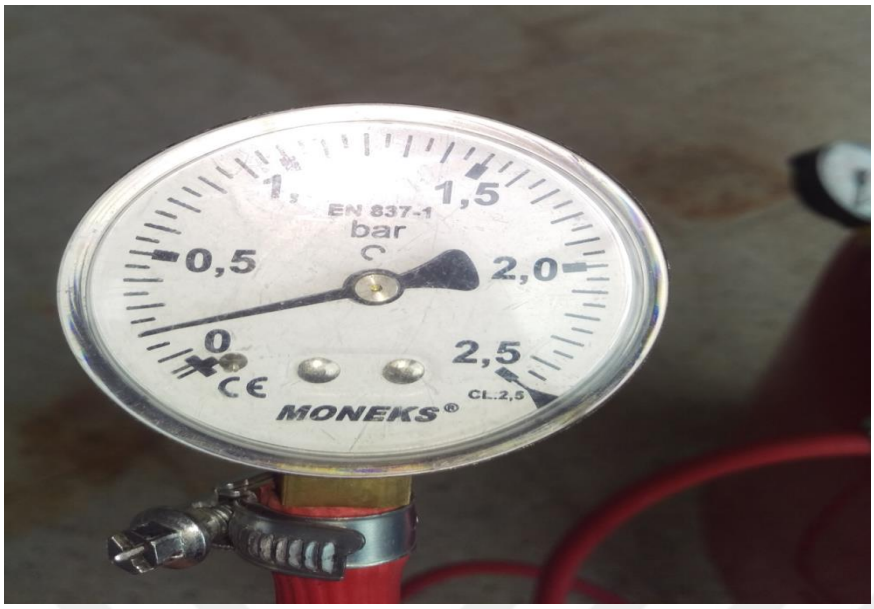


Şekil 5.7. Sebze ve meyve atıklarından elde edilen gazın basınç sıcaklık grafiği

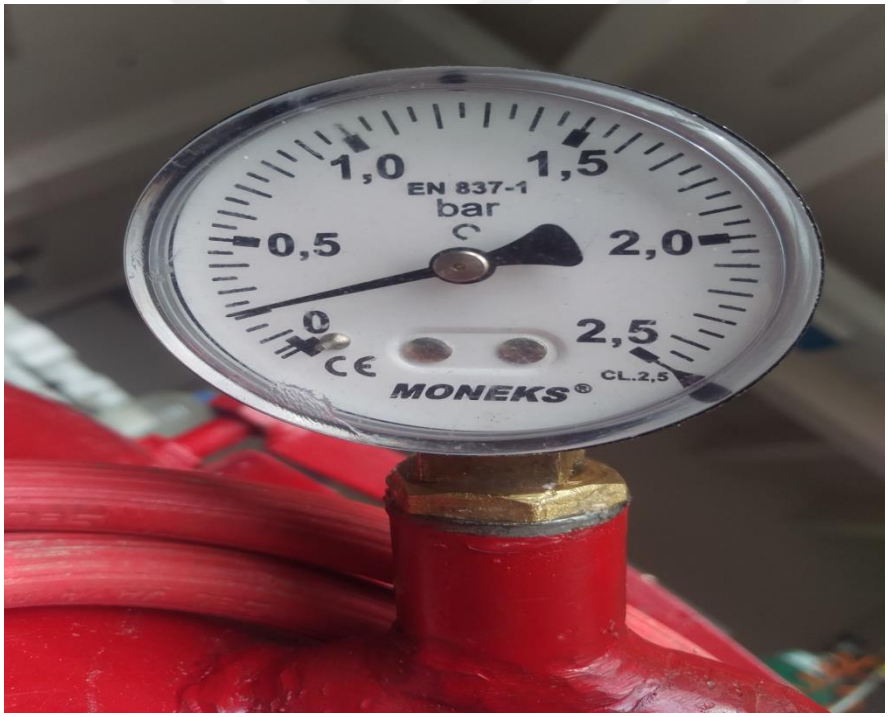


Şekil 5.8. Sebze ve meyve atıklarından elde edilen gazın basınç zaman grafiği

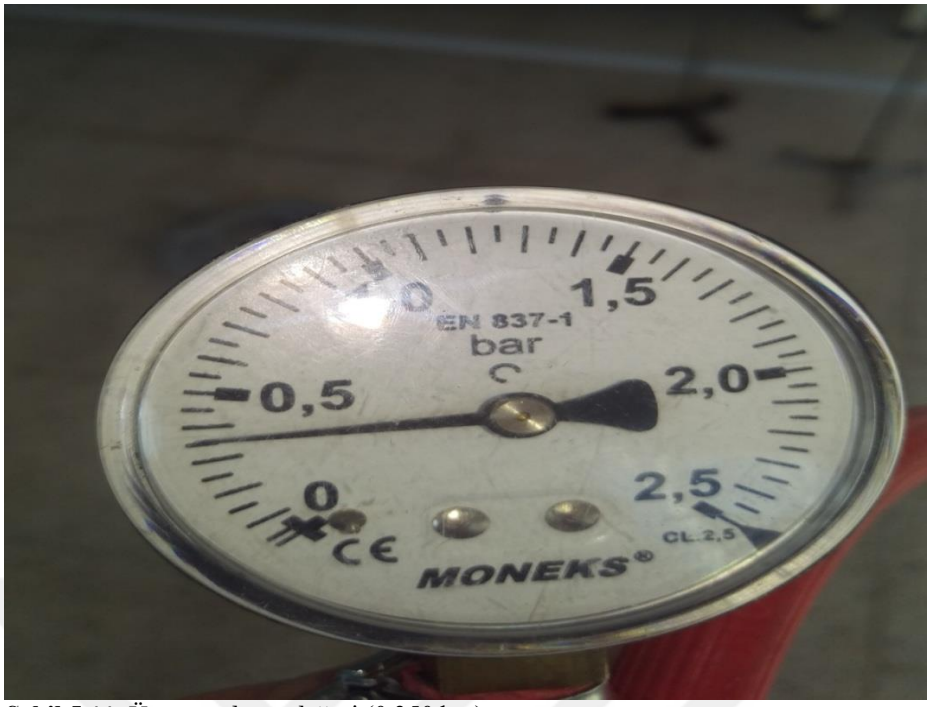
Deneyimizi ikinci kısmında güvercin gübresinin kullanılarak metan gazı elde etmek için bölgemizde güvercin yetiştiriciliği yapan kişiler ile birlikte güvercinlerinin barınaklarını ziyaret ederek orda bir miktar kurumuş gübresi topladık. Toplanan bu gübreyi tartarak 4 kilogramını deney tankının içerisine yerleştirdik ve üzerine 10 litre su ilave ederek deney tankının kapağı hava sızdırmayacak şekilde iyice kapatılıp oda sıcaklığında beklemeye alındı. Güvercin gübresi (GG) kullanılarak elde edilen analiz sonuçları Çizelge 5.2'de gösterilmektedir



