

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**ÇANAKKALE İLİ'NDEKİ HAYVANSAL ATIKLARIN BİYOGAZ
POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan
Alper ÇEVİK

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Aydın İBRAHİMOV

Çanakkale-2016

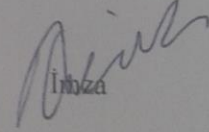
TAAHHÜTNAME

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Çanakkale İli’ndeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Değerlendirilmesi” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve başvurduğum eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

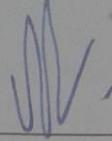
Tarih

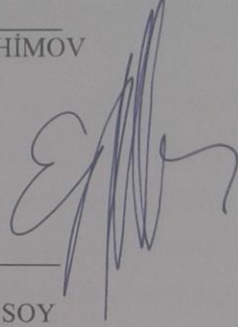
15.02.2016

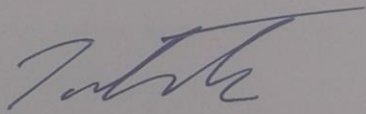
Adı Soyadı


İmza

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne
Alper ÇEVİK'e ait "Çanakkale İli'ndeki Hayvansal Atıkların Biyogaz
Potansiyeli'nin Değerlendirilmesi" adlı çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalı,
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

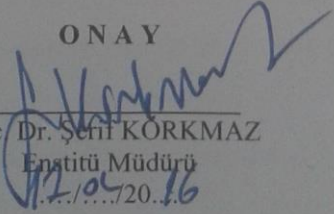

Üye Prof. Dr. Aydın İBRAHİMOV
(Tez Danışmanı)


Üye Prof. Dr. Emin ATASOY


Üye Doç. Dr. Vedat ÇALIŞKAN

Tez No : 10101828
Tez Savunma Tarihi : 20.01.2016

ONAY


Doç. Dr. Şenil KORKMAZ

Enstitü Müdürü

12/01/2016

ÖZET

ÇANAKKALE İLİ'NDEKİ HAYVANSAL ATIKLARIN BİYOGAZ POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Enerji, günümüz dünyanın en önemli ve vazgeçilmez unsurlarından biridir. Enerjinin üretimi ve temini konusu, hem stratejik hem de çevresel açılardan tartışılmaktadır. Ülkeler, enerji üretimini ve teminini hem güvence altına almaya çalışmakta hem de enerjide çeşitlendirmeye gitmektedirler. Günümüzde yaşanan iklimsel kaygılar ise fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını ön plana çıkarmaktadırlar.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyogaz, organik kökenli tüm atıklardan elde edilebilmektedir. Biyogaz, atıkların bertarafında en etkili yöntemlerden biri olması sebebiyle çevre dostu bir enerji kaynağıdır.

Çanakkale İli, tarımsal ve hayvansal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı illerimizden biridir. Çalışma kapsamında Çanakkale İli'nde hayvansal atıklardan elde edilebilecek teorik biyogaz potansiyellerinin belirlenmesi ve bunun alansal dağılışlarının incelenmesi hedeflenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda Çanakkale İli'nin hayvansal atıklardan elde edilebilecek toplam teorik biyogaz potansiyeli yılda 60793963 metreküp olarak belirlenmiştir. Alansal dağılış incelendiğinde, ilin doğu kesiminde potansiyelin yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. İlçe bazında potansiyelin en yüksek olduğu yer ise Biga İlçesi'dir. İlin toplam teorik biyogübre potansiyeli ise yılda 394719 ton'dur. Elde edilebilecek biyogübre ise, ilin toplam yapay gübre tüketimini fazlasıyla karşılayabilecektir. Çanakkale İli'nde hayvansal atıklara dayalı biyogaz tesisinin bulunmaması ise önemli bir eksiklik olarak gözükmektedir.

Anahtar Sözcükler: Çanakkale, Biyogaz, Hayvansal Atık, Alansal Dağılış

ABSTRACT

EVALUATION OF ANIMAL WASTE IN BIOGAS POTENTIAL IN ÇANAKKALE

Energy is one of the most important and indispensable element of today's world. Production and supply of energy has been discussed both strategically and environmentally. Countries has tried to ensure both the production and supply of energy and also tried to diversification energy. Because of recent climatic concerns, renewable energy comes into the forefront instead of fossil fuels.

Biogas which is one of the renewable energy sources can be obtained from all kind of organic wastes. Biogas, by the reason it is the most effective method to remove wastes, is environmentally friendly energy source.

The province of Çanakkale is one of the province that has intensive agricultural and animal production. In this study, determination of theoretical biogas potential that can be obtain from animal waste and investigation of spatial distribution is aimed.

As a result of the study, total biogas potential that can be obtain from animal waste in the province of Çanakkale is determined as 60793963 cubic meters/ year. When the biogas potential of province is analyzed, it is noteworthy that the province's potential increase in the eastern part. Biga has the highest potential among other districts. Total theoretical bio-fertilizer potential of the province is 394719 tons/year. Obtained biomass will provide more than the amount of total artificial fertilizer consumption of province. In the province of Çanakkale, the lack of biogas plants based on animal wastes seems to be a major shortcoming.

Key Words: Çanakkale, Biogas, Animal Waste, Distribution

ÖNSÖZ

Türkiye’de biyogaz ile ilgili yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar genellikle biyogaz üretim tekniği ve toplam potansiyelini belirlemeye yönelik çalışmalardır. Sınırlı sayıda olsa da il bazında potansiyel belirleyen çalışmalara da rastlanmaktadır. Ancak literatürde, Çanakkale İli’ndeki hayvansal atıkların potansiyeline yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çanakkale İli, hayvancılık potansiyeli yüksek illerimizden biridir. Dolayısıyla, Çanakkale İli’ndeki hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi ve bunun alansal dağılışının incelenmesi önem taşımaktadır. Çalışmada öncelikli olarak hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin belirlenmiş ve bunun alansal dağılışı incelenmiştir.

Birinci bölümde, biyogazın oluşumu, kimyasal özellikleri, üretim aşamaları, üretim sürecinde kullanılan ekipmanlar, biyogazın tarihsel gelişimi, kullanım alanları ve yararları üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde, biyogazın Dünya’da ve Türkiye’de kullanım durumu hakkında bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, araştırma sahası olan Çanakkale İli’nin coğrafi özellikleri, coğrafi konumu, idari yapısı üzerinde durulmuştur. İlin fiziki özellikleri (yerçekilleri, iklim, bitki örtüsü) ve beşeri özellikleri (nüfus, tarım, hayvancılık, enerji) ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

Dördüncü bölümde ise, öncelikle ildeki hayvan sayılarından yararlanarak hayvansal atık miktarları belirlenmiştir. Yıllık toplam atık miktarları üzerinden teorik biyogaz ve biyogübre potansiyelleri tek tek ilçelere göre belirlenmiştir. Ayrıca ilin biyogazdan elde edilebilecek elektrik potansiyeli ve konutlarda kullanım durumu belirlenmiştir. İlin biyogaz ve biyogübre potansiyelleri, oluşturulan haritalarda gösterilmiştir.

Son olarak ilin biyogaz potansiyelinin alansal dağılışının yorumlanmasıyla ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. İl sınırları içinde potansiyelin yüksek ve düşük çıktığı alanlar belirlenmiş, bunun nedenleri üzerinde durulmuştur. Konuyla ilgili daha sonraki çalışmalara da yardımcı olması açısından önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmanın hazırlanmasında öncelikle yardımlarını esirgemeyen tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Aydın İBRAHİMOV’a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca akademik

açından yetişmemde emeği geçen ÇOMÜ Coğrafya Bölümü'ndeki tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın ortaya çıkmasında yaptıkları çalışmayla ilham kaynağı olan değerli öğrencilerim Efe ERİMOĞLU ve Mustafa Reşit YÖRDEM'e, biyogaz hakkındaki teknik bilgiler konusunda yardımlarını esirgemeyen Kazım SEKMEN'e, haritaların hazırlanması konusunda Arş. Gör. Öznur AKGİŐ'e, manevi desteklerini esirgemeyen Rıdvan ÇELİK ve Serdin KAYA'ya teşekkür ederim.

Sadece alışma sürecinde değil, hayatımın tüm aşamalarında benden desteklerini esirgemeyen aileme, değerli eşim İstek ve kızım Öykü'ye sonsuz teşekkür ederim...

Alper ÇEVİK
anakkale, 2016

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
KISALTMALAR	viii
TABLOLAR LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1
Araştırma Problemi	6
Çalışmanın Amacı ve Önemi	6
Veri-Yöntem	6
Varsayım ve Sınırlılıklar	7

BÖLÜM I

BİYOGAZ VE ÜRETİM ÖZELLİKLERİ

1.1. Biyokütle Enerjisi.....	8
1.2. Biyogazın Tanımı ve Tarihsel Gelişimi.....	8
1.3. Bileşim Özellikleri ve Oluşum Şartları.....	9
1.4. Biyogaz Üretimini Etkileyen Faktörler	12
1.4.1. Sıcaklık.....	13
1.4.2. PH.....	13
1.4.3. Nemli Ortam.....	14
1.4.4. Toksitite.....	14
1.4.5. C/N Oranı.....	14
1.4.6. Atıkların Havasız Ortamda Bekleme Süresi.....	14
1.4.7. Karıştırma.....	14
1.4.8. Güvenlik.....	14
1.4.9. Yönetim.....	15

1.4.10. Depolama.....	15
1.5. Biyogaz Reaktörleri.....	15
1.6. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Birimler.....	17
1.6.1. Atık Hazırlama Ünitesi.....	17
1.6.2. Otomasyon Sistemi.....	19
1.6.3. Fermantör.....	19
1.6.4. Karıştırıcılar.....	20
1.6.5. Seperatör.....	20
1.6.6. Gaz Deposu.....	20
1.6.7. Kojenerasyon Ünitesi.....	21
1.6.8. Desülfürizasyon Ünitesi.....	21
1.6.9. Biyogübre Üretim Tesisi.....	22
1.7. Biyogazın İşlevi ve Önemi.....	22
1.8. Biyogazın Kullanım Alanları.....	29

BÖLÜM II

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE BİYOGAZ KULLANIMI

2.1. Dünya'da Biyogaz Kullanımı.....	32
2.2. Türkiye'de Biyogaz Kullanımı.....	32

BÖLÜM III

ARAŞTIRMA SAHASININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

3.1. Çanakkale İli'nin Konumu ve İdari Özellikleri	39
3.2. Fiziki Coğrafya Özellikleri.....	41
3.3. Beşeri ve Ekonomik Coğrafya Özellikleri.....	43

BÖLÜM IV
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA:
ÇANAKKALE İLİ'NİN HAYVANSAL ATIKLARDAN ELDE
EDİLEBİLECEK BİYOGAZ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE ALANSAL
DAĞILIŞININ İNCELENMESİ

4.1. İl Genelinde Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi.....	50
4.2.İlçelere Göre Biyogaz Potansiyelinin Dağılımı.....	53
4.2.1.Merkez İlçe.....	53
4.2.2.Ayvacık.....	54
4.2.3.Bayramiç.....	56
4.2.4.Biga.....	57
4.2.5.Bozcaada.....	58
4.2.6.Çan.....	59
4.2.7.Eceabat.....	60
4.2.8.Ezine.....	62
4.2.9.Gelibolu.....	63
4.2.10.Gökçeada.....	64
4.2.11.Lapseki.....	65
4.2.12.Yenice.....	67
4.3.Biyogübre Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi.....	70
4.4.Biyogazdan Elektrik Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi.....	72
4.5.Biyogazın Evde Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi.....	73
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKÇA.....	78

KISALTMALAR

AR-GE= Araştırma- Geliştirme

CBS= Coğrafi Bilgi Sistemleri

C= Karbon

CH₄= Metan

CO₂= Karbondioksit

DPT=Devlet Planlama Teşkilatı

EİEİ=Elektrik İşleri Etüt İdaresi

EU-BETAG= Ege Üniversitesi Biyokütle Enerji Teknolojileri Araştırma Grubu

H₂S= Hidrojen Sülfür

H₂= Hidrojen

kWh= Kilowatt-saat

MW=Megawatt

N=Azot

pH= Power of Hydrogen

TEİAŞ=Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TÜBİTAK=Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TÜİK= Türkiye İstatistik Kurumu

UNICEF= United Nations International Children's Emergency Fund

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Türkiye'de Elektrik Santrallerinin Kurulu Güçlerinin Yakıt Cinslerine Göre Dağılımı (2014 Yılı)

Tablo 1.1. Hayvansal Atıkların Anaerobik Arıtımının İşlevi ve Önemi

Tablo 2.1. Türkiye'de Mevcut ve Planlanan Biyogaz Tesislerinin Sektörlere Göre Dağılımı (2011 Yılı)

Tablo 2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Uygulanan Fiyat Alım Garantileri(2010 Yılı)

Tablo 3.1. Çanakkale İli'nin İlçe Yüzölçümleri

Tablo 3.2. Çanakkale Merkez İlçenin Sıcaklık ve Yağış Verileri (1950-2014 Yılları)

Tablo 3.3. Çanakkale İli'nde Nüfus Miktarları (2014 Yılı)

Tablo 3.4. Çanakkale İli'nin 2013-2014 Yılları Göç Durumu

Tablo 3.5. Çanakkale'de Arazi Kullanımı (2012 Yılı)

Tablo 3.6. Çanakkale İli'nde Tarım Arazisi Kullanımının Ürünlere Göre Değişimi (2009 - 2013 Yılları)

Tablo 3.7. Çanakkale İli'nde Bulunan Hayvancılık İşletme Sayıları (2014 Yılı)

Tablo 3.8. Çanakkale İli'nde 2014 Yılındaki Hayvan Sayılarının İlçelere Göre Dağılımı

Tablo 4.1. Çanakkale İli'nde Hayvan Gruplarına Göre Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarları (2014 Yılı)

Tablo 4.2. Çanakkale İli ve Türkiye'nin Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyelinin Karşılaştırılması (2014 Yılı)

Tablo 4.3. Merkez İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.4. Ayvacık İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.5. Bayramiç İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.6. Biga İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.7. Bozcaada İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve

Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.8. Çan İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.9. Eceabat İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.10. Ezine İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.11. Gelibolu İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.12. Gökçeada İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.13. Lapseki İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.14. Yenice İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Tablo 4.15: Çanakkale İli'nde Toplam Hayvan Sayıları, Teorik Gübre ve Biyogaz Miktarları (2014 Yılı)

Tablo 4.16. Çanakkale İli'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Biyogübre Potansiyelinin Hayvan Gruplarına Göre Dağılımı (2014 Yılı)

Tablo 4.17. : Çanakkale İli'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Elektrik Enerjisinin İlçelere Göre Dağılımı (2014 Yılı)