Şekil 5.9. Birinci ölçüm değeri (0.200bar)



Şekil 5.10. İkinci ölçüm değeri (0,225 bar)



Şekil 5.11. Üçüncü ölçüm değeri (0,350 bar)



Şekil 5.12. Dördüncü ölçüm değeri (0,425 bar)

Malzeme 24.03.2019 da sisteme yerleştirildi; sıcaklık değeri 9^0C olarak ölçülmüştür.

1.ölçüm 31.03.2019 tarihinde (7 gün)12^0C

$P_1.V_1=m_1.R.T_1$ ile $20x0.0399=m_1x0.51x285$ ise $m_1=0.0055$ kg

2.ölçüm 03.04.2019 tarihinde (3 gün)14^0C

$P_2.V_2=m_2.R.T_2$ ile 22.5x0.0399=m_2x0.51x287 ise m_2=0.0061 kg

3.ölçüm 8.04.2019 tarihinde (5 gün)18^0C

$P_3.V_3=m_3.R.T_3$ ile 35x0.0399=m_3x0.51x291 ise m_3=0.0094kg

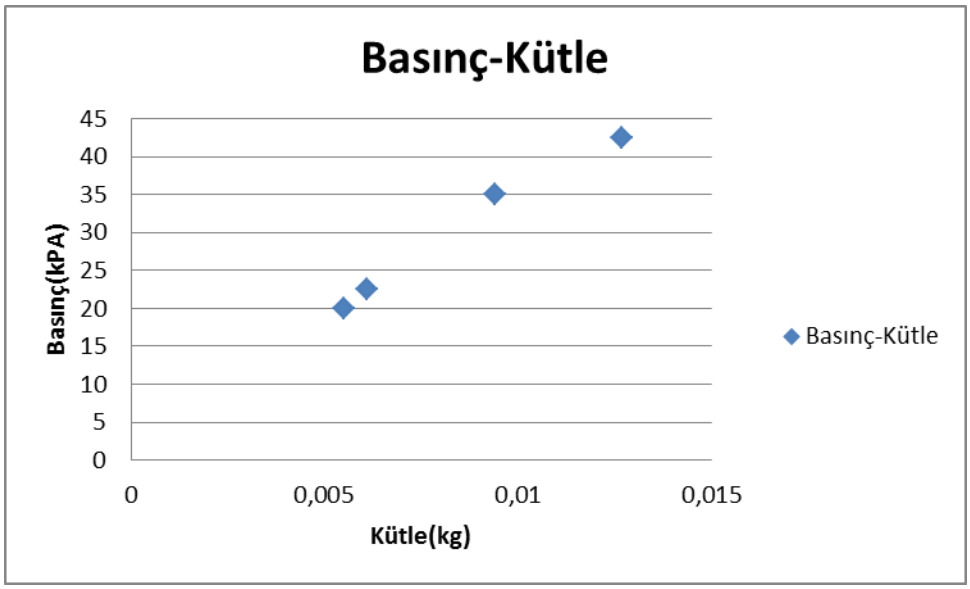
4.ölçüm 13.04.2019 tarihinde (5 gün) 22^0C alınmıştır.