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1.1.** Anaerobik Ayrıştırıcıda Mikrobiyal Aşamalar
- Şekil 1.2.** Biyogaz Üretim Aşamaları
- Şekil 1.3.** Metan Oluşumu, Biyogaz ve Gübre Oluşumu Üzerindeki Etkenler
- Şekil 1.4.** Sabit Kubbeli Gaz Tankı
- Şekil 1.5.** Hareketli Gaz Tankı
- Şekil 1.6.** Atıkların Nakliyesinde Kullanılan Taşıt (Temmuz 2015)
- Şekil 1.7.** Atıkların Fermantere Alınmadan Önce Bekletildiği Alan (Temmuz 2015)
- Şekil 1.8.** Atık Hazırlama Ünitesi (Temmuz 2015)
- Şekil 1.9.** Tesisteki Birimlerin Kontrol Edildiği Otomasyon Sistemi (Temmuz 2015)
- Şekil 1.10.** Anaerobik Parçalanmanın Gerçekleştiği Fermanter (Temmuz 2015)
- Şekil 1.11.** Elde Edilen Biyogazın Saklandığı Depo (Temmuz 2015)
- Şekil 1.12.** Kojenerasyon Ünitesi (Temmuz 2015)
- Şekil 1.13.** Desülfürizasyon Ünitesi (Temmuz 2015)
- Şekil 1.14.** Biyogübre Üretiminde Kullanılan Silindir (Temmuz 2015)
- Şekil 1.15.** Hayvansal Atıkların Kontrolsüz Depolanması Örneği (Şubat 2015)
- Şekil 1.16.** Kırsal Alanda Hayvansal Atıkların Kontrolsüz Depolanması Örneği (Şubat 2015)
- Şekil: 1.17.** Özel Bir Hayvancılık İşletmesine Ait Gübre Depolama Alanı (Nisan 2015)
- Şekil 1.18.** Hayvansal Atıkların Depolama Alanlarına Taşınması (Nisan 2015)
- Şekil 1.19.** Biyogaz Üretiminde Sonra Elde Edilen Katı Biyogübre (Temmuz 2015)
- Şekil 1.20.** Biyogaz Üretiminden Sonra Elde Edilen Sıvı Biyogübre (Temmuz 2015)
- Şekil 1.21.** Biyogazın Araçlarda Yakıt Olarak Kullanımı
- Şekil 1.22.** Biyogazla Çalışan Otomobil
- Şekil 1.23.** Elektrik ve Isı Eldesinde Kullanılan Elektrik Motorları (Temmuz 2015)
- Şekil 2.1.** Avrupa'da Ülkelere Göre Biyogaz Üretim Tesis Sayıları (2013 Yılı)
- Şekil 2.2.** Türkiye'de Yenilenebilir Enerjinin Kurulu Güç Gelişimi ve Toplam Kurulu Güç İçindeki Payı (Hidroelektrik Hariç, 2012-2013 Yılları)
- Şekil 3.1.** Çanakkale İli İdari Haritası
- Şekil 3.2.** Çanakkale Merkez İlçe Ortalama Sıcaklık ve Yağış Miktarları (1950-2014)

Şekil 3.3. Çanakkale İli'ndeki Makilerden Bir Örnek: Kocayemiş (Kasım 2014)

Şekil 3.4. Biga İlçesi'nde Büyükbaş Hayvancılık İşletmesine Bir Örnek (Nisan 2015)

Şekil 3.5. Çanakkale İli'ndeki Büyükbaş Hayvan Sayısının Yıllara Göre Değişimi (2010-2014 Yılları)

Şekil 3.6. Çanakkale İli'ndeki Küçükbaş Hayvan Sayısının Yıllara Göre Değişimi (2010-2014 Yılları)

Şekil 3.7. Çanakkale İli'ndeki Kümes Hayvanı Sayısının Yıllara Göre Değişimi (2010-2014 Yılları)

Şekil 4.1. Çanakkale İli'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyelinin Hayvan Gruplarına Göre Oransal Dağılımı (2014 Yılı)

Şekil 4.2. Çanakkale İli'nde Teorik Biyogaz Potansiyelinin İlçelere Göre Dağılımı (2014 Yılı)

Şekil 4.3. Çanakkale İli'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Biyogübre Potansiyelinin İlçelere Göre Dağılımı (2014 Yılı)

GİRİŞ

Enerji, Sanayi Devrimi'nden günümüze ülkelerin en önemli gereksinimlerinden biridir. Sanayi Devrimi ile katlanarak artan enerji ihtiyacı, enerjinin temininde ülkeleri çeşitli açmazlara sokabilmekte, enerji üretimindeki yüksek maliyetler, enerjide çeşitlendirmeye gidilmek istenmesi ve artan çevresel kaygılar enerjiyi zaman zaman bir sorun haline getirebilmektedir. Üretim ve tüketim açısından enerji kaynaklarının ülkelere dengeli dağılmaması, zaman zaman uluslararası krizlerin de nedeni olabilmektedir. Enerji kaynakları açısından zengin olan ülkeler hem kendilerine iyi bir kazanç kapısı oluşturmuşlar, hem de stratejik amaçlarla bunu zaman zaman kullanabilmektedirler.

Coğrafi bakış açısıyla enerji, çeşitli açılardan incelenebilmektedir. Arz ve talep kaynakları arasındaki mekansal farklılıklar, ulaşım sistemlerinin bunlara göre düzenlenmesi öncelikli alanlardan bir tanesidir. Enerji kaynaklarının dünya üzerinde dengeli bir şekilde dağılmaması, tüketimi gerçekleştiren yoğun nüfuslu alanların ve sanayi merkezlerinin belli bölgelere yığılması, ulaşım ağlarının daha da yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Enerji kaynaklarının çıkarıldığı alanlar değiştirilemeyeceğine göre bu kaynakların tüketim odaklarına güvenli bir şekilde taşınması durumu ortaya çıkmaktadır. Enerji kullanımındaki dengelerin iyi bir yönetim süreciyle planlanarak hem kaynakların verimli bir şekilde kullanılması hem de beşeri ve doğal sistemler üzerinde bunun yaratacağı olumsuz özelliklerin etkisinin en aza indirilmesi, beşeri ve doğal ortam arasındaki dengelerin sürdürülebilir bir çizgide devamının sağlanması gereklidir. Bu da mekanın planlanması ve şüphesiz coğrafi özelliklerin dikkate alınmasıyla söz konusu olabilmektedir (Tümertekin ve Özgüç 1999: 376).

Fosil yakıtlar olarak da bilinen kömür, doğalgaz ve petrol yenilenemeyen enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Kaynak kullanımının artması ve bu fosil kaynakların rezervlerinin kısıtlı olması sebebiyle 21. yüzyıl içerisinde bu kaynakların rezervlerinin tükeneceği tahmin edilmektedir. Bu kaynakların dünyada zaten dengesiz bir şekilde dağılması önemli bir sorun olarak görülürken gelecekte bu kaynakların tükenmesi kaynak paylaşımının daha da zorlaşacağını göstermektedir. Oysa bu kaynakların alternatifi olan yenilenebilir enerji kaynakları ise gelecekte yaşanabilecek enerji sorununa çözüm olarak

düşünülebilir. Çünkü bu kaynakların sınırsız olması ya da belli bir oranda yenilenmesi ve çevresel zararlarının kısıtlı ya da hiç olmaması bunları gerçek bir alternatif yapmaktadır. Günümüzde, yenilenebilir enerji kaynakları teknolojisinde yaşanan gelişmeler ise bu alana yönelik yatırımların artması açısından önemlidir (Kılıç 2011: 95).

Dünya genelinde enerji üretiminde fosil yakıtlarla çalışan termik santrallerin yoğun bir şekilde kullanılması, çevresel kaygıları arttırmış, küresel ısınma gibi son yıllarda sıklıkla tartışılan konulara çözüm arayışlarına girilmiştir. Bu da ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Rüzgar, jeotermal, güneş ve biyokütle enerji kaynakları bunların başında gelmektedir.

Temiz bir enerji kaynağı olan biyogaz, bitkisel ve hayvansal atıkların havasız ortamda çürümesi ile elde edilmektedir. Atıkların kontrollü bir şekilde bertaraf edilmesi, çok farklı alanlarda (ulaşım, elektrik, ısıtma) kullanılması ve biyogaz üretiminden arta kalan maddelerin biyogübre olarak kullanılması, biyogazı diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından üstün kılmaktadır. Modern teknolojilerle üretilebildiği gibi, kırsal alanlarda ilkel yöntemlerle de kullanılabilir olması biyogaza daha da değer katmaktadır.

Dünya'da ilk olarak 1600'lü yıllarda biyogaz kullanımının başladığı bilinmekle beraber, bugün özellikle Uzakdoğu ülkelerinde kırsal alanlarda ilkel bir şekilde ve Avrupa ülkelerinde ise modern tesislerde yaygın bir şekilde kullanılmakta ve biyogaza yönelik yatırımlar giderek artmaktadır. Türkiye'de ise 1950'lerde başlayan biyogaz üretim denemeleri bugün istenilen düzeye ulaşamamıştır (Gürel ve Senel 2010; 123).

Ulusal nüfusun ve sanayileşme düzeyinin giderek arttığı Türkiye'de, enerji ihtiyacı da giderek artmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının bilenen rezervlerinin kısıtlı olması, Türkiye'nin enerjide dışa yönelmesine yol açmıştır. Bir yandan dışa bağımlılık artarken, diğer yandan ekonomik anlamda da kayıplar oluşmakta, dış ticaret açığının kapanmaması gibi sorunlar belirmektedir. Bugün, enerjide %70'ler düzeyinde dış bağımlılık oranlarına ulaşıldığı belirtilmektedir. TÜİK'in 2014 yılı ithalat verilerine göre Türkiye'de enerji kaynaklarının ithalattaki payı yaklaşık 55 milyar \$ seviyesindedir. Bunun toplam ithalata oranı ise %22,6'dır. Bunun ekonomiye nasıl bir yük getirdiği ise ortadadır (Yanar ve Kerimoğlu 2011:193; www.tuik.gov.tr).

Türkiye'de elektrik üretiminin sağlandığı santrallerin kurulu güç dağılımlarına bakıldığında yarıdan fazlasının kömür ve doğalgaz gibi fosil kökenli yakıtlardan

karşılandığı görülmektedir. Bununla beraber yenilenebilir enerji kaynaklarının hidroelektrik dışındaki payları ise oldukça düşüktür. Bu kaynaklar içerisinde biyogazın payı ise yok denecek kadar azdır (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye'de Elektrik Santrallerinin Kurulu Güçlerinin Yakıt Cinslerine Göre Dağılımı (2014 Yılı)

Enerji Kaynakları	Kaynakların Kurulu Gücü (MW)	Toplam Üretimdeki Payı (%)
Kömür	14635,9	21,1
Doğalgaz+LNG	21476,1	30,9
Hidrolik	23643,2	34
Rüzgar	3629,7	5,2
Yenilenebilir Kaynaklar + Atık + Jeotermal	693,1	1,0
Fuel Oil +Nafta + LPG + Asfaltit	659,8	0,9
Birden Fazla Yakıtlı Kaynaklar (Katı+Sıvı+Doğalgaz)	4741,8	6,8
Güneş	40,2	0,1
Fosil Yakıtlar Toplam	41513,6	60
Yenilenebilir Toplam	28006,2	40
TOPLAM	69519,8	100

(TEİAŞ Yük Tevzi Raporları 2014, www.teias.gov.tr, Erişim:10.10.2015)

Türkiye, enerji ihtiyacının yarısından fazlasını ithal kaynaklardan karşılamaktadır. Zaman zaman enerji krizlerinin eşiğine gelmekte, aynı zamanda milli gelirinin çok büyük kısmını enerjiye harcamaktadır. Ayrıca giderek artmakta olan dış ticaret açığının ana nedenlerinden biri de kullandığı ithal enerji kaynaklarıdır. 21. yüzyıl başında Türkiye'de üretilen elektrik enerjisinin bile büyük kısmı ithal doğalgazdan karşılanmaktadır.

Bu durumda Türkiye'nin ekonomik anlamda refaha kavuşmasında yerli enerji kaynaklarının kullanılmasının önemli bir katkı sağlayacağı söylenebilir. Yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin bu sektöre yatırımlar yapması hem enerjide dışa

bağımlılığı azaltabilir, hem de dış ticaret açığının azaltılmasında katkı sağlayabilir.

Bugün Türkiye' de kurulu sanayinin çok büyük bir kısmı Marmara Bölgesi'nde toplanmıştır. Sanayi için gerekli enerjinin bölge içinden sağlanması dolayısıyla büyük önem taşımaktadır. Bölge içinde fosil yakıtların bilinen rezervleri kısıtlı olduğuna göre yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılması alternatif bir yol olabilir.

Çanakkale İli'nde yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ve jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyogaza yönelik herhangi bir yatırım bulunmamaktadır. İlde var olan hayvancılık potansiyeli göz önüne alındığında bu sektörlerden ortaya çıkan organik atıkların biyogaz potansiyelinin ortaya konması önem taşımaktadır.

Uzun yıllar tarım ülkesi olarak görülen Türkiye'de tarımsal atıkların enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Dolayısıyla bu atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin de oldukça yüksek olduğu öngörülebilir. Sanayileşen Türkiye'nin enerji ihtiyacının karşılanmasında biyogazın önemli çözüm yollarından biri olduğu söylenebilir. Bu bağlamda Çanakkale İli, tarımsal potansiyeli dikkate alındığında biyogaz potansiyeli yüksek illerimizden biri olduğu söylenebilir. Lokasyon olarak düşünüldüğünde Marmara Bölgesi gibi yoğun bir sanayileşmiş bölgede yer alması enerji ihtiyacının bölge içerisinden karşılanmasında dikkate alınması gereken önemli bir unsur olarak dikkat çekmektedir.

Bugüne kadar yapılan bilimsel araştırmalarda biyogazın oluşumu, üretimi ve tekniği üzerine yapılan çeşitli yayınlar bulunmaktadır: (Klass 1998; Deublein ve Steinhauser 2008; Balsam ve Ryan 2006; İlkılıç ve Deviren 2011; Kılıç 2011; Gülen ve Arslan 2005; Ardıç ve Taner 2005; Koçer ve Diğerleri 2010; Kaya ve Öztürk 2012).

Türkiye'de Biyogaz İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Türkiye'deki biyogaz potansiyelinin iller ve bölgeler bazında araştırılması üzerine de literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Akbulut ve Dikici (2004), Elazığ İli'nin biyogaz potansiyelini maliyet analizine dayandırarak hazırladıkları çalışmalarında biyogazın Elazığ İli'ne sağlayacağı katkılara da yer vermişlerdir.

Altıkat ve Çelik (2012), Iğdır İli'nin hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin ilçeler bazında dağılımını incelemişlerdir. Iğdır Merkez ilçede biyogaz

potansiyelinin diğer ilçelere oranla daha fazla olduğu sonucuna ulaştıklarını belirtmektedirler.

Gümüüşü ve Uyanık (2010), çalışmalarında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz ve biyogübre potansiyelini ortaya koymuş, biyogaz ve biyogübre tesislerinin ilk yatırım maliyetlerini oluşturmuşlardır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde biyogaz yatırımlarının artmasıyla sosyal, ekonomik ve ekolojik açıdan birçok katkı sağlanacağını vurgulamaktadırlar.

Koçer ve Kurt (2013), Malatya İli'nin hayvancılık ve biyogaz potansiyelini ilçeler bazında ortaya koymuşlardır. Enerji politikalarında değişikliğe gidilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımların artırılması önerisinde bulunmaktadırlar.

Koçer ve Ünlü (2007), çalışmalarında Doğu Anadolu Bölgesi'nin biyokütle potansiyelini ve enerji üretimini incelemişlerdir. İller bazında biyokütle miktarlarının potansiyelini ele almışlardır. Biyokütle enerji üretim stratejilerini belirlenmesi ve rekabet koşullarının araştırılması ve "Biyokütle Enerjisi Planı" yapılması önerisinde bulunmaktadırlar.

Ulusal literatürde biyogaz üretimine coğrafi açıdan bakan çalışma da bulunmakla beraber sınırlı kalmaktadır. Halbuki biyogaz üretiminde coğrafi faktörlerin (iklim, ulaşım vb.) etkisi göz ardı edilmemelidir. Kapluhan (2014), çalışmasında enerji coğrafyası açısından biyokütle enerjisinin Türkiye ve Dünya'daki potansiyelini ve mevcut kullanım durumunu incelemektedir. Ayrıca Türkiye'de biyogaz potansiyelinin yoğunlaştığı yerlere de dikkat çekmektedir.

Biyogaz ile coğrafya arasındaki bağlantı birkaç açıdan ortaya çıkmaktadır. Biyogaz, temiz bir enerji kaynağı olması ve atıkların ortadan kaldırılmasında iyi bir çözüm yolu olarak belirtilmektedir. Dolayısıyla ekolojik anlamdaki katkısı ve çevre sorunlarını azaltmasındaki etkisi coğrafya-çevre etkileşimi açısından önemlidir. Biyogaz tesisleri kurulurken etkili olan uygun iklim şartlarının belirlenmesi gereklidir. Dolayısıyla tesis kurulacak yerlerin iklim özelliklerinin incelenmesinde coğrafyanın katkısı önemli olacaktır. Biyogaz enerji çeşitliliği, istihdam, tarımsal faaliyetler ve ulaşım konularında da ekonomik coğrafya ile bağlantılıdır. Biyogazın kırsal kalkınma açısından ele alınması da beşeri coğrafyanın inceleme alanı içerisinde yer almaktadır.

Araştırma Problemi:

Ulusal literatürde biyogaz üzerine yapılmış çok fazla sayıda yayın bulunmaktadır. Ulusal ölçekte yapılan çalışmaların genellikle biyogaz üretim teknolojisi üzerinde durduğu görülmektedir. Ekoloji ve çevre sorunları açısından konuya yaklaşan çalışmalarda bulunmakla beraber, alansal dağılışı üzerinde yapılmış çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Literatürde Çanakkale İli'nde hayvansal atıklara dayalı biyogaz potansiyelini, teorik açıdan alansal dağılışı göstererek değerlendiren herhangi bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Dolayısıyla Çanakkale İli'nde hayvansal atıklardan elde edilebilecek teorik biyogaz miktarlarının ilçelere göre dağılımının belirlenmesi ve bunda etkili olan coğrafi etkenlerin değerlendirilmesi durumu ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın Amacı ve Önemi:

Çalışmanın amacı, Çanakkale İli'nde hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi ve bu potansiyelin ilçelere göre coğrafi dağılımının ortaya konması ve bu coğrafi dağılımda etkili olan unsurlara da dikkat çekmektir. Ayrıca biyogaz dışında elde edilebilecek ürünlerin potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Çalışma şu açılardan önem taşımaktadır:

- Çanakkale İli'nde hayvansal atıklardan elde edilebilecek teorik biyogaz miktarlarının alansal dağılışının ilçelere göre incelenmesi,
- Belirlenen biyogaz miktarlarının alansal dağılışına etki eden coğrafi unsurların belirtilmesi,
- Çanakkale İli'yle ilgili biyogaz açısından yapılmış herhangi bir çalışma olmaması ve çalışmanın bu açıdan eksikliği gidermedeki katkısı,
- Coğrafyacıların, biyogazla ilgili yaptıkları bilimsel yayınların yetersiz olması ve çalışmanın bu eksikliğe dikkat çekmesi.

Veri ve Yöntem:

Öncelikle literatür taraması yapılarak biyogaz teknolojisinin üretim süreci hakkında detaylı bilgi edinilmiş ve bu konu hakkında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Biyogaz üretim teknolojisinin daha iyi anlaşılması amacıyla biyogaz ve biyogübre üretimi yapan Balıkesir'in Gönen İlçesi'nde bulunan özel bir işletmede gözlemler yapılmış, işletme ve biyogaz teknolojileri hakkında bilgi elde edilmiştir.

Çanakkale İli'ndeki hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi için öncelikle atıklarından yararlanılacak hayvanların il içindeki mevcut sayılarının belirlenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu veriler TÜİK ve Çanakkale İl Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ile hesaplamalar yapılarak her ilçenin teorik potansiyelleri belirlenmiştir.

Teorik biyogaz potansiyelleri belirlendikten sonra ArcGIS 10.0 haritalandırma programı kullanılarak bu potansiyelin Çanakkale il sınırları içindeki coğrafi dağılımı harita üzerinde gösterilmiştir.

Varsayım ve Sınırlılıklar

Çalışma, Çanakkale merkez ve diğer 11 ilçesini kapsamaktadır. Çalışmada TÜİK'in 2014 yılı hayvancılık verilerinden yararlanılmıştır. Hayvancılık grupları içerisinde büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanı gruplarına yönelik potansiyeller belirlenmiştir. Büyükbaş hayvanlar içerisinde manda, yerli, kültür ve melez sığır; küçükbaş hayvanlar içerisinde kıl keçisi, merinos ve yerli koyun; kümes hayvanlarından sadece et tavuğu ve yumurta tavuğu sayıları hesaplamalarda kullanılmıştır. Diğer hayvan grupları ise sayıca az olmaları ve yaş gübre miktarlarına ait sağlıklı verilere ulaşamadığı için hesaplamalarda yer almamıştır. Biyogaz potansiyelleri hesaplanırken, hayvansal atıkların tamamının değerlendirildiği ve hayvansal atıklardan elde edilecek yaş gübre miktarlarında, farklı özellikteki hayvanların eşit gübreleme yaptıkları varsayılmıştır.

BÖLÜM I

BİYOGAZ VE ÜRETİM ÖZELLİKLERİ

1.1. Biyokütle Enerjisi

“Biyokütle, biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütesidir. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır.” (Acaroğlu 2003: 75). Dolayısıyla dünya üzerindeki bitki ve hayvan toplulukların varlığı düşünüldüğünde büyük bir biyokütle ve biyokütle enerjisi potansiyeli bulunmaktadır. Ancak, bu varlığın tamamının kullanılamayacağı gerçeği de unutulmamalıdır.

Biyokütle kaynaklarından farklı yöntem ve teknolojilerle enerji ve kimyasal maddeler üretilebilir. Biyokütleden üretilebilen ürünler şunlardır: etanol, gaz yakıt, aktif karbon, sentetik yakıt, ısı, elektrik ve organik gübre (Kılıç 2011: 99).

Biyokütle kaynaklarından enerji elde edilmesi üç ana dönüşüm sayesinde gerçekleşmektedir. Bunlar; termokimyasal dönüşüm, fizikokimyasal dönüşüm ve biyokimyasal dönüşümdür. Biyogaz üretimi, biyokimyasal dönüşüm içerisindeki anaerobik (havasız) parçalanma süreci sonucunda gerçekleşmektedir. Ayrıca biyoetanol, biyodizel, biyometanol gibi biyoyakıtlarda bu süreçler içerisinde elde edilmektedir (Özcan ve ark. 2011: 244; Ar 2008: 4).

Biyoyakıtların farklı alanlardaki tarihsel gelişimine bakıldığında, öncelikle aydınlatma ile ilgili çalışmalar yapıldığı, daha sonra ise taşıtlarda kullanımına yönelik çalışmalar geliştirildiği görülmektedir. İlk olarak Mısır Uygarlığı'nda aydınlatmada Hint tohumu yağının kullanıldığı bilinmektedir. 19. Yüzyıl sonlarında Rudolf Diesel'in geliştirdiği dizel motorlarda yer fıstığı yağını yakıt olarak kullandığı belirtilmektedir. Ayrıca 1935 yılında Türkiye'de Atatürk Orman Çiftliği'ndeki traktörlerde bitkisel yağ kullanımı ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Ar 2008: 4).

1.2. Biyogazın Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Biyogaz şu şekilde tanımlanmaktadır: “Doğal olarak oluşmuş bataklıklarda milyonlarca yıldır mikroorganizmalar, oksijensiz veya sınırlı oksijenli ortamda kendi

metabolik faaliyetleri için organik ve inorganik maddeler kullanarak metan, karbondioksit ve eser miktarda hidrojen, azot ve hidrojen sülfür içeren bir gaz karışımı oluştururlar. Bu gaz bataklık gazı, gübre gazı veya biyogaz gibi isimlerle anılmaktadır.” (Üçgül ve Akgül 2010: 5).

Biyogazın 1682 yılında keşfedildiği belirtilmekle beraber biyogaz ile ilgili sistematik çalışmaları Alessandro Volta'nın gerçekleştirdiği ve 1770 yılında göllerdeki bataklıklarda bu gazı tespit ettiği söylenmektedir. 19. yüzyılın başlarında John Dalton, Sir Humphry Davy ve William Henry'nin sığır gübresinden havasız çürütme yöntemiyle metan gazı üretimini gerçekleştirildiğini kanıtladıkları belirtilmektedir. 19. Yüzyılın son çeyreğinde Bechamp ve Popoff metan üretimine bakterilerin neden olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Avogadro'nun metanın simgesi olarak CH₄'ü açıkladığı, Pastör'ün at gübresinden gaz elde ettiği ve bundan cadde aydınlatmasında yararlandığı da belirtilmektedir. Modern biyogaz tesislerinin ilk olarak 19. yüzyılın ikinci yarısında Bombay'da kurulduğu, biyogazın ticari kullanımının ise İngiltere'de ışıklandırma sistemlerinde kullanımıyla başladığı belirtilmektedir (Gürel ve Senel 2010: 123; Acaroğlu 2003: 127, Koçar ve ark. 2010: 5).

20. yüzyılın başlarında biyogaz kullanımının yaygınlaşarak ülkelerin kendi ekonomik ve iklimsel yapılarına uygun biyogaz tesisi geliştirme ve yaygınlaştırma çabalarının olduğu görülmektedir. Özellikle 20. Yüzyılın son çeyreğinde yaşanan petrol krizinden sonra Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'nın biyoyakıt üretimi ve kullanımıyla ilgili çalışmalar yaptıkları ve yasalarla bunu teşvik ettikleri görülmektedir (Akova 2008: 154).

1.3. Biyogazın Bileşim Özellikleri ve Oluşumu

Biyogaz , % 60-70 metan gazı (CH₄), % 30-40 karbon dioksit gazı (CO₂), % 1-2 azot gazı (N₂) ve hidrojen sülfürden (H₂S) oluşmaktadır. Biyogaz, bazı gazlardan arıtıldıktan ve iyileştirildikten sonra doğalgazın yerine kullanılabilir. Kükürtlü bileşikler içermesinden dolayı biyogaz çürük yumurtaya benzeyen bir kokuya sahiptir (Türker 2008: 305; Gülen ve Arslan 2005: 122).

Biyogazın diğer enerji kaynaklarına göre enerji eşdeğerliliği değişmektedir. “1 m³ biyogazın sağladığı ısı miktarı 4700-5700 kcal/m³'dir. 1 m³ biyogaz; 0,62 litre gazyağı, 1,46 kg odun kömürü, 3,47 kg odun, 0,43 kg bütan gazı, 12,3 kg tezek ve 4,70 kWh elektrik enerjisi eşdeğerindedir. 1 m³ biyogaza 0,66 litre motorin, 0,75 litre benzin ve 0,25

m³ propan eşdeğer yakıt miktarlarıdır.” (<http://www.eie.gov.tr>).

Biyogaz, özellikle içerisinde organik madde oranı yüksek olan bitkisel, hayvansal, şehirsal ve endüstriyel atıklardan elde edilebilmektedir. Bitkisel atıklar içerisinde tarımsal ürünlerden özellikle tahılların kullanılmayan sap, saman gibi kısımları, çimen, pirinç, mısır sapları, yağ bitkileri (kanola, kolza) gibi atıklar ve orman ürünlerinin atıkları; hayvansal atıklar içerisinde özellikle büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanı atıkları, mezbaha atıkları, şehirsal ve endüstriyel atıklar içerisinde kanalizasyon, gıda sanayi atıkları, atık sular yer almaktadır (Koca 2007: 33).

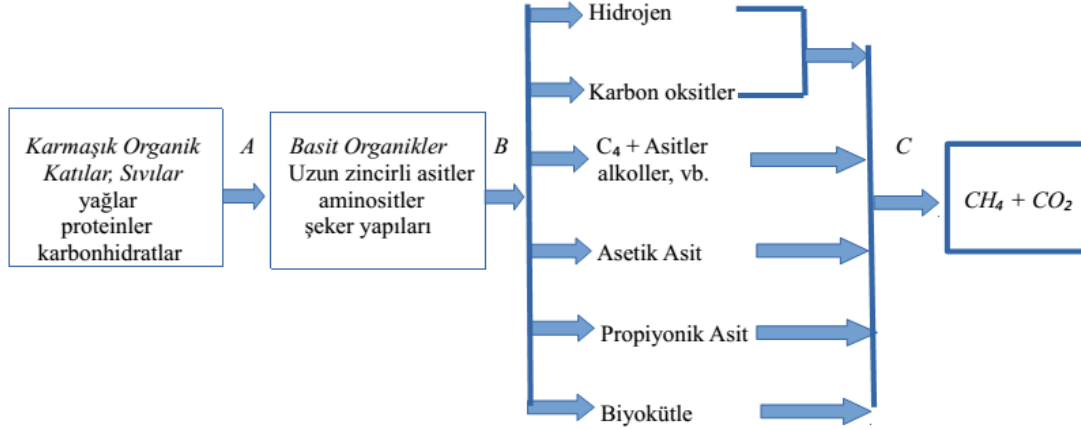
Biyogaz üretimi, anaerobik parçalanmayı içeren bir süreç ile gerçekleştirilmektedir. Anaerobik parçalanma, hayvansal, bitkisel, endüstriyel ve şehirsal atıkların yani her türlü biyokütle kaynağının oksijensiz ortamlarda, değişik sıcaklık koşullarında metan bakterileri tarafından öncelikle asetik aside ve sonrasında metan gazına çevrilmesi sürecidir. Anaerobik parçalanma sonucunda biyogaz dışında biyogübrede elde edilebilmektedir.

Oksijensiz bozunmanın (anaerobik fermantasyon) üç aşaması aşağıdaki gibi sıralanır (İlkılıç ve Deviren 2011: 145; www.enerji.gov.tr; Gülen ve Arslan 2005: 121).

a. Parçalanma ve Hidroliz: Bu aşamada bazı bakteri grupları, organik molekülleri (karbon hidratları, proteinleri ve yağları) parçalarlar ve karbon dioksit, asetik asit ve çözülebilir uçucu organik maddeler ortaya çıkar. Bu aşamaya uçucu yağ asitlerinin ortaya çıkış aşaması da denilebilir. Organik atıkların büyük bir kısmı bu aşamada suda çözünebilir hale gelmektedir.

b. Asetik Asit Oluşumu: Bu evrede asit oluşturan bazı bakteri grupları uçucu yağ asitlerini, asetik asit, hidrojen ve karbondioksite çevirmektedir (Şekil 1.1). Tepkimenin gerçekleşmesi için hidrojenin ortamdan kaldırılması görevini hidrojen kullanan metan bakterileri gerçekleştirir. Böylece asetogenetik bakteriler, karbondioksit ve hidrojeni kullanarak asetik asit oluştururlar.