$P_4.V_4=m_4.R.T_4$ ile 42.5x0.0399=m_4x0.51x295 ise m_4=0.0127 kg

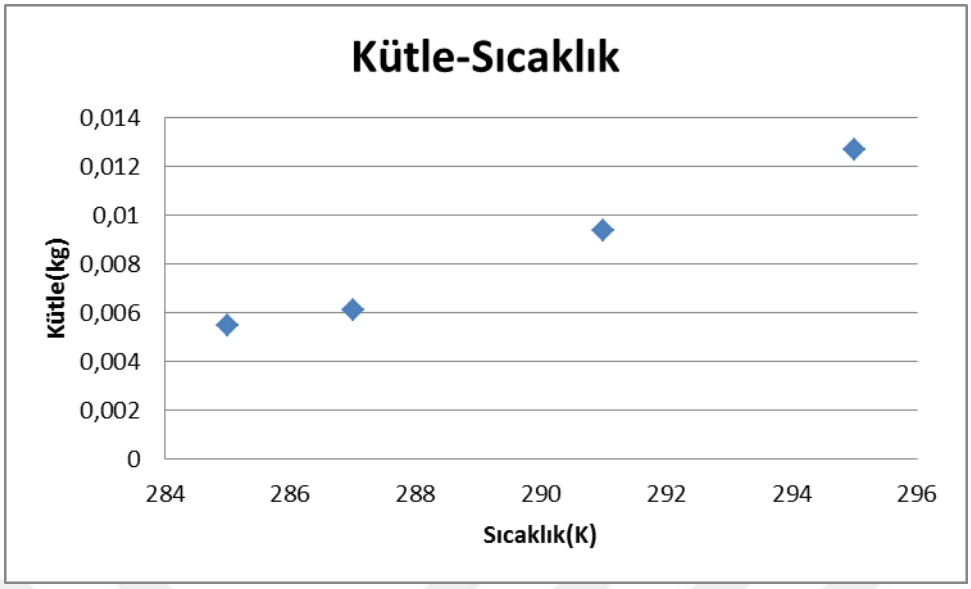
Çizelge 5.2.Güvercin gübresi kullanılarak elde edilen analiz sonuçları

Analizler	**Birim**	**1.Ölçüm 31.03.2019**	**2.Ölçüm 03.04.2019**	**3.Ölçüm 08.04.2019**	**4.Ölçüm 13.04.2019**
Basınç	kilopascal	20	22,5	35	42,5
Hacim(Biyogaz)	m^3	0.0399	0.0399	0.0399	0.0399
Raydber sabiti	Pa.m^3/kg..K	0.51	0.51	0.51	0.51
Sıcaklık	Kelvin	285	287	291	295
Kütle(biyogaz)	kg	0.0055	0.0061	0.0094	0.0127

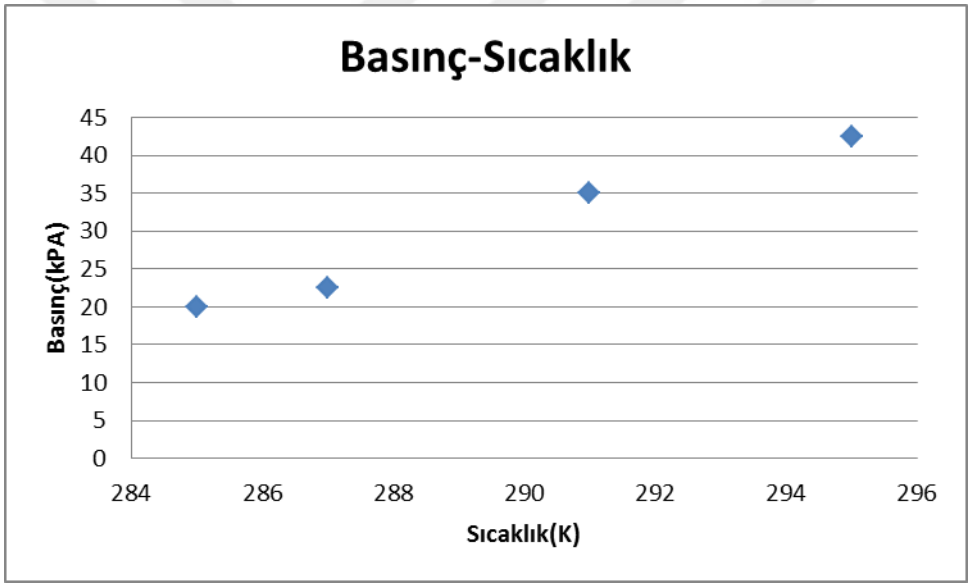
Sebze meyve atıklarından elde edilen sonuçlarına bakıldığında bekleme süresi artıkça sistemde oluşup biriken gaz miktarının artığı görülmektedir.



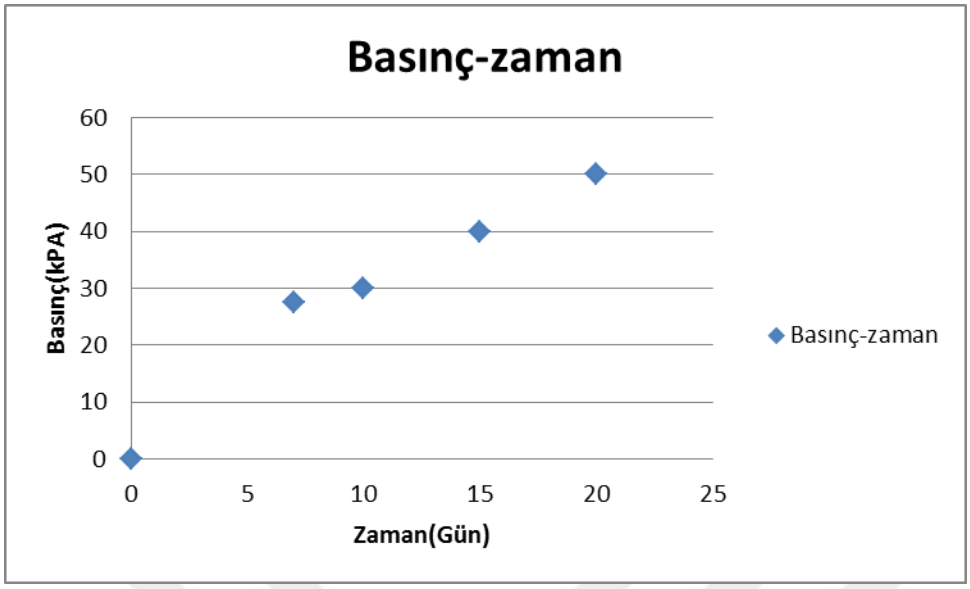
Şekil 5.13. Güvercin gübresinin basıncın kütleye bağlı grafiği