Şekil 1.1. Anaerobik Ayrıştırıcıda Mikrobiyal Aşamalar



A, Hidroliz; B, Asitleştirme; C, Metan Oluşumu (Klass 1998: 462).

c. Metan Gazı Oluşumu: Biyogaz oluşumu için en önemli unsurlardan biri bakterilerdir. Bakterilerin çoğalmaları ve biyogaz üretimine geçmelerinde sıcaklığın büyük önemi bulunmaktadır. Anaerobik fermantasyonun üçüncü aşamasında devreye giren ve metan oluşumunu sağlayan metan bakterileri, fermantasyon ortamının sıcaklığına göre üç gruba ayrılır (Gülen ve Arslan 2005: 121). Bunlar;

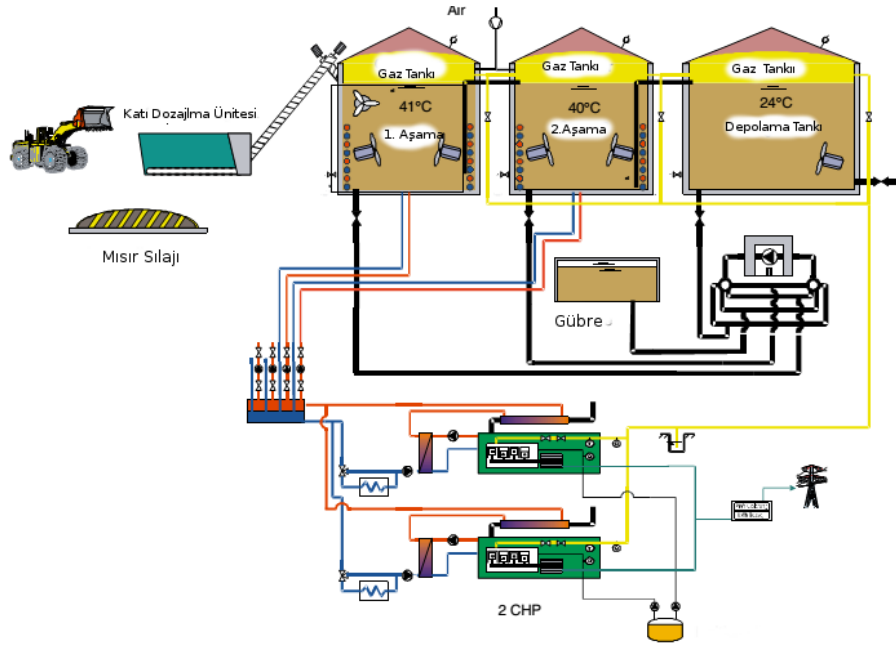
- 1) Sakrofilik Bakteriler (sıcaklık 5-25°C)
- 2) Mezofilik Bakteriler (sıcaklık 25-38°C)
- 3) Termofilik Bakteriler (sıcaklık 50-60°C)

Bu son evrede bazı metan oluşturan bakteriler CO_2 ve H_2 'yi kullanarak metan ve su açığa çıkarırlarken, diğer metan oluşturan bakteri grubu ise asetik asidi kullanarak CH_4 ve CO_2 oluşturmaktadır. Üretilen metanın %30'luk kesimi ilk yolla, %70'lik kesimi ise ikinci yolla yapılmaktadır.

Havasız ortamda parçalanmaya dayalı üretim yapan biyogaz tesislerinde üretim aşamaları şu şekilde gerçekleşir; öncelikle tesis gelen atık hammaddeler üretime hazır hale gelmeleri için parçalanırlar. Parçalanmış maddeler daha sonra parçalanmanın meydana geldiği havasız ortamı sağlayan fermenterin içine aktarılır. Fermenter içinde bu atık hammaddeler bekleme süresince parçalanarak sırasıyla asetik asit ve metana dönüşürler. Atık maddeler burada karıştırıcılar tarafından karıştırılarak homojen yapının korunması ve metan veriminin artması sağlanır. Fermenter içindeki ortam, otomasyon sistemiyle sürekli

olarak takip edilir. Buradaki amaç parçalanmanın ne oranda gerçekleştiğini kontrol etmek, ortam sıcaklığını sabit tutmak ve ortamdaki zararlı gazların tehlike oluşturmasını engellemektedir. Daha sonra elde edilen biyogaz, desülfürizasyon ünitesinde hidrojen sülfürden ayrıştırılarak gaz deposunda depolanır. Depolanan gaz kojenerasyon ünitesindeki gaz motorlarında yakılarak ısı ve elektrik enerjisine dönüştürülür. Fermenter içerisinde kalan sıvı ve katı maddeler seperatör yardımıyla ayrıştırılarak birbirinden farklı alanlarda depolanmaları sağlanır. Farklı alanlarda depolanan bu maddeler ise katı ve sıvı biyogübre olarak değerlendirilir (Şekil 1.2.).

Şekil 1. 2. Biyogaz Üretim Aşamaları

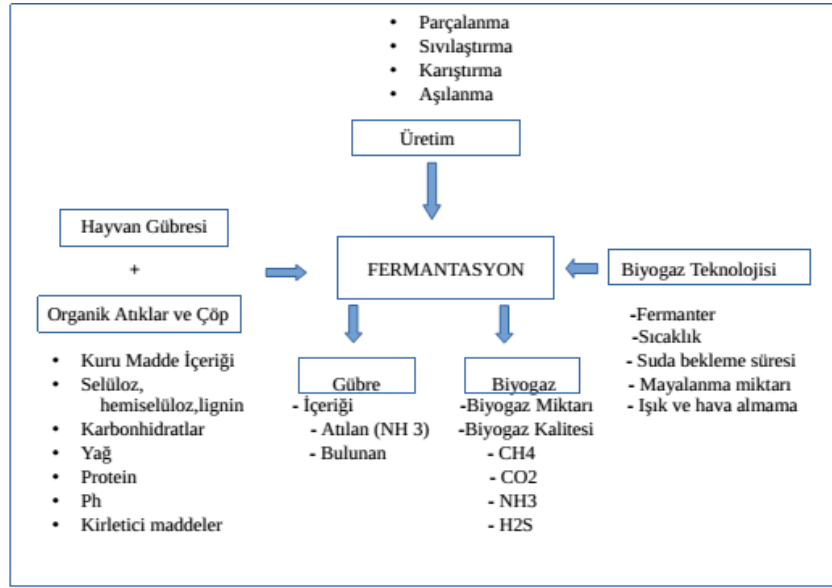


(Weiland 2010).

1.4. Biyogaz Üretimini Etkileyen Faktörler

Anaerobik fermantasyonla biyogaz üretimini etkileyen unsurlar; sıcaklık, pH, nemli ortam, toksitite, karbon/azot oranı, hidrolik bekleme süresi, karıştırma, güvenlik, yönetim ve depolamadır (Şekil 1.3). Biyogaz oluşumunu etkileyen unsurların bir kısmı atık kaynaklı, bir kısmı üretim süreci ve bir kısmı ise kullanılan biyogaz teknolojisi ile ilgilidir.

Şekil 1.3. Metan Oluşumu, Biyogaz ve Gübre Oluşumu Üzerindeki Etkenler



(Amon ve Boxberger 2000).

1.4.1. Sıcaklık

Sıcaklık, hem havasız çürütmenin meydana geldiği ortamda hem de biyogaz tesisinin kurulduğu alandaki iklim koşulları açısından önem taşımaktadır. Metan üretimini sağlayan metan bakterileri çok düşük ve çok yüksek sıcaklık değerlerinde verimli olamamaktadır. Parçalanmanın meydana geldiği ortam sıcaklığı, biyogaz verimi, oluşum süresi üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca biyogaz tesisi kurulurken, tesisinin kurulduğu yerin iklimsel şartlarının da mutlaka göz önünde bulundurulması ve buna göre reaktör tipinin belirlenmesi gereklidir. Özellikle ilkel şartlarda kurulan tesislerde sıcaklık şartlarının kontrolünün yeterince sağlanamaması biyogaz verimini düşürebilmektedir (Kılıç 2011: 103).

1.4.2. pH

Havasız çürütme işleminde mayalanmanın gerçekleştiği fermanter içindeki en uygun pH değerlerinin nötr veya hafif alkali değerler olduğu belirtilmektedir. Bu pH değerinin 6,7 düzeylerine düşmesi metan oluşumunu olumsuz etkilemektedir (Kılıç 2011: 103).

1.4.3. Nemli Ortam

Anaerobik ortamda parçalanmanın meydana gelebilmesi için nemli ortama ihtiyaç vardır. Fermantasyonun gerçekleştiği tankın en alt tabakasında en az %50 nem içeriğinin olması gerektiği belirtilmektedir (Planning and Installing Bioenergy Systems 2005: 57).

1.4.4. Toksikite

Biyogaz üretiminde kullanılacak atıkların içerisinde yer alan bazı maddeler bakteriler üzerinde etkili olarak metan verimini etkilemektedir. Organik maddeler dışındaki mineral iyonları, ağır metaller ile deterjan gibi maddeler bunlardan bazılarıdır (Kılıç 2011: 103).

1.4.5. C/N Oranı

Karbon ve azot havasız ortamdaki bakteriler için önemli maddelerdir. Bakteriler, karbon ve azotu enerji elde etmek, büyümek ve çoğalmak için kullanırlar. Fermanter içindeki C/N oranının 23/1 düzeyinden fazla ve 10/1 oranından az olması gerekmektedir, yoksa bakterilerin metan veriminde düşüş yaşanabilir (Kılıç 2011: 103).

1.4.6. Atıkların Havasız Ortamda Bekleme Süresi

Atıkların parçalanmanın meydana geldiği fermanter içindeki bekleme süresi içerdeki sıcaklık koşullarına göre değişmekle beraber 20-120 gün arasında değişebilmektedir. Bekleme sürecinde fermantere atık eklemesi yapılarak metan üretiminin devam etmesi sağlanmaktadır (Gülen ve Çeşmeli 2012: 72).

1.4.7. Karıştırma

Fermantere yüklenen atıkların tank içinde çökmesini önlemek, bakteri ve gübre arasındaki etkileşimi korumak, metan veriminin arttırmak için düzenli olarak karıştırılması gerekir (Balsam ve Ryan 2006: 4).

1.4.8. Güvenlik

Anaerobik fermantasyon sonucunda elde edilen metanın gaz deposuna taşınmasında boru hatları ve ekipman bağlantılarının iyi yapılması, gaz deposu etrafında koruyucu

önlemlerin alınması gereklidir. Çünkü metan hava ile karıştırıldığında patlayıcı özelliğindedir (Balsam ve Ryan 2006: 4).

1.4.9. Yönetim

Anaerobik çürütücüler içinde parçalanmış atıkların metan veriminin en iyi şekilde olabilmesi için, öncelikle istenilen sabit sıcaklığı korumak gereklidir. Ayrıca sistem içindeki diğer birimlerin sürekli kontrol edilmesi, fermanter içindeki pH, karbon-azot oranının kontrol edilmesi, fermantere atık yüklemesi sürecinin izlenmesi de gereklidir. Burada meydana gelebilecek aksaklıklar metan verimini ve güvenliği etkileyebilmektedir (Balsam ve Ryan 2006: 4).

1.4.10. Depolama:

Anaerobik fermantasyon sonucu elde edilen metan gazının sıvı yakıt olarak kullanılması için yüksek basınç ve düşük sıcaklık gerektiğinden, metanın sıvılaştırılması pratik değildir. Bunun yerine metan gazı depolanarak kullanılacağı zamana kadar saklanabilir (Balsam ve Ryan 2006: 4).

Anaerobik çürütücülerde gaz verimini arttırmak için bazı önemli noktalar ise şunlardır: (Ahring 2003: 15).

- Atıkların sindirimin artırılması
- Reaktör tasarımının en uygun hale getirilmesi
- Proses kontrol ve güvenilirliğini en uygun hale getirilmesi
- Mikrobiyal süreci ve verimliliğini artırma

1.5. Biyogaz Reaktörleri

Biyogaz üretiminde kullanılan reaktörler modern ve kırsal kesimlere uygun olan reaktörler olarak sınıflandırılabilir. Kırsal kesimlerde daha çok yerel ihtiyaçları karşılamak amacıyla kullanılan biyogaz tesisleri şu şekilde belirtilmektedir: (Gülen ve Arslan 2005: 126).

• **Sabit kubbeli veya Çin tipi Biyogaz Tesisleri:** Bu tesislerde oluşan biyogaz ayrı bir tankta değil reaktörün üstündeki kubbe içinde toplanmaktadır. Ancak bu durum gaz

basıncının sabit kalmamasına neden olmaktadır. Bu yüzden bu tesisler tüketim alanlarına yakın kurulmaktadır (Şekil 1.4.).

Şekil 1.4. Sabit Kubbeli Gaz Tankı



(Amjid ve ark. 2011: 2836).

• **Hareketli Kubbeli veya Hint Tipi Biyogaz Tesisleri:** Bu reaktör tipinde gaz üretimi ve depolanması farklı birimlerde gerçekleşmektedir. Bu da gaz basıncının değişmemesine ve üretilen gazın düzenli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Şekil 1.5).

Şekil 1.5. Hareketli Gaz Tankı



(Amjid ve ark. 2011: 2836)

• **Balonlu veya Tayvan Tipi Biyogaz Tesisleri:** Bu tipteki biyogaz tesisleri diğer reaktörlere göre daha ucuz olduğu için tercih edilmektedir. Ancak kullanım süreleri kısa olmaktadır.

Biyogaz tesisleri kullanım amaçlarına göre farklı üretim kapasitelerinde kurulabilirler. Bu tesisler üretim kapasitelerine göre şu şekilde gruplandırılabilir. (Kaya ve Öztürk 2012).

- Aile tipi: 10-12 m³ kapasiteli
- Çiftlik tipi: 50-100-150 m³ kapasiteli
- Köy tipi: 100-200 m³ kapasiteli
- Sanayi tipi: 1000-10000m³ kapasiteli

1.6. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Birimler

Modern biyogaz tesislerinde, atıkların tesise gelişinden işlenip gaz üretimine kadar geçen süreçte çeşitli birimler bulunmaktadır.

1.6.1. Atık Hazırlama Ünitesi

Atıkların fermantörde havasız ortamda parçalanmaya alınmadan önce bağdaşık bir yapıya girmesini sağlayan ünedir (Şekil 1.6, 1.7, 1.8).

Şekil 1.6. Atıkların Nakliyesinde Kullanılan Taşıt (Gönen-Temmuz 2015)



Şekil 1.7. Atıkların Fermentere Alınmadan Önce Bekletildiği Alan (Gönen-Temmuz 2015)



Şekil 1.8. Atık Hazırlama Ünitesi (Gönen-Temmuz 2015)



1.6.2. Otomasyon Sistemi

Biyogaz tesisindeki süreçlerin izlenmesinde kullanılan, sistemin devreye alınmasını ve sistemde güvenli bir üretim yapılmasının bir merkezden izlenmesini sağlayan birimdir. Bu birimde ortam sıcaklığı, karbon/azot oranı, pH değeri gibi metan oluşumunda kritik etkiye sahip etkenler takip edilir (Şekil 1.9).

Şekil 1.9. Tesisteki Birimlerin Kontrol Edildiği Otomasyon Sistemi (Gönen-Temmuz 2015)



1.6.3. Fermantör

Havasız ortamda organik maddelerin parçalanmasını sağlayan ve esas olarak biyogazın elde edildiği ortamdır. Tesise gelen atıklar bağdaşık bir yapıya sokulduktan sonra fermantöre aktarılır (Şekil 1.10).

Şekil 1.10. Anaerobik Parçalanmanın Gerçekleştiği Fermantör (Gönen-Temmuz 2015)



1.6.4. Karıştırıcılar

Karıştırıcılar, biyogaz üretiminde atıkların bakteriler tarafından homojen bir şekilde parçalanmasında, fermantör tankının dibinde olası çökelmeye engel olmasında, sıcaklığın tankın içinde dengeli dağıtılmasında, bakterilerin tankın her noktasına dağılmasında önemli bir role sahiptirler (Gülen ve Arslan 2005: 126).

1.6.5. Seperatör

Fermente olmuş gübrenin katı ve sıvı olarak ayırıp, farklı alanlarda depolanmasını sağlar.

1.6.6. Gaz Deposu

Modern tesislerde biyogaz üretim kapasitelerinin çok olması ve gaz basıncının sabit kalması için elde edilen biyogaz, üretim sahası olan fermantörden bağımsız bir alanda depolanmaktadır (Gülen ve Arslan 2005: 126). (Şekil 1.11)

Şekil 1.11. Elde Edilen Biyogazın Saklandığı Depo (Gönen- Temmuz 2015)



1.6.7. Kojenerasyon Ünitesi

Anaerobik fermantasyon süreci sonunda elde edilen biyogazın içten yanmalı motorlarda yakılarak elektrik enerjisi ve ısı elde edilmesini sağlayan birimdir (Şekil 1.12).