Şekil 5.14. Güvercin gübresinden elde edilen gazın kütlesinin sıcaklığa bağlı grafiği



Şekil 5.15. Güvercin gübresinin basıncın sıcaklığa bağlı grafiği



Şekil 5.16. Güvercin gübresinin basıncın zamana bağlı grafiği

Deneyimizin üçüncü kısmında pazarlarda toplanan sebze ve meyve atıkları ile güvercin gübresinin belirli oranlarda kullanarak metan gazı elde etmeye çalıştık, 0.5 kg güvercin gübresi ile 3.5 kg sebze ve meyve atığı toplamda 4 kg deney düzeneğine yerleştirildi. Sebze ve meyveler boyutları 2 cm den küçük hale getirilerek sisteme bırakıldı. Üzerlerine 10 litre su ilave edilerek düzeneğin kapağı gaz kaçırmayacak şekilde iyice kapatıldı.



Şekil 5.17. Birinci ölçüm değeri (0,150 bar)



Şekil 5.18. İkici ölçüm değeri (0,225 bar)



Şekil 5.19. Üçüncü ölçüm değeri (0,245 bar)



Şekil 5.20. Dördüncü ölçüm değeri (0,350 bar)

Malzeme 18.05.2019 da sisteme yerleştirildi; sıcaklık değeri 33^0C olarak ölçülmüştür.

1.ölçüm 22.05.2019 tarihinde(4 gün)31^{o}C

$P_1.V_1=m_1.R.T_1$ ile 15x0,014912=m_1x0.51x304 ise m_1=0.00144 kg

2.ölçüm 23.05.2019 tarihinde(1 gün)31^{o}C

$P_2.V_2=m_2.R.T_2$ ile 22.5x0,014912=m_2x0.51x304 ise m_2=0.00216 kg

3.ölçüm 26.05.2019 tarihinde(3 gün)31^{o}C

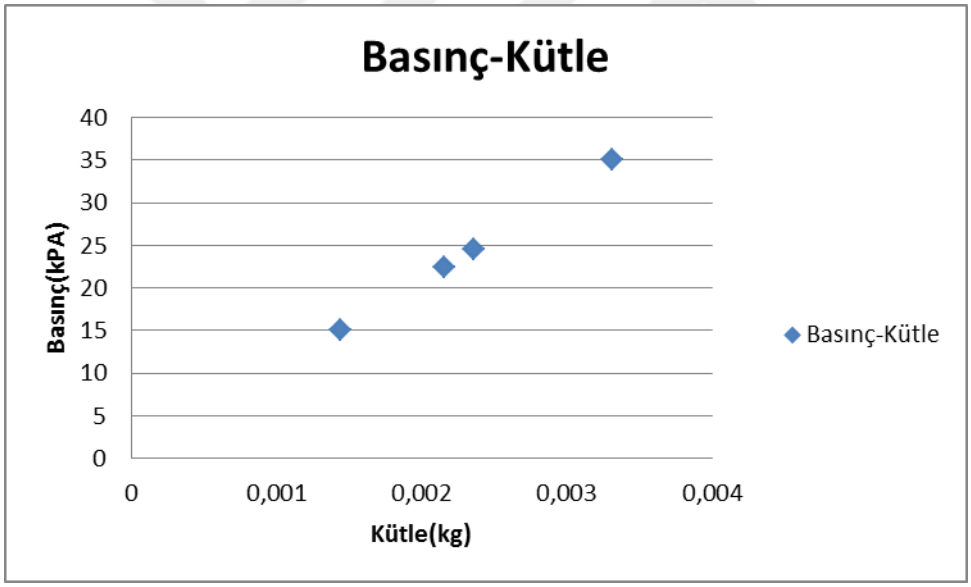
$P_3.V_3=m_3.R.T_3$ ile 24,5x0,014912=m_3x0.51x304 ise m_3=0.002357kg

4.ölçüm 31.05.2019 tarihinde(5 gün)36^{o}C alınmıştır.

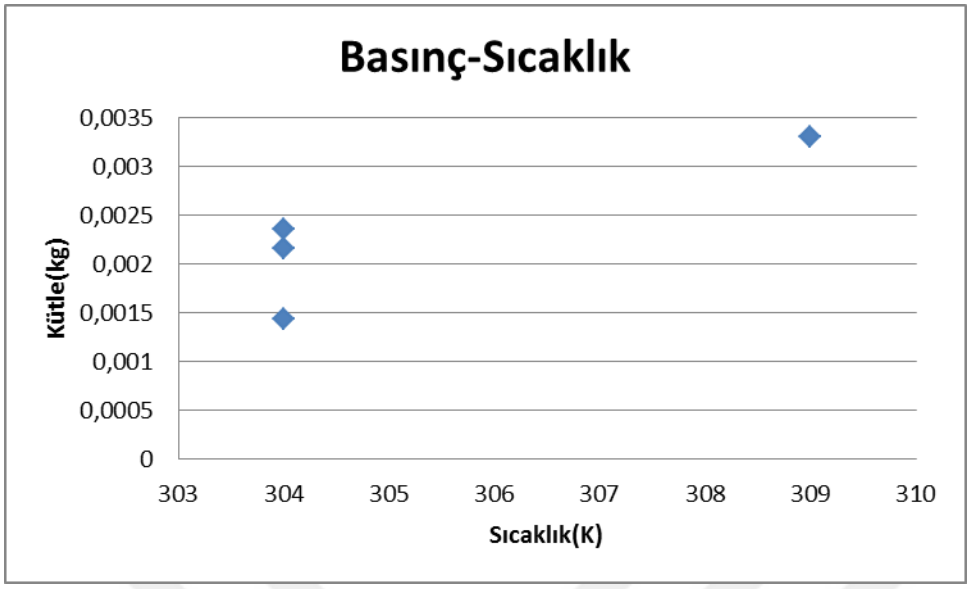
$P_4.V_4=m_4.R.T_4$ ile 35x0,014912=m_4x0.51x309 ise m_4=0.00331 kg