Şekil 1.12. Kojenerasyon Ünitesi (Gönen- Temmuz 2015)



1.6.8. Desülfürizasyon Ünitesi

Biyogaz yaklaşık %1 hidrojen sülfür içerebilir. Bu metaller üzerinde aşındırıcı etkiye sahiptir ve bu nedenle motor ve borulara zarar verebilir. O yüzden biyogaz kullanılmadan önce mutlaka hidrojen sülfür gazından ayrıştırılmalıdır. Desülfürizasyon ünitesi, biyogazı hidrojen sülfürden ayrıştırarak kullanıma hazır hale getirmede kullanılmaktadır (Planning and Installing Bioenergy Systems 2005: 73) (Şekil 1.13).

Şekil 1.13. Desülfürizasyon Ünitesi (Gönen- Temmuz 2015)



1.6.9. Biyogübre Üretim Bölümü

Biyogaz üretiminden artan katı ve sıvı maddelerin birbirinden ayrıştırılıp biyogübre olarak paketlenildiği bölümdür (Şekil 1.14).

Şekil 1.14. Biyogübre Üretiminde Kullanılan Silindir (Gönen- Temmuz 2015)



1.7. Biyogazın İşlevi ve Önemi

Dünya genelinde fosil yakıtlarla ilgili yaşanan çevresel kaygılar ve bu yakıtların bilinen rezervlerinin azalması yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, bu kaynaklardan daha verimli yararlanılması yanında daha düşük yatırım ve işletme maliyetleri nedeniyle bu kaynakları gerçek bir alternatif haline getirmeye başlamıştır.

Biyogaz, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde ayrı bir önem sahiptir. Bu önem öncelikle bitkisel, hayvansal, endüstriyel ve şehirsal atıkların bertaraf edilmesinde en etkili yöntemlerden biri olmasından kaynaklanır. Atıklar bir taraftan kontrollü bir şekilde bertaraf edilirken, bir yandan bu işlem sonucunda ortaya biyogaz ve biyogübre ürünler de çıkmaktadır (Tablo 1.1.). Ayrıca biyogazın kojenerasyon ünitelerindeki motorlarda yakılmasıyla elektrik enerjisi elde edilmektedir. Bu elektrik üretilirken aynı zamanda, ortaya çıkan ısıdan da yararlanılmaktadır.

Tablo 1.1. Hayvansal Atıkların Anaerobik Arıtımının İşlevi Ve Önemi

Elde Edilen Ürünler	İşlev ve Önemleri
Elektrik	Elektrik alımından kurtulma Elektrik satışı
Biyometan	Doğal gaz satışı
Isı	Isı/sıcak su
Doğal Gübre	Kimyasal gübre kullanımında azalma Ürün beslenmesinde artış Tarımsal ilaç kullanımında azalma Satış Yabani otlardan kurtulma Verimde artış
Karbon Kredisi	Satış
Çevre	Kokuda azalma Çevrede kontaminasyon riskinde azalma Ödenen cezalardan kurtulma Patojen azaltımı Metanın kontrol altına alınması

(Coşkun ve ark. 2013: 364).

Hayvansal atıklar, gübre olarak doğrudan toprağa verilmekte ya da kullanılmadan önce açık havada ve genellikle korumasız bir şekilde bekletilmektedir (Şekil 1.15, 1.16, 1.17, 1.18.). Ancak hayvansal atıkların doğrudan kullanılması ve korumasız bir şekilde bekletilmesi hastalık ve toksik etkiler yaratması açısından sakıncalı olmaktadır. Bu alanlarda bekletilen gübrelerde sinek ve larva üremesi de kolayca gerçekleşebilmektedir. Hayvansal atıkların bu şekilde kullanılması, bu atıkların yağışlarla veya aşırı sulamayla yer altına sızmasına, yüzey sularına ve içme-kullanma sularına karışmasına bile neden olabilmektedir. Hayvansal atıkların yoğun bir şekilde depolandığı işletmelerde özellikle kümes hayvancılığının yapıldığı alanlarda yaşanan koku sorunu da önemli sorunlardan biridir (Demirci ve Türkavcı, 2001; Alçiçek ve Demiruluş 1994; Gümüşçü ve Uyanık, 2010).

Şekil 1.15. Hayvansal Atıkların Kontrolsüz Depolanması Örneği (Lapseki-Çataltepe Köyü, Şubat 2015)



Şekil 1.16 Kırsal Alanda Hayvansal Atıkların Kontrolsüz Depolanması Örneği (Lapseki- Çataltepe Köyü, Şubat 2015)



Şekil 1.17. Özel Bir Hayvancılık İşletmesine Ait Gübre Depolama Alanı (Biga, Nisan 2015)



Şekil: 1.18. Hayvansal Atıkların Depolama Alanlarına Taşınması (Biga, Nisan 2015)



Kümes hayvancılığının yapıldığı yerlerdeki atıklar yakınlardaki açık depolama alanlarında biriktirilmektedir. Bunun özellikle kümes hayvanları için biyo-güvenlik riski oluşturması söz konusudur. Hayvansal atıkların yoğun bir şekilde depolandığı işletmelerde yaşanan koku sorunu da önemli sorunlardan biridir (Avcıoğlu ve ark. 2013: 21). Dolayısıyla tavuk çiftliklerinden ortaya çıkan atıkların güvenli bir şekilde biyogaz tesislerinde değerlendirilmesiyle, hem atık sorunun ortadan kalkmasında hem de enerji ve gübre üretiminde katkı sağlanabilir.

Kapalı alanlardaki havasız ortamlarda çürütme işlemi gerçekleştiren biyogaz tesislerinde, atıkların kontrollü bir şekilde ortadan kaldırılması mümkün olabilmektedir. Fermentere alınan gübrenin, çevreye metan, karbondioksit, hidrojen sülfür, amonyum ve azot gibi gazları vermesi önlenmektedir. Atıkların kontrolsüz bir şekilde depolanmasında ortaya çıkan metanın sera etkisi açısından karbondioksit göre 20 kat daha etkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca anaerobik fermentasyon sürecinde hastalığa yol açan zararlı mikroorganizmalar da ortadan kalkmaktadır (Alçıçek ve Demiruluş 1994; Coşkun ve ark. 2013; Yılmaz 2009: 206).

Biyogaz üretimi gerçekleştikten sonra fermenter içerisinden alınan atık çamur biyogübre olarak değerlendirilmektedir. Biyogübre, seperatör tarafından arıtıldıktan sonra katı ve sıvı biyogübre ortaya çıkmaktadır (Şekil 1.19, 1.20.).

Şekil 1.19. Biyogaz Üretiminde Sonra Elde Edilen Katı Biyogübre (Gönen, Temmuz 2015)



Şekil 1.20. Biyogaz Üretiminden Sonra Elde Edilen Sıvı Biyogübre (Gönen, Temmuz 2015)



Havasız ortamdaki çürütme işlemi sonucunda, atık çamurundaki organik maddelerin homojen dağılması gübrenin kalitesini arttırmaktadır. Bu şekilde elde edilen gübrenin bitkiyi besleme derecesinde % 20'ye varan artış olduğu belirtilmektedir (Demirci ve Türkavcı, 2001; Alçiçek ve Demiruluş 1994).

Hayvansal atıklar, bilindiği üzere kurutularak özellikle kırsal alanlarda ısınmada kullanılmaktadır. Bu atıkların farklı şekillerde değerlendirilmesinin daha faydalı olacağı belirtilmektedir. Hayvansal atıkların tezek olarak yakılmayıp, doğrudan tarlada kullanılmasında verim artışındaki fayda 2,66 kat, bundan biyogaz ve biyogübre elde edilmesindeki yararın ise 4,15 kat daha fazla olacağı belirtilmektedir (Acaroğlu 2003: 145).

Biyogübrenin faydaları ve avantajları şu şekilde sıralanabilir: (Gümüşçü ve Uyanık, 2010; Demirci ve Türkavcı, 2001).

- Yabani ot tohumlarının çimlenmesini önler.
- İyi bir toprak düzenleyicisidir.
- Toprağın havalanmasını sağlar.
- Toprağın su tutma kapasitesini artırır.
- Mikroorganizmalarca zengindir.
- Ürün verimini artırır.

Biyogazın kullanılması, atmosferde net karbondioksit artışına neden olmamaktadır. Çünkü, bitkiler atmosferde var olan karbondioksiti parçalayarak bünyelerine katarlar. Dolayısıyla, zaten atmosferde var olan karbon tekrar atmosfere geri verilmiş olmaktadır. Fosil yakıtlar ise, atmosfer için en büyük kirleticilerin başında gelmektedir. Biyogaz, bu açıdan da fosil yakıtlara alternatif olarak ön plana çıkmaktadır (Acaroğlu 2008: 351).

Kyoto Protokolü'ne göre ülkeler atmosfere belli oranlarda sera gazı bırakabilmektedir. Az gelişmiş ülkeler için sorun olmayan bu durum, sanayileşmiş ve gelişmiş ülkeler için önemli bir problemdir. Kyoto Protokolü'ne imza atan ülkeler, kendi kotalarını doldurmaları sebebiyle başka ülkelerin kirletme hakkını alabilmektedirler. Protokole imza atan ülkeler arasında bu nedenle karbon kredisi adı verilen bir karbon borsası ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla çevreye zararı olmayan enerji kaynaklarını kullanan şirketler, bu karbon borsasından maddi destekler alabilmektedirler. Biyogazla çalışan santraller de çevre dostu enerji üretimi gerçekleştirdikleri için bu uluslar arası karbon borsasından karbon desteği alabilmektedir. Dolayısıyla burada biyogazın, çevresel katkısı yanında ekonomik anlamda da ülke ekonomisine katkısından söz edilebilir. (Coşkun ve ark. 2013: 366).

Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılımıyla ilgili kanununun 5 Şubat 2009'da Türkiye Büyük Millet Meclisi'nce kabulü ve 13 Mayıs 2009 tarih ve 2009/14979 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'nın ardından, katılım aracının Birleşmiş Milletlere sunulmasıyla 26 Ağustos 2009 tarihinde Türkiye, Kyoto Protokolü'ne taraf olmuştur (www.resmigazete.gov.tr, Erişim:10.08.2014). Dolayısıyla Türkiye'de biyogaz tesislerinin yaygınlaşmasıyla hem taraf olduğu protokol kararların yerine getirilmesinde kolaylık sağlanmış olacak hem de tesislerin karbon piyasasından desteklenmesi sağlanarak ekonomik katkı alınabilecektir.

Biyogaz, atıkların bertarafında etkili bir yöntem olması, elektrik, organik gübre, ısı üretimi gibi katkıları olması ve bunların gerçekleşmesinde çevre dostu olması nedeniyle önemli bir enerji kaynağıdır.

1.8. Biyogazın Kullanım Alanları

Anaerobik fermantasyonu sonucu oluşan biyogazın birçok alanda kullanımı mümkündür. Bunlar: (Nielsen and Oleskowicz 2007: 105).

- Isı ve/veya buhar üretimi

- Elektrik üretimi/kombine ısı ve güç üretimi
- Isı, buhar ve/veya elektrik ve soğutma için endüstriyel enerji kaynağı olarak
- Araç yakıtı olarak (Şekil 1.21)
- Kimyasalların üretiminde
- Yakıt hücrelerinde

Şekil 1.21. Biyogazın Araçlarda Yakıt Olarak Kullanımı



(www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx, Erişim: 12.09.2014)

Biyogazın farklı alanlarda kullanımının olması için metan içeriğinin zenginleştirilmesi, aşınma yol açan bazı zararlı gazlardan temizlenmesi gereklidir. Ayrıca biyogazla çalışacak taşıtlarda da ufak değişiklikler de yapılması gerekmektedir (İlkılıç ve Deviren 2011: 148) (Şekil 1.22).

Şekil 1.22. Biyogazla Çalışan Otomobil



(<http://news.cision.com>, 21.10.2015)

Biyogaz, modern tesislerde kojenerasyon ünitesindeki içten yanmalı motorlarda yakılarak elektrik üretiminde kullanılabilir. Elektrik üretimi gerçekleşirken bir yandan ısı enerjisi de üretilmektedir. Tesisler bu yolla kendi elektrik ve ısı ihtiyaçlarını da karşılayabilmektedirler. Örneğin elde edilen ısı fermanter sıcaklığının korunmasında kullanılabilir (Şekil 1.23).

Şekil 1.23. Elektrik ve Isı Eldesinde Kullanılan Elektrik Motorları (Gönen, Temmuz 2015)



Biyogaz, birçok ülkede özellikle kırsal alanlarda evlerde ilkel şartlarda üretilip kullanılabilir. Günlük ihtiyaçları karşılamak amacıyla pişirme, ısınma ve sıcak su

elde etmede biyogazdan yararlanılmaktadır. Türkiye’de de özellikle kırsal alanlarda doğalgazın ulaşmadığı alanlarda biyogazdan yararlanarak kırsal nüfusun temel ihtiyaçları buradan karşılanabilir. Biyogaz üretiminden sonra elde edilen organik gübreler, çiftçiye dağıtılarak çiftçinin ihtiyacı olan gübre yerel kaynaklarla sağlanabilir. Kırsal alanlara kurulacak belli başlı modern tesislerle çiftçinin ihtiyacı olan motorin buradan karşılanabilir. Ayrıca kırsal nüfusa yeni istihdam alanları da bu şekilde oluşabilir.

BÖLÜM II

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE BİYOGAZ KULLANIMI

2.1. Dünya'da Biyogaz Kullanımı

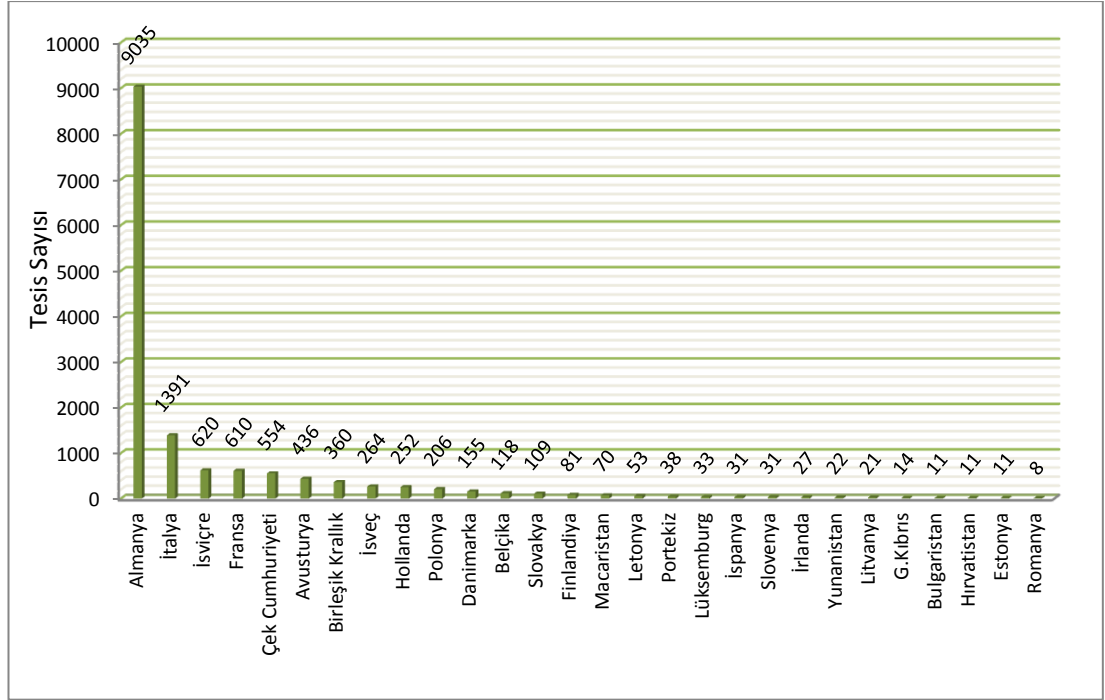
Dünya'da yaşanan enerji krizleri ve artan çevresel kaygılar, ülkelerin enerji konusunda çeşitli açılardan düşünmelerine yol açmaktadır. Ülkeler gelecekteki enerji taleplerini göz önünde bulundurarak enerjide çeşitlendirmeye gitmektedirler. Bir yandan da uluslar arası sözleşmelerle de güvence altına alınmaya çalışan çevresel hassasiyetlere yönelik çalışmalar da yenilenebilir enerjinin kullanımının kısa ve uzun vadeli planlarda yer almasını sağlamaktadır.