Çizelge 5.3. Sebze,meyve ve gübre karışımıdan elde edilen analiz sonuçları

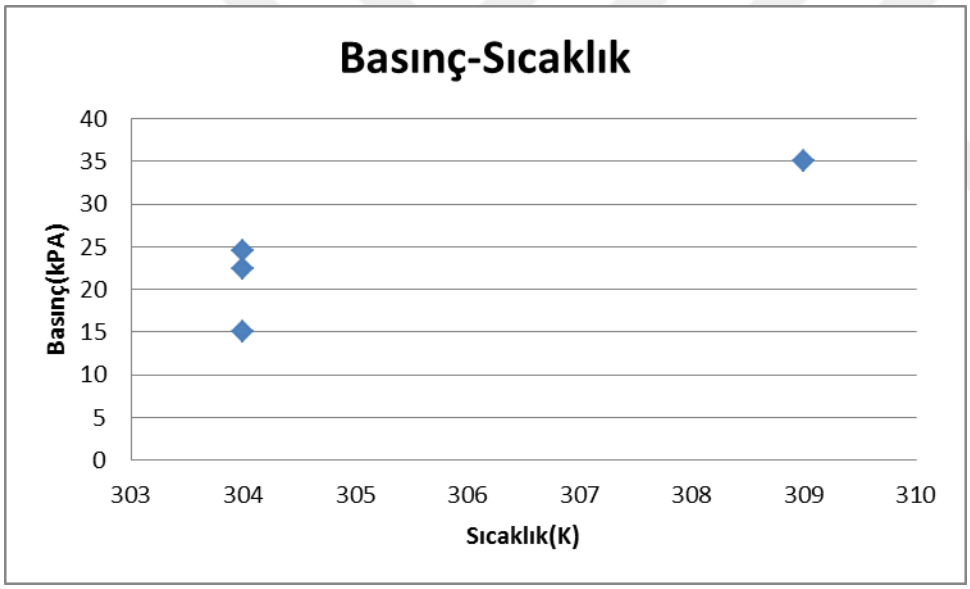
Analizler	**Birim**	**1.Ölçüm 22.05.2019**	**2.Ölçüm 23.05.2019**	**3.Ölçüm 26.05.2019**	**4.Ölçüm 31.05.2019**
Basınç	kilopascal	15	22,5	24,5	35
Hacim(Biyogaz)	m^3	0,014912	0,014912	0,014912	0,014912
Raydber sabiti	$kPa.m^3/kg.K$	0.51	0.51	0.51	0.51
Sıcaklık	kelvin	304	304	304	309
Kütle(Biyogaz)	kg	0.00144	0.00216	0.002357	0.00331



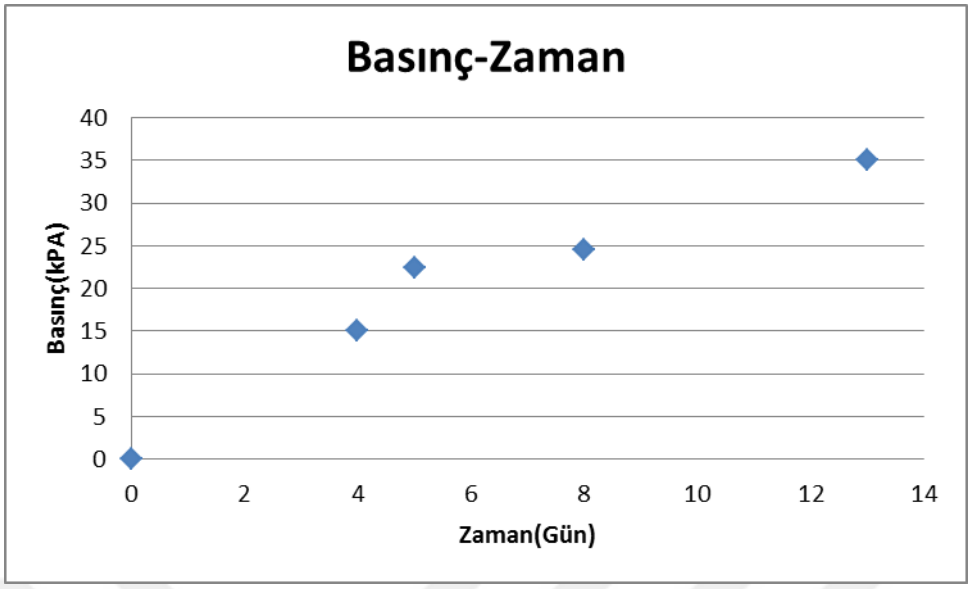
Şekil 5.21. Sebze, meyve ve güvercin gübresi karışımının basınç kütle grafiği