Avrupa Birliği'nin Yeni Enerji Politikası Stratejisi'nde üye ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önerildiği görülmektedir. 2009/28/EC sayılı AB Yenilenebilir Enerji Direktifi'nde 2020 yılında enerji üretiminin %20'lik kesiminin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasını öngörmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyogazın kullanımı da bu yüzden uygulanan teşvikler içerisinde yer almaktadır (Uluatam 2010: 37).

Avrupa'da birçok ülkede biyogaz elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Avrupa kıtasında 2013 yılında toplamda 14563 biyogaz tesisi bulunmaktadır. Bu ülkelerin başında Almanya yer almaktadır. Almanya'da 2013 yılında 9035 biyogaz üretim tesisi bulunmaktadır. Almanya'yı İtalya, İsviçre ve Fransa takip etmektedir (Şekil 2.1) (<http://european-biogas.eu>).

Almanya, Avrupa Birliği içerisinde biyogaz yatırımlarına en çok önem veren ülkelerden birisidir. Almanya'da 1999 yılında biyogaz tesis sayısı 850 iken, 2010 yılında bu sayı 5800'e yükselmiştir. Almanya'da 2020 yılına kadar 43.000 biyogaz tesisi kurulması planlanmaktadır. Biyogazdan elektrik üretimi de bununla beraber artış göstererek 2010 yılında 2300 Mw'a yükselmiştir. Almanya, biyogazdan sadece elektrik üretmeyip aynı zamanda bu gazı şehir şebekesine vererek de kullanmaktadır. Almanya 2020 yılında elektrik üretimindeki biyogaz payını % 17'ye yükseltmeyi hedeflemektedir (Gürel ve Senel 2010; Deublein ve Steinhauser 2008).

Şekil 2.1. Avrupa’da Ülkelere Göre Biyogaz Üretim Tesis Sayıları (2013 Yılı)



(<http://european-biogas.eu>, 09.07.2014)

Avrupa biyogaza yatırım yapan ülkelerden Danimarka ve Finlandiya’da tüketilen toplam enerjinin %10’nu, Avusturya’da %13’ü, İsveç’te ise %16’sı biyokütleden karşılanmaktadır (Ar ve ark. 2003: 591).

2003 yılında Dünya’da en fazla biyogaz tesisine sahip ülke olan Çin’de ise 2003-2010 yılı Ulusal Kırsal Biyogaz İnşa Planı açıklanmış ve 2005 yılında çiftlik sahiplerine %10 pay vererek 20 milyon, 2010 yılında 50 milyon biyogaz tesisi kurulması hedefleri yer almıştır. 2020 yılında Çin’in toplam enerji tüketiminin %15’ni yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlaması hedeflenmektedir. Bu da 200 milyon biyogaz tesisinin daha kurulması anlamına gelmektedir (Deublein ve Steinhauser 2008: 39).

2.2. Türkiye’de Biyogaz Kullanımı

Günümüzde Dünya ülkelerinde yaygın bir şekilde kullanılan biyogaz Türkiye’de yeterince gelişmemiştir. Tarım potansiyeli yüksek olan Türkiye, aslında büyük bir biyogaz potansiyeline sahiptir. Ancak, Türkiye’de biyogazın tarihsel gelişimine bakıldığında yapılan denemelerin çeşitli nedenlerle başarısızlıklarla sonuçlandığı görülmektedir.

Türkiye’de biyogazla ilgili ilk çalışmaya 1957 yılında Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü’nün girişimiyle başlanmıştır. Daha sonra, 1962-1967 yılları arasında Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü’nde yapılan araştırmalardan ilk veriler elde edilmiştir. Ancak, fosil yakıtların ülke ihtiyacını karşılayacağı düşüncesi, biyogazın öneminin yeterince anlaşılabilmesi ve konuyu üstlenen herhangi bir kuruluşun olmaması gibi nedenlerle bu girişimler yetersiz kalmıştır (Deniz, 1987: 5).

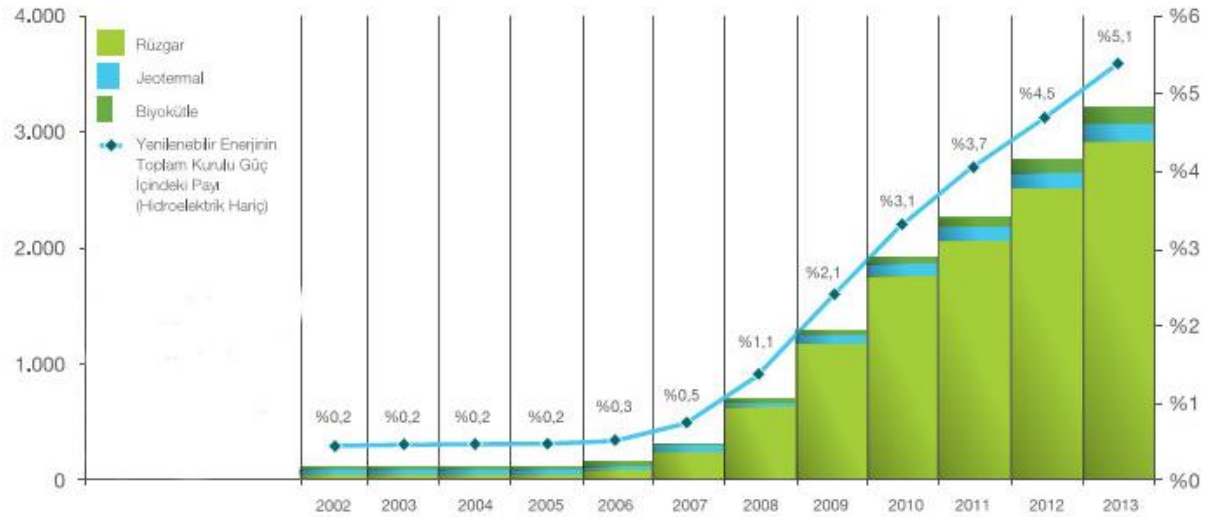
Asıl önemli gelişmeler Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile UNICEF arasında 8.10.1980 tarihinde biyogaz konusunda bir anlaşmanın imzalanmasıyla başlamıştır. Bu anlaşmaya göre ortak bir biyogaz projesi hazırlanmış, bazı devlet işletme çiftliklerinde biyogaz denemeleri yapılmıştır. Bu dönemde biyogaz denemesi yapılan tesisler şunlardır: Muş-Alpaslan, Sivas-Ulaş, Konya-Altınova, Ankara-Polatlı. Türkiye’de Biyogaz üretimi ile ilgili yapılan araştırma çalışmaları 1980-1986 yılları arasında yoğunlaşmaktadır. Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü’nce yürütülen çalışmalarda biyogaz üretimi ile ilgili birçok temel bulgu elde edilmiştir (Deniz, 1987: 5; Gürel ve Senel 2010: 130).

2000’li yıllarda birçok üniversitenin biyogaz ile ilgili yürütülen araştırma projelerinin hız kazandığı görülmektedir. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Biyokütle Enerji Teknolojileri Araştırma Grubu (EÜ-BETAG) ve ÖRKOOP ile yapılan protokol kapsamında Aydın’ın Kuyucak ilçesine bağlı Pamukören beldesinde bulunan Ülkü çiftliğinde EÜ-BETAG tarafından projelendirilen %100 yerli kaynaklar kullanılarak bir biyogaz tesisi kurulmuş ve 15/04/2007 tarihinde devreye alınmıştır (Koçar ve ark. 2010).

Türkiye’nin biyogaz potansiyelini belirlemeye yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Altıkat ve Çelik yaptıkları çalışmada Türkiye’nin hayvansal kaynaklı toplam biyogaz potansiyelini 3159080 milyon m³/yıl olarak belirlemişlerdir (Altıkat ve Çelik 2012: 64).

Bazı araştırmaların ise Türkiye’nin biyogaz potansiyelinin 4 milyar m³/yıl, elektrik enerjisi eşdeğeri olarak yaklaşık 25 milyar kWh olduğunu tahmin etmektedirler (Koca 2007: 35).

Şekil 2.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Kurulu Güç Gelişimi ve Toplam Kurulu Güç İçindeki Payı (Hidroelektrik Hariç, 2002-2013 yılları)



(T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı: 37

www.enerji.gov.tr, Erişim:07.12.2014)

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde biyokütle enerjisinin oldukça az olduğu ve yıllara göre toplam kurulu güç içindeki payında önemli bir artış olmadığı gözlenmektedir (Şekil 2.2).

Tablo 2.1. Türkiye’de Mevcut ve Planlanan Biyogaz Tesislerinin Sektörlere Göre Dağılımı (2011 Yılı)

	İşletme halindeki Tesisler	Kurulu Kapasite (MW)	Planlananlar	Planlanan Kapasite (MW)	Toplam Biyogaz Tesisleri	Toplam Kapasite (MW)
Tarımsal ve Hayvansal atıklar	2	0,68	12	11,99	14	12,58
Gıda Sanayi Atıkları	17	13,68	2	3,88	19	17,56
Belediye atıkları	17	96,98	12	34,72	29	131,70
Sınıflandırılmamış	0	0	23	61,16	23	61,16
Toplam	36	111,23	49	111,76	85	222,99

(Türkiye’de Biyogaz Yatırımları İçin Geçerli Koşulların ve Potansiyelinin Değerlendirilmesi 2011:3)

Türkiye’de 2011 yılında toplamda 85 biyogaz tesisi bulunmakta olup bunların toplam kapasiteleri yaklaşık olarak 223 MW’tr. Ancak bu tesislerin 36 tanesi işletme halinde bulunmakta olup, bunların kapasitesi de yaklaşık 111 MW’tr. Planlamadaki tesis sayısı ise 49’dur (Tablo 2.1.).

Türkiye’de kurulu biyogaz tesislerine bakıldığında bunların birçoğunun özellikle büyükşehir belediyelerinin atık su tesisleri ve bazı gıda sanayi tesislerinin atıklarının değerlendirilmesinden oluştuğu görülmektedir. Sektörlere göre dağılımında en çok gıda endüstrisine ait tesislerde olduğu görülmektedir. Gıda dışında, belediyelerin çöp sızıntı suyu arıtması, kimya, selüloz, kağıt ve tekstil alanın da biyogaz yatırımlarının olduğu görülmektedir (Kapluhan 2014:116; Türker 2008: 309).

Biyogaz üretimi yapan tesislerin genellikle küçük kapasiteli olduğu ve tesis kapasitelerinin oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Son yıllarda kurulan işletmeler şunlardır: Kayseri’de 10-22 m³, Konya’da 15 m³, Gediz’de 22 m³ve Elazığ’da 280 m³

(Gürel ve Senel 2010: 130).

Türkiye’de biyogaz tesislerinin gelişmemesinde aşağıdaki nedenlerin etkili olduğu düşünülmektedir: (Kaya ve Öztürk 2012; Deniz, 1987; Türker 2008; Öztürk ve ark. 2007).

- Eğitim yetersizliği nedeniyle tesislerin iyi yapılamaması
- Biyogaz tekniği ile ilgili üreticilerin bilgi eksikliği
- Konuyu üstlenen uzman bir kuruluşun bulunmaması ve danışman eksikliği
- Fosil yakıtların enerji ihtiyacına çözüm olacağı düşüncesi hakim olması.
- Biyogazın öneminin anlaşılabilmesinin olmaması.
- Teşviklerin yetersiz olması.
- Tesis tasarım maliyetlerinin çok olması.
- Politika ve piyasa araçlarının yetersizliği

Sıralanan nedenler dışında hayvan yetiştiriciliğinin birbirinden uzak alanlarda, küçük tesislerde yapılması, besi ve ahır hayvancılığı yerine mera hayvancılığının yaygın olması gibi nedenler de biyogaz tesis sayısının az olmasında etkilidir (Türker 2008: 310).

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ve biyogaz ile ilgili uygulanan kanun-yönetmelikler incelendiğinde, 10.05.2005 kabul tarihli 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’un Dördüncü

bölümünün 7. Maddesinde, “Biyokütle kaynaklarını kullanarak elektrik enerjisi veya yakıt üretimine yönelik AR-GE tesis yatırımlarının Bakanlar Kurulu kararı ile teşviklerden yararlandırılabilir.” ifadesi yer almaktadır (www.mevzuat.gov.tr, Erişim:19.04.2014).

29.12.2010 kabul tarihli 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun’da biyokütleyle dayalı üretim tesislerin elektrik alım garantisi 13,3 ABD doları cent/kWh olarak belirlenmiş olup güneş enerjisi dışında diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına oranla daha yüksek bir alım garantisi oluşturulmuştur (Tablo 2.2).

Tablo 2.2.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Uygulanan Fiyat Alım Garantileri (2010 Yılı)

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

(www.resmigazete.gov.tr, 23.04.2015)

Ayrıca, 30 Mart 2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’nun 14. Maddesinin (b) ve (c) fıkrası gereğince kurulu gücü azami bir megavatlık yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri ile belediyelerin katı atık tesisleri ve arıtma tesisi çamurlarının bertarafında kullanılmak üzere kurulan elektrik üretim tesisleri lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaftır (Enerji Ekipmanları Yerli Üretimi Durum Değerlendirmesi ve Öneriler 2014: 250).

T.C.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın hazırlamış olduğu 2015-2019 Stratejik Planı’nda yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili şu ifade yer almaktadır: “Ülkemizin sahip olduğu hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga ve akıntı gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması kaynak çeşitliliğinin

sağlanabilmesi açısından stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle Stratejik Plan kapsamında yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payının artırılması ve ayrıca ısı enerjisi olarak da kullanımının sağlanabilmesi hedeflenmiştir.” (T.C.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı, www.enerji.gov.tr)

Biyogaz tesislerinin kuruluşunda destekleyici kuruluşlar olarak AR-GE teşvikleri için TÜBİTAK, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) ve DPT yer almaktadır. Günümüzde AR-GE'nin geliştirilmesi için 15 tür yasal ve idari teşvik bulunduğu belirtilmektedir (Öztürk ve Diğerleri 2007: 11).