Şekil 5.22. Sebze, meyve ve güvercin gübresi karışımının oluşturduğu gazın kütlesinin sıcaklığa grafiği



Şekil 5.23. Sebze, meyve ve güvercin gübresi karışımının oluşturduğu gazın basınç sıcaklığa grafiği



Şekil 5.24. Sebze, meyve ve güvercin gübresi karışımının oluşturduğu gazın basınç zaman grafiği

6. SONUÇ

Bu çalışmada atıl durumda olan 50 lt lik hidrofor tankı biyogaz üretim tankına dönüştürülmüştür. Sızdırmazlığın sağlanabilmesi için hidrofor tankının üst kısmı kesilerek yerine contalı kapak, manometre ve hava güvenlik supap monte edilmiştir. Boşaltım için tankın alt kısmına tahliye vanası eklenmesi suretiyle biyogaz üretim tankı en düşük maliyetle kullanışlı hale getirilmiştir. Kış mevsiminde deneyin gerçekleştiği oda sıcaklığı 7 ^{0}C'de ve bahar mevsiminde oda sıcaklığı 18 ^{0}C'de olmak suretiyle bu tankta biyogaz üretimi deneyi yapılmıştır. Bu deney 3 farklı şekilde tekrarlanmıştır. 1. deneyde 4 kg OA+10 lt su karışımı sonucunda 41 gün sonra 50 kPa, 2.deneyde 4 kg kuru GG+10 lt su karışımı sonucunda 20 gün sonunda 42.5 kPa, 3. Deneyde 3.5 kg OA+0.5 GG+10 lt su karışımı sonucunda 8 gün sonunda 42.5 kPa'lık basınç değerine ulaşılmıştır.

Elde ettiğimiz değerler göz önünde bulundurularak Diyarbakır'da oluşan sebze ve meyve atıklarından elde edilecek gazın kütlesi ve basıncı yaklaşık olarak; 4 kg atıktan 0.0344 m^3 gaz elde ediliyorsa 47 ton atıktan 404.2 m^3 gaz elde edilir. 404.2 m^3 gaz aynı zamanda 4262.20 kWh enerjiye eşittir. Bununla birlikte 4 kg OA için 10 litre su kullanılmıştı 47 ton için kullanılması gereken su miktarı 117500 litre su gerekmektedir. (http://calculat.org (Dönüştürücü))

Sonuç olarak çok düşük bir maliyetle atıl haldeki bir hidrofor tankını biyogaz üretimine hazır hale getirerek biyogaz üretimini gerçekleştirmiş olduk aynı zamanda farklı karışımlar sonucunda biyogaz performansını değerlendirdiğimizde, organik atıklar ile güvercin gübresinin karışımının biyogaz performansını arttırdığını gözlemledik. Yapmış olduğumuz bu çalışma ve ülkemizin sahip olduğu kaynaklar göz önüne alındığında ülkemizin ihtiyacı olan enerjinin bir kısmının karşılanması, biriken atıkların çevreye ve doğaya verdiği olumsuz etkilerin azaltılması gelecek nesillere bırakabileceğimiz bir dünya olması açısında yenilenebilir enerji çok önemli bir yer teşkil etmektedir.

7. KAYNAKLAR

Ağaçbiçer G. 2010. Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ekonomisine katkısı ve yapılan swot analizler, *yüksek lisans tezi*. Adres: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Ahır Gübresinin Zararları, 2013. http://www.zararlari.org/ahir-gubresinin-zararlari/ 19. Alçiçek A., Demirulus H. 1994. Çiftlik Gübrelerinin Biyogaz Teknolojisinde Kullanılması, Ekoloji Çevre Dergisi, 3: 5-9.

Akbulut, A., Dikici, A., 2004. "Elazığ İlinin Biyogaz Potansiyeli Ve Maliyet Analizi", Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları

Altıkat, S., Çelik, A., 2012. "Iğdır İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli" Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech., 2(1): 61-66

Altuntaşoğlu, Z. 2005. Yenilenebilir Enerji Avrupa Birliği ve Türkiye Müktesebatı, TBMM Türkiye 5.Enerji Sempozyumu. Ankara.

Anonim, 2015a. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .http://www.jeotermal.com/dokumanlar/dosyalar/Yenilenebilir Enerji .pdf14. Cordell D., Drangert J.-O., White S. 2009. The Story of Phosphorus: Global Food Security and Food for Thought, Global Environ Change, 19: 292-305.

Arık, A. 2016. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans, 106s.

Arıkan, B., 2008. "Organik Evsel Katı Atıklardan Anaerobik Ortamda Biyogaz Üretiminin Verimliliğinin Araştırılması", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri EnstitüsüÇevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 105-127

Bandara, H. M. C. K., Weerasinghe, K. D. N., Jayasinghe, G. Y., "Applıcatıon Of Bıogas Technology As A Renewable Energy Source And Envıronmental Frıendly Technıque To Manage Solıd Waste", Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Sri Lanka, 1-10.