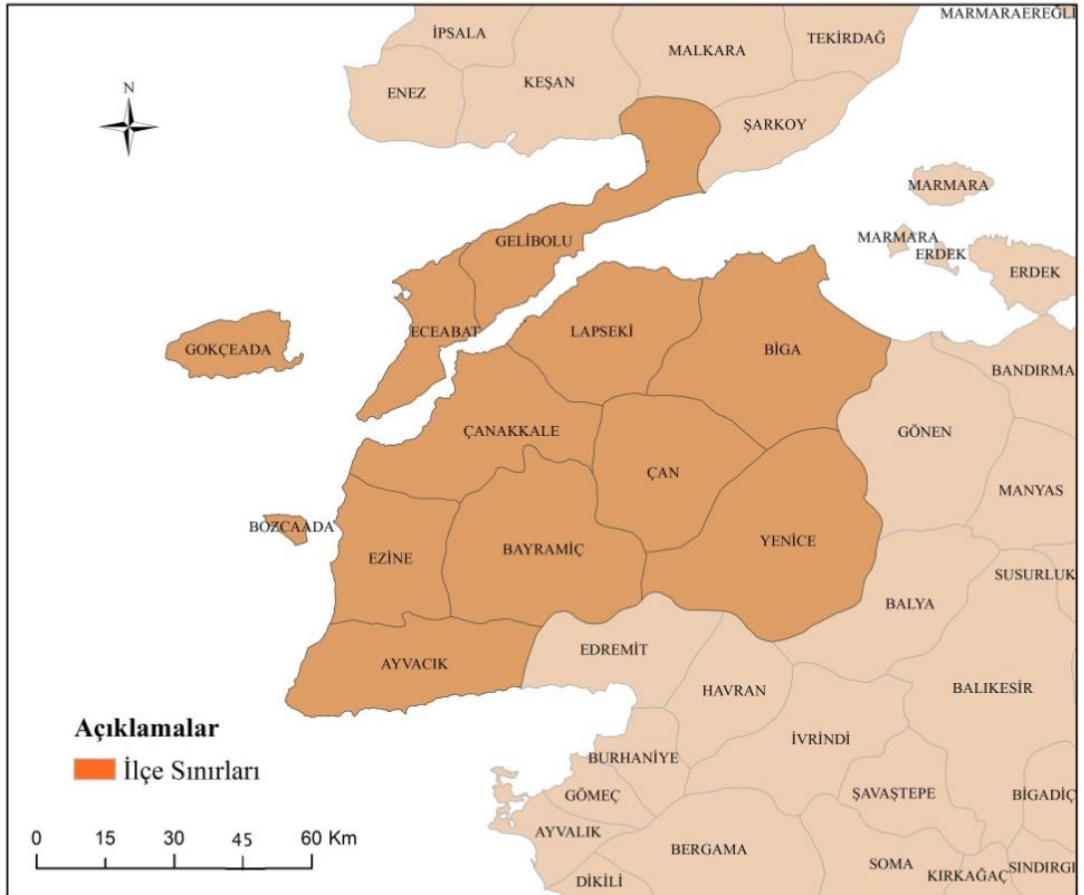
BÖLÜM III

ARAŞTIRMA SAHASININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

3.1. Çanakkale İli'nin Coğrafi Konumu ve İdari Özellikleri

Çanakkale ili, Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara Bölümü'nün batı kesiminde, bir bölümü Avrupa Kıtası diğer bir bölümü ise Asya Kıtası toprakları üzerinde yer almaktadır. Çanakkale'nin güneyinde Edremit Körfezi, batısında Ege Denizi, kuzeybatısında Saros Körfezi ve kuzeydoğusunda Marmara Denizi yer almaktadır. İlin büyük bir kesimi Biga Yarımadası'nda yer almaktadır. Ayrıca Gelibolu Yarımadası'nda da ile ait topraklar bulunmaktadır. Ege Denizi'nde yer alan Bozcaada ve Gökçeada il sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 3.1.).

Şekil 3.1. : Çanakkale İli İdari Haritası



Çanakkale İli, matematik konum olarak 39°– 40° kuzey enlemleri ile 25° – 27° doğu boylamları arasında yer almaktadır. İlin gerçek yüzölçümü 9.933 km²'dir. İl yüzölçümünün büyük bir bölümü Marmara Bölgesi'nde, Edremit körfezi kıyısındaki küçük bir bölümü de Ege Bölgesi'nin sınırları içinde yer almaktadır. Çanakkale il sınırları içinde yer alan ilçeler şunlardır: Ayvacık, Bayramiç, Biga, Bozcaada, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Gökçeada, Lapseki, Merkez ve Yenice'dir. Çanakkale İli'nin nüfus açısından en büyük ilçesi Merkez ilçesidir. En küçük ilçesi Bozcaada'dır. Çanakkale il sınırları içinde 565 Köy, 21 Belde ve 34 Belediye teşkilatı bulunmaktadır (www.canakkale.gov.tr).

Çanakkale ili, Balıkesir, Edirne ve Tekirdağ illeri ile komşudur. İlin iki önemli adası bulunmaktadır: Gökçeada ve Bozcaada.

Tablo 3.1. : Çanakkale İli'nin İlçe Yüzölçümleri

İlçe	Yüzölçümü (km ²)
Ayvacık	880
Bayramiç	1.204
Biga	1.310
Bozcaada	37
Çan	905
Çanakkale Merkez	1.016
Eceabat	430
Ezine	727
Gelibolu	823
Gökçeada	282
Lapseki	821
Yenice	1381
TOPLAM	9817

(www.hgk.msb.gov.tr, 14.08.2015)

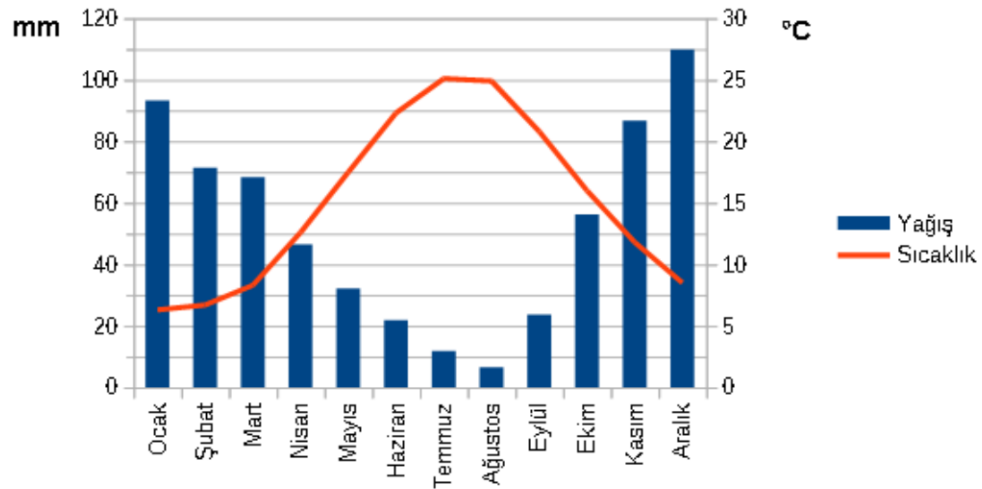
Çanakkale İli'ndeki ilçelerin yüzölçümlerine bakıldığında, yüzölçümü en büyük olan ilçeler Yenice ve Biga ilçeleri, en küçük olan ilçeler ise Bozcaada ve Gökçeada'dır (Tablo 3.1).

3.2. Fiziki Coğrafya Özellikleri:

Çanakkale İli'nin başlıca dağları Kazdağları ve Kuru Dağı'dır. Sarıçay, Kocabaş Çayı, Menderes Çayı, Tuzla Çayı önemli akarsularıdır. Biga, Karabiga, Kumkale, Bayramiç ve Sarıçay ovaları başlıca ovalarını oluşturur.

Çanakkale ilinde genel olarak Akdeniz iklimi hâkim görülmektedir. Yani yazların sıcak kurak, kışların ılık ve yağışlı geçtiği söylenebilir. İlin Balkanlar'dan gelen soğuk hava kütlelerine yakın olması ve kuzey sektörlü rüzgarlar özellikle kış aylarında sıcaklık değerlerinin düşmesine neden olabilmektedir. Çanakkale'nin iç kesimlerinde ise karasal iklim etkileri daha belirgindir. Özellikle yükseltinin de fazla olduğu ilçelerde don olayı ve kar yağışı daha sık görülmektedir (İlgar 2010:186).

Şekil 3.2. Çanakkale Merkez İlçe Ortalama Sıcaklık ve Yağış Miktarları (1950-2014)



(www.mgm.gov.tr, 09.07.2014)

Çanakkale merkez ilçede yıllık ortalama sıcaklık 15,06°C, yıllık ortalama güneşlenme süresi 7,2 saat/gün, En sıcak ay 25,1°C ortalama ile temmuz, en soğuk ay 6,3°C ile ocak ayıdır. Yıllık yağış ortalaması ise 628 kg/m²'dir. En yağışlı ay ortalaması 109,8 kg/m² ile aralık, en düşük yağışlı ay ortalaması 6,5 kg/m² ile ağustos ayıdır (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. Çanakkale Merkez İlçenin Sıcaklık ve Yağış Verileri (1950-2014 Yılları)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Toplam
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.3	6.7	8.3	12.6	17.5	22.3	25.1	24.9	20.8	16.0	11.8	8.5	15,06
Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.7	10.3	12.4	17.2	22.6	27.8	30.7	30.6	26.4	20.7	15.9	11.8	19,67
Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	3.2	3.5	4.8	8.5	12.7	16.7	19.3	19.5	15.9	12.0	8.4	5.4	10,82
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	3.2	4.3	5.3	7.2	9.3	11.1	12.6	11.2	9.0	6.3	4.3	3.1	86,9
Ort.Yağışlı Gün Sayısı	12.5	10.8	10.1	8.4	5.8	4.0	1.8	1.3	3.3	6.6	9.2	12.7	86,5
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	93.3	71.5	68.4	46.5	32.2	21.8	11.9	6.5	23.6	56.2	86.7	109.8	628,4

(www.mgm.gov.tr, 09.07.2014)

Şekil 3.3. Çanakkale İli'ndeki Makilerden Bir Örnek: Kocayemiş (Biga-Aksaz Köyü, Kasım 2014)

Çanakkale ili, bitki örtüsü açısından incelendiğinde yörenin, Akdeniz fitocoğrafik bölgesinin etkisi altında kaldığı görülmektedir. Çanakkale, bitki örtüsü açısından çeşitlilik göstermektedir. İl genelinde etkili olan Akdeniz ve karasal iklim özellikleri altında farklı bitki toplulukları görülmektedir. Endemik türler açısından ilin zengin olmadığı söylenebilir. İlde kızılçam ormanları, makiler ve garig bitki toplulukları yaygın olarak görülmektedir.. Başlıca maki türleri olarak defne, zeytin ve kocayemiş gösterilebilir (Şekil 3.3) (Çanakkale İli 2012 Yılı İl Çevre Durum Raporu 2013: 66).

3.3. Beşeri ve Ekonomik Coğrafya Özellikleri

Çanakkale’de nüfusun artış dönemlerine bakıldığında üç dönem dikkat çekmektedir. Bu dönemler; 1927-1945 yılları arası artış, 1945-1950 yılları arası azalış ve 1950-2000 yılları arası tekrar artış olmuştur. Nüfus yapısı göç, kentleşme, homojenlikten uzaklaşma, doğum oranı ve ekonomik açıdan ele alındığında bu dönemler 1927-1950, 1950-1970 ve 1970-2000 olarak ayrılabilir (Özözen Kahraman 2006: 143).

Tablo 3.3. : Çanakkale İli’nde Nüfus Miktarları (2014 Yılı)

İlçe	Toplam Nüfus	İlçe Merkezi Nüfusu	Kırsal Nüfus	Kırsal Nüfus Oranı (%)
Merkez	155.657	119.806	35.851	23,03
Ayvacık	32.187	8.480	23.707	73,6
Bayramiç	29.870	14.227	15.643	52,3
Biga	86.483	47.898	38.585	44
Bozcaada	2.754	2.754	-	0
Çan	49.299	29.536	19.763	40,08
Eceabat	9.151	5.626	3.525	38,5
Ezine	32.962	14.273	18.689	56,6
Gelibolu	44.851	28.962	15.889	35,4
Gökçeada	8.644	6.229	2.415	27,9
Lapseki	25.987	11.462	14.525	55,89
Yenice	33.995	7.883	26.112	76,8
Toplam	511.790	297.086	214.704	41,95

2014 TÜİK adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verileri incelendiğinde Çanakkale İli'nde nüfusun en kalabalık olduğu yer Merkez ilçedir. Bunu sırasıyla Biga ve Çan ilçeleri takip etmektedir. İl içinde nüfusun yerleşmeler bazında dağılımına bakıldığında kentsel nüfus (% 58,05) ve kırsal nüfus (% 41,95) oranının olduğu görülmektedir. İlçeler içinde kırsal nüfusun en fazla olduğu yer Biga, kırsal nüfus oranının en fazla olduğu yer ise Yenice ilçesidir (%76,8). Çanakkale İli'nde kırsal nüfus oranı (% 41,95) Türkiye ortalamasının (%8,2) oldukça üzerindedir (Tablo 3.3).

Tablo 3.4. Çanakkale İli'nin 2013-2014 Yılları Göç Durumu

Toplam Nüfus	Aldığı Göç	Verdiği Göç	Net Göç	Net Göç Hızı
511790	27429	20540	6889	% 13,55

(www.tuik.gov.tr, 04.06.2015)

Çanakkale İli'nin 2013-2014 yıllık nüfus artış hızı %18,7 ile Türkiye ortalamasının (% 13,3) üzerindedir. Net göç hızı ise pozitif olup % 13,55 'tir (Tablo 3.4). İlin nüfus yoğunluğu ise km² 'ye 52 kişiyle Türkiye ortalamasının (km²'ye 101) oldukça altındadır.

Tablo 3.5. : Çanakkale'de Arazi Kullanımı (2012 Yılı)

Arazi Kullanım Türü	Alan (ha)	%
Tarım Arazileri	330337	32,79
Su Kütlesi	11070	1,09
Orman	533936	52,99
Sulak Alan	3067	0,304
Çayır ve Mera	22065	2,19
Yerleşim Yerleri, Yapay Bölgeler	106962	10,61

(Çanakkale İli 2012 Yılı İl Çevre Durum Raporu 2013: 82).

Çanakkale İli'nde arazi kullanımının dağılımına bakıldığında toplam arazinin yarısından fazlasının ormanlık alanlardan oluştuğu görülmektedir. Yaklaşık %32'lik bir kesimin ise tarım arazilerinden oluştuğu görülmektedir. İl yüzölçümü içinde çayır ve meraların oranı % 2,19, sulak alanların payı ise % 0,3'tür. İlde su kütlelerinin kapladığı alan ise % 1 civarındadır (Tablo 3.5).

Tablo 3.6. Çanakkale İli'nde Tarım Arazisi Kullanımının Ürünlere Göre Değişimi (2009-2013)

Yıllar	Toplam İşlenen Tarım Alanı ve Uzun Ömürlü Bitkiler (ha)	İşlenen Tarım Alanı (Ha)					Toplam	Uzun Ömürlü Bitkiler (Ha)			Yem Bitkileri Alanı
		Toplam İşlenen Tarım Alanı	Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alanı		Sebze Bahçeleri Alanı	Süs Bitkileri Alanı		Diğer Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri	Bağ alanı	Zeytin ağaçlarının kapladığı Alan	
			Ekilen	Nadas							
2009	263.571	215.943	176.922	20.194	18.827	-	47.628	11.030	5.016	31.582	15.360
2010	279.541	230.061	189.399	20.942	20.170	-	49.480	12.739	4.954	31.787	18.554
2011	262.400	211.597	173.927	16.959	20.711	-	50.803	13.946	5.002	31.855	20.057
2012	274.886	223.210	185.688	16.534	20.987	-	51.676	14.890	4.913	31.873	43.029
2013	278.833	225.872	184.718	20.715	20.438	-	52.961	15.993	4.806	32.162	41.823

(Seçilmiş Göstergelerle Çanakkale 2013 2014: 134)

İşlenen tarım arazileri içinde nadas oranının %10'un altında olduğu görülmektedir. Tarım arazilerinin kullanım alanlarının ürünlere göre dağılışı incelendiğinde, uzun ömürlü bitkilerin ekim alanlarının geniş yer kapladığı söylenebilir. Ayrıca yem bitkileri ekim alanının da önemli bir yer tuttuğu gözlenmektedir (Tablo 3.6).

Tablo 3.7.: Çanakkale İli'nde Bulunan Hayvancılık İşletme Sayıları (2014 Yılı)

Hayvancılık İşletmeleri	Toplam Sayı
Büyükbaş	20905
Küçükbaş	7887
Broiler	238

(Çanakkale İl Tarım Müdürlüğü verileri)

Çanakkale İli'nde hayvancılığa bağlı işletme sayılarına bakıldığında hayvancılığın önemli bir geçim kaynağı olduğu söylenebilir (Tablo 3.7). İl genelinde kurulan işletmelerde hayvancılığın genellikle et ve süt verimi yüksek kültüre alınmış cins hayvanlarla yapıldığı görülmektedir. Buna bağlı olarak il çevresinde kurulmuş süt ve süt ürünleri işleyen tesislere her gün süt taşımacılığı gerçekleştirilmektedir.

Şekil 3.4. Büyükbaş Hayvancılık İşletmesine Bir Örnek (Biga, Nisan 2015)



Yetiştirilen hayvan sayılarının ilçelere göre dağılımları incelendiğinde kümes hayvancılığının özellikle Biga ilçesinde toplandığı dikkat çekmektedir. Büyükbaş hayvancılıkta ise, Biga ve Yenice ilçeleri; küçükbaş hayvancılıkta ise Ezine, Gökçeada ve Ayvacık ilçeleri ön sıralarda yer almaktadır (Tablo 3.8) Büyükbaş hayvancılığın il genelinde yıllardır yapıldığı bilinmekle beraber, kümes hayvancılığının gelişmesinde tüketim alanlarına yakınlığın önem taşıdığını belirtmek gerekir.

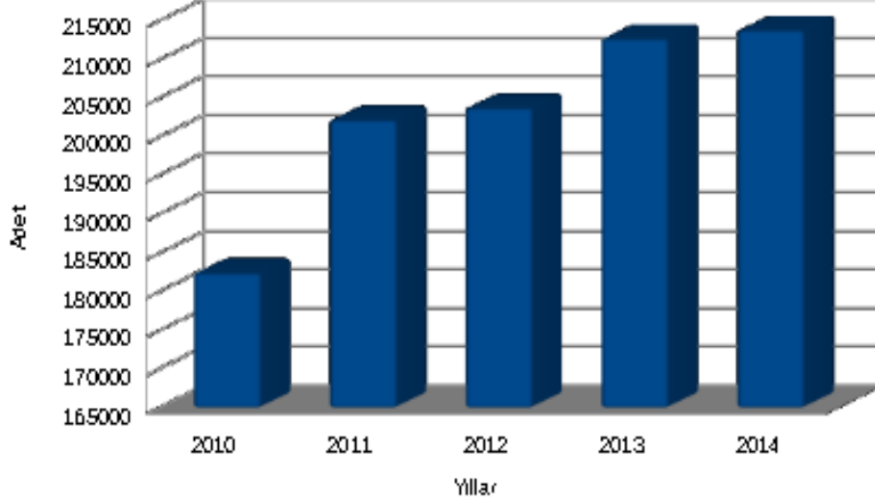
Tablo 3.8. Çanakkale İli'nde Hayvan Sayılarının İlçelere Göre Dağılımı (2014 Yılı)

İlçeler	Büyükbaş Hayvan Sayısı	Küçükbaş Hayvan Sayısı	Kümes Hayvanı Sayısı	Toplam
Merkez	10471	59126	742546	812143
Ayvacık	13439	85075	15920	114434
Bayramiç	12417	66498	38240	117155
Biga	65490	68053	3618550	3752093
Bozcaada	6	1027	330	1363
Çan	28616	47016	56450	132082
Eceabat	1076	15556	9700	26332
Ezine	11670	87497	233800	332967
Gelibolu	11812	57350	23600	92762
Gökçeada	1228	86394	3420	91042
Lapseki	12924	47061	328240	388225
Yenice	43074	40447	23150	106671
Toplam	212223	661100	5093946	5967269

(www.tuik.gov.tr, 23.08-2015)

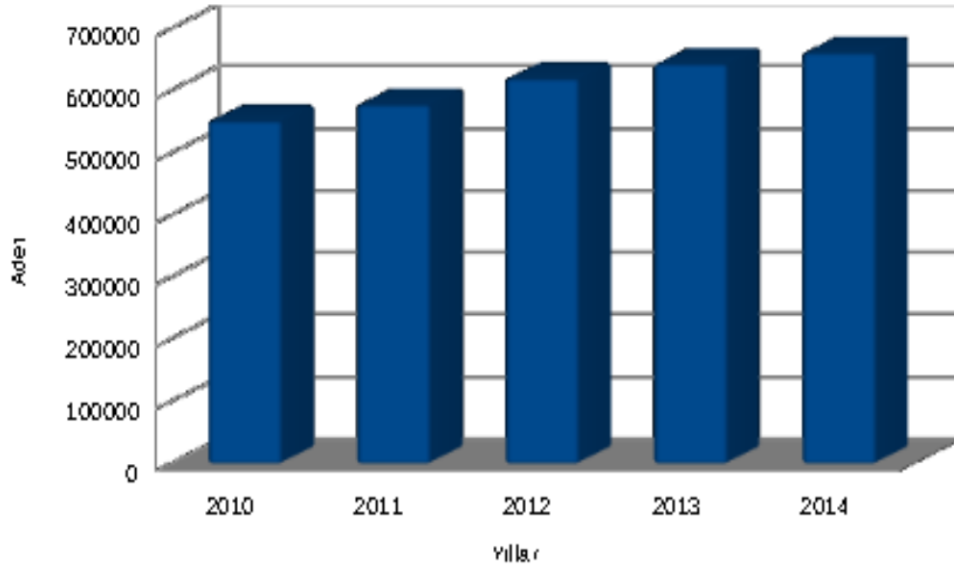
Çanakkale İli'ndeki 2010-2014 yılları arasındaki hayvan sayıları incelendiğinde yetiştirilen hayvan sayılarında küçük bir artış olduğu gözlenmektedir. Son yıllardaki et fiyatlarındaki dalgalanmalar, dışarıdan ithal hayvan alımlarının gerçekleşmesinin hayvancılık sektörüne etkileri bilinmektedir. Hayvan sayılarında bazı yıllarda görülen dalgalanmalarda yaşanan bu gelişmeleri dikkate almak gereklidir (Şekil 3.5, 3.6., 3.7.).

Şekil 3.5. Çanakkale İli'ndeki Büyükbaş Hayvan Sayısının Yıllara Göre Değişimi
(2010-2014)



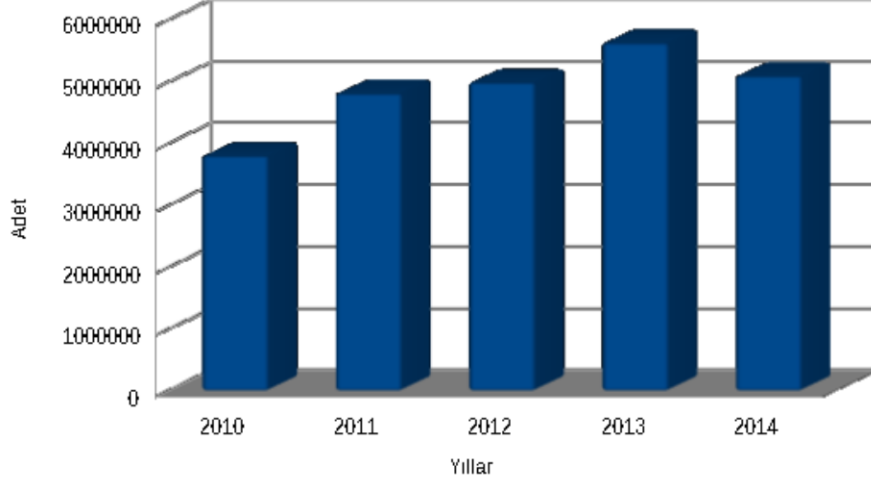
(www.tuik.gov.tr , 23.08-2015)

Şekil 3.6. Çanakkale İli'ndeki Küçükbaş Hayvan Sayısının Yıllara Göre Değişimi
(2010-2014)



(www.tuik.gov.tr, 23.08-2015)

Şekil 3.7. Çanakkale İli'ndeki Kümes Hayvanı Sayısının Yıllara Göre Değişimi (2010-2014)



(www.tuik.gov.tr, 23.08-2015)

İlde sanayinin gelişimi son yıllarda dikkat çekmektedir. İl, uzun yıllar tarıma dayalı sanayi alanında gelişme göstermiş, il genelinde üretim yapan çoğu konserve, süt ürünleri ve dericilik işletmeleri bulunmaktadır. İlde demir-çelik, mobilya, enerji alanında açılan tesisler ilde sanayinin çeşitlenmesini sağlamıştır.

Çanakkale İli'nin elektrik enerjisi üretimine bakıldığında ilde 16 aktif elektrik santrali bulunmaktadır. Bu santrallerin 9'u rüzgar, 3'ü kömür ve birer tane doğalgaz, atık ısı, jeotermal ve hidroelektrik santralinden oluşmaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu güçleri 2.119 MW olup, Türkiye'nin toplam elektrik üretiminin %5,61'ni karşılamaktadır (www.enerjiatlasi.com).

BÖLÜM IV

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA:

ÇANAKKALE İLİ'NİN HAYVANSAL ATIKLARDAN ELDE EDİLEBİLECEK BİYOGAZ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE ALANSAL DAĞILIŞININ İNCELENMESİ

Bu bölümde Çanakkale İli'nde yer alan hayvan sayılarından yararlanılarak hayvan sayılarının ilçelere dağılımı incelenmiş, hayvansal atıklarla ilgili kabullerden yararlanılarak teorik biyogaz potansiyelleri belirlenmiştir. İlçelerin biyogaz potansiyelleri harita üzerinde gösterilerek bunları dağılımları ilgili yorumlarda bulunulmuştur. Ayrıca, ilin teorik biyogübre potansiyeli de belirlenerek ilçe bazında haritalandırılmıştır. İl genelinde biyogazdan elektrik üretimi ve biyogazın evde kullanımıyla ilgili de elde edilen bulgulardan yararlanarak yorumlarda bulunulmuştur.

4.1. Çanakkale İl Genelinde Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

Biyogaz potansiyelinin belirlenmesinde öncelikle var olan hayvan sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Farklı hayvan gruplarına göre sayılar şu şekildedir:

Çanakkale İli'nde 2014 TÜİK verilerine göre, 212223'ü büyükbaş, 661100 küçükbaş ve 5093946'sı kümes hayvanı olmak üzere toplam 5967269 kayıtlı hayvan bulunmaktadır.

Hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin hesaplanmasında kullanılacak kabuller ise şu şekilde belirtilmektedir:

Hayvanlardan elde edilen gübre miktarları hayvanların cinsine göre değişiklik göstermektedir. Buna göre; (Çağlayan ve Koçer 2014; Deniz: 1987).

- 1 adet büyükbaş hayvandan 3,6 ton/yıl yaş gübre
- 1 adet küçükbaş hayvandan 0,7 ton/yıl yaş gübre
- 1 adet kümes hayvanından 0,022 ton/yıl yaş gübre

Bu değerlerden yola çıkarak;

- Bir ton sığır gübresinden 33 m³/yıl biyogaz,

- Bir ton koyun gübresinden 58 m³/yıl biyogaz,
- Bir ton kümes hayvanından 78 m³//yıl biyogaz elde edilebilir.

Büyükbaş hayvan grubu içerisinde yerli ırk sığır, kültür sığır, melez sığır ve manda sayıları hesaplamalarda kullanılmıştır. Çanakkale İli'nde toplam büyükbaş hayvan sayısı 212223'tür. 1 hayvan yılda 3,6 ton yaş gübre üretmektedir. $212223 \times 3,6 = 764002$ ton/yıl gübre elde edilir. 1 ton yaş gübreden yılda 33 m³ biyogaz elde edilebilmektedir. $764002 \times 33 \text{ m}^3 = 25212092 \text{ m}^3$ biyogaz bir yılda elde edilebilir.

Küçükbaş hayvan grubu içerisinde yerli koyun, merinos koyunu ve kıl keçisi sayıları hesaplamalarda kullanılmıştır. Çanakkale İli'nde toplam küçükbaş hayvan sayısı 661100'tür. 1 hayvan yılda 0,7 ton yaş gübre üretmektedir. $661100 \times 0,7 = 462770$ ton/yıl gübre elde edilir. 1 ton yaş küçükbaş hayvan gübresinden yılda 58 m³ biyogaz elde edilebilmektedir. $462770 \times 58 = 26840660 \text{ m}^3$ biyogaz bir yılda elde edilebilir.

Kümes hayvanları grubunda ise et tavuğu ve yumurta tavuğu hesaplamalara dahil edilmiştir. Diğer kümes hayvanları (ördek, kaz vb.) ise hesaplamalara dahil edilmemiştir. Çanakkale İli'nde toplam kümes hayvanı sayısı 5093946'tür. 1 kümes hayvanı yılda 0,022 ton yaş gübre üretiyor. $5093946 \times 0,022 = 112066,81$ ton/yıl yaş gübre elde edilir. 1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m³ biyogaz elde edilebilmektedir. $112066,81 \times 78 = 8741211,33 \text{ m}^3$ biyogaz bir yılda elde edilebilir.

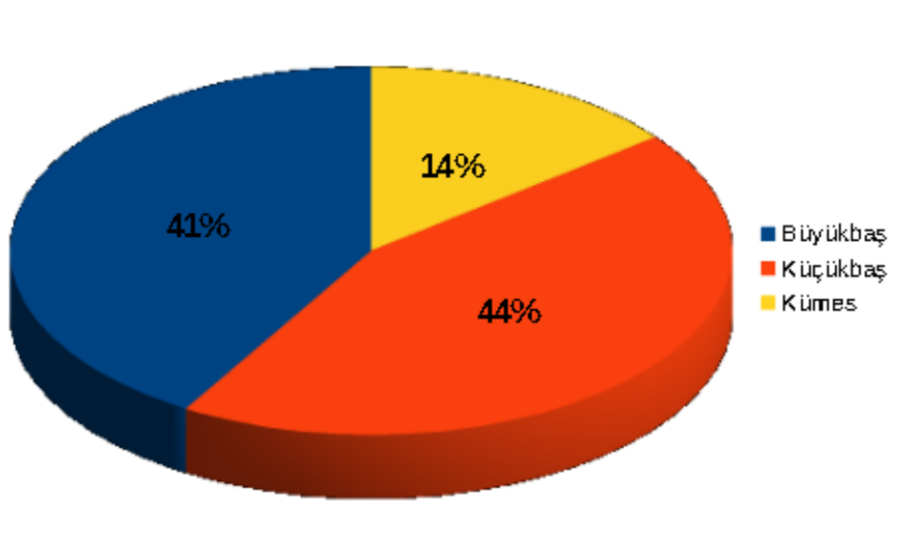
Tablo 4.1. Çanakkale İli'nde Hayvan Gruplarına Göre Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarları (2014 Yılı)

Hayvan Grupları	Hayvan Sayıları	Elde Edilebilecek Yaş Gübre Miktarları (ton/yıl)	Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarları (m ³ /yıl)
Büyükbaş Hayvan	212223	764002,8	25212092
Küçükbaş Hayvan	661100	462770	26840660
Kümes Hayvanı	5093946	112066,81	8741211
TOPLAM	5967269	1338839,61	60793963

Çanakkale İli'nde büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarından toplamda bir yılda 60793963 m³ biyogaz elde edilebilir. (Tablo 4.1.)

Hayvan gruplarına göre elde edilebilecek biyogaz potansiyeli incelendiğinde kümes hayvanı sayısı çok olmasına rağmen elde edilebilecek atık miktarı az olduğu için biyogaz potansiyeli diğer hayvancılık türlerine göre