BiyogazÜretimiveFaydaları.2013.http://www.alternatifpower.com.tr/resimler/2187644_140353 4180.pdf

Bouallagui, H., Ben Cheikh, R., Marouani, L., Hamdi, M., 2003. "Mesophilic Biogas Production From Fruit And Vegetable Waste İn Tubular Digester", Bioresour. Technol., 86, 85–90

Bouallagui, H., Lahdheb, H., Romdan, E. B., Rachdi, B., Hamdi, M., 2009. "Improvement Of Fruit And Vegetable Waste Anaerobic Digestion Performance And Stability With Co-Substrates Addition", Journal of Environmental management, 90(5): 1844–1849

Bouallagui, H., Torrijos, M., Godon, J. J., Moletta, R., Ben Cheikh, R., Touhami, Y., Delgenes, J. P., Hamdi, M., 2004a. "Microbial Monitoring By Molecular Tools Of A Two-Phase Anaerobic Bioreactor Treating Fruit And Vegetable Wastes" Biotechnology Letters, 26(10):857-862

Çallı, B., 2012. Atıklardan Biyogaz Üretimi Atıklardan Biyogaz Üretimi(Atıklardan Biyogaz Üretimi, Türkiye Kimya Derneği -Genç Kimyacılar Platformu

Çelik, S. N. 2012. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi, *yüksek lisans tezi*. Adres: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Çoban, V., 2009. "Hayvansal Ve Bitkisel Atıklardan Biyogaz Üretim Prosesinin Simülasyon Ve Optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, 83

Çukurçayır, M.A., Sağır, H. 2015. Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları. Solar Akademi, http://www.solar-academy.com/menuis/Enerji-Sorunu-Cevre-ve-Alternatif-Enerji Kaynaklari020316. pdf

Dalgıç, A. Ç., 1998. "Biogas Production From Oil Residues",Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği

Deloitte.2014https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/energyresources/Biyok%C3%BCtlenin%20alt%C4%B1n%20%C3%A7a%C4%9F%C4%B1Sonnn.pdf

Demirel, B., Scherer, P., 2009. "Bio-Methanization Of Energy Crops Through Mono-Digestion For Continuous Production Of Renewable Biogas", Renewable Energy, 34, 2940–2945

El-Mashad, M. H., Zhang, R., 2010. "Biogas Production From Co-Digestion Of Dairy Manure And Food Waste", Bioresource Technology ,101,4021–4028

Erdal, L., Karakaya, E. 2012. Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik. Siyasi ve Coğrafi Faktörler, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 31(1):107-136.

Eryaşar, A., 2007. "Kırsal Kesime Yönelik Bir Biyogaz Sisteminin Tasarımı, Kurulumu, Testi Ve Performansına Etki Eden Parametrelerin Araştırılması", Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, 7,33,İzmir

Gül, E., 2011. "Biyolojik Proseslerle Üretim Yapan Biyogaz Tesisinin Ve Proses Sonucu Elde Edilen Biyogaz ile Çalışan Süt Soğutma Ünitesi Tasarımı Ve Optimizasyonu", Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Bitirme Tezi, 44-58

Halidemir, B., 2011. "Belediye Çöp Bileşenlerindeki Organik Maddelerin Isıl Değerlerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Halisdemir, B., 2009. "Aktif Çamur Ve Portakal Posasının Biyogaz Üretim Verimleri Ve Bazı Ön İşlemlerin Biyogaz Üretim Verimine Etkilerinin Araştırılması", Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Karataş, A., 2006. "Tavuk Gübresinin Anaerobik Parçalanması İçin Uygun Koşulların Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,1,32-34

Kaya, O., 1999. "Yemek Artıklarından Biyogaz enerjisi Üreten Sistemin tasarımı ve İmalatı", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Eylül

Kobya, M., 1992. "Sığır Gübresinden Biyogaz Üretimi Ve Erzurum Koşulları İçin Bir Biyogaz Tesis Tasarımı" ***Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı***, Yüksek Lisans Tezi

Kumbur H., Özer Z., Özsoy H.D., Avcı E.D. 2015. Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu, 19-21 Ekim, Mersin, Türkiye.

Kumbur H., Özer Z., Özsoy H.D., Avcı E.D. 2015. Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu, 19-21 Ekim, Mersin, Türkiye.

Lin,J., Zuo,J., Gan,L., Li,P., Liu,F., Wang,K., Chen,L., Gan,H., 2011. "Effects Of Mixture Ratio On Anaerobic Co-Digestion With Fruit And Vegetable Waste And Food Waste Of China", Journal of Environmental Sciences, 23(8):1403–1408

Lung, P., 2011. "Solid-state Anaerobic Digestion for Integrated Ethanol Production", In the Department of Chemical and Biological Engineering University of Saskatchewan, M.Sc.Thesis,

Mahmutoğlu, M. 2013. Türkiye elektrik sektöründe yenilenebilir enerjinin rolü, *yüksek lisans tezi*. Adres: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Mujtaba, A., 2010. "Calculating the Production of Bio-gas Through Vegetables and Fruits during Anaerobic Digestion at Ambient Temperature and Analysis of the Samples for the Production of Fertilizer", Department of Earth & Environmental Sciences, Bahria University, Islamabad,

Mutlu, E. 2013. Türkiye'de yenilenebilir enerji ekonomisi ve Ankara iline ait swot analizler, *yüksek lisans tezi*. Adres: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Nasir,I. M., Ghazi, T. I. M., Omar, R., 2012. "Production Of Biogas From Solid Organic Wastes Through Anaerobic Digestion: A Review", Appl Microbiol Biotechnol, DOI 10.1007/s00253-012-4152-7, 95:321–329

Öncel, S., İkizoglu, E., Öngen, G., Vardar, F., 2003. "Tarımsal Atıkların Degerlendirilmesinde Kullanılan Biyogaz Üreteç Tipleri", II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 121-137

Özkaya M.S., Variyenli H.İ., Yilmaz A. 2009. Güneş Enerjisi Destekli İçten Isıtmalı Fermantasyon Tankında Biyogaz Üretimi, Politeknik Dergisi, 12 (4): 255-261.

Özmen, P., Aslanzadeh, S., 2009. "Biogas Production From Municipal Waste Mixed With Different Portions Of Orange Peel", University of Borås School of Engineering, 3-4

Qiao, W., Yan, X., Ye,J., Sun, Y., Wang, W., Zhang, Z., 2011. "Evaluation Of Biogas Production From Different Biomass Wastes With/Without Hydrothermal Pretreatment", Renewable Energy, 36, 3313-3318

Sabuncu, Ö. C., 2010. "Biyogaz Üretiminin Teknik, Ekonomik Ve Çevresel Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Sadi, M., 2010. "Design and Building of Biogas Digester for Organic Materials Gained From Solid waste", Master of Degree, CleanEnergy and Conservation Strategy Engineering, Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University,49

Satman, A. 2015. Türkiye'nin Enerji Vizyonu. TMMOB Makine MühendisleriOdası,http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/8188c7e9965c217_ek.pdf

Sıngh, R., Malik, R. K., Jaın, M. K., Tauro, P., 1984. Biogas Production at Different Solids Concentrations in Daily Fed Cattle Waste Digesters. Agricultural Wastes, 11: 253–257.

Sözer, S., Yaldız, O., 2011. "Methane Production From Tomatoes Waste Via Co-Fermentation" Presentation of 1st Biogas Workshop Izmir ,19.-20

Şanlıurfa Karacadağ Kalkınma Ajansı, Kompost Tesisi Kurulması Amacına Yönelik Fizibilite Çalışması Projesi Kapsamında Hazırlanan Kompost ve Biyogaz Tesisi Fizibilite Raporu. 2014. http://www.investsanliurfa.com/SayfaDownload/KOMPOST%20VE%20B%C4%B0YOGAZ%20TES%C4%B0S%C4%B0%20F%C4%B0Z%C4%B0B%C4%B0L%C4%B0TE%20RAPORU.pdf

Şanlıurfa Karacadağ Kalkınma Ajansı, Kompost Tesisi Kurulması Amacına Yönelik Fizibilite Çalışması Projesi Kapsamında Hazırlanan Kompost ve Biyogaz Tesisi Fizibilite Raporu. 2014. http://www.investsanliurfa.com/SayfaDownload/KOMPOST%20VE%20B%C4%B0YOGAZ%20TES%C4%B0S%C4%B0%20F%C4%B0Z%C4%B0B%C4%B0L%C4%B0TE%20RAPORU.pdf

Teghammar, A., 2013. "Biogas Production from Lignocelluloses:Pretreatment, Substrate Characterization, Co-digestion, and Economic Evaluation", Ph.D.Thesis, Department of Chemical and Biological EngineeringChalmers Unıversıty Of Technology, 27-61

Toklu E., Güney M.S., Isik M., Comaklı O., Kaygusuz K. 2010. Energy Production, Consumption, Policies and Recent Developments in Turkey, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14: 1172-1186.

Türkiye Petrolleri, Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu. 2015. http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r%20Raporu%2FTP_HAM_PETROL DOGAL_GAZ_SEKTOR_RAPORU__2015.pdf

Weiland P. 2010. Biogas Production: Current State and Perspectives, Applied Microbiology and Biotechnology, 85: 849-860.

Yigen, O. C., "Biyogaz ve Örnek Bir Biyogaz Tesis Tasarımı", Sunumlu Proje, Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 1-75, (2011).

Yürük F., Erdoğmuş P. 2015. Düzce İlinin Hayvansal Atıklardan Üretilebilecek Biyogaz Potansiyeli ve K-Means Kümeleme ile Optimum Tesis Konumunun Belirlenmesi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 4(1): 47-56.

Zhang, P., 2012. "Bıogas-Its Potential As An Energy Source In Rural Households Wıth Partıcular Emphasis On Chına", M.Sc.Thesis, Norwegian University of life Sciences, Department of Nora Grıc,

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Batman'ın Gercüş ilçesinin Akburç köyünde doğdum. İlk ve ortaokulu Diyarbakır Şair Sırrı Hanım okulunda, Liseyi Fatih Lisesinde bitirdim. 2001 yılında Dicle Üniversitesi Fizik Bölümünü kazandım. 2005 yılında mezun oldum. Şuan Özel bir okulda Fizik öğretmeni olarak görev yapmaktayım. Evli ve 2 çocuk babasıyım.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ İNTİHAL FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI VE SOYADI	Ahmet Kızmaz
ÖĞRENCİ NO	16802018
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2018-2019
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	Katı Hal Fiziği
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	Diyarbakır İli Sebze Meyve Atıklarının Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması
İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ	
RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	85
BENZERLİK ORANI	%19
RAPORLAMA TARİHİ	08/08/ 2019

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 85 sayfalık kısmına ilişkin, 08/08/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 12'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

☐Kabul/Onay sayfaları hariç,
☐Kaynakça hariç
☐Alıntılar hariç/dâhil
☐Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Ahmet KIZMAZ
08/08/2019

Prof.Dr. MEHMET ENVER AYDIN 08/08/2019	Prof.Dr. MEHMET ENVER AYDIN 08/08/2019

Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.

KGK-FRM-340/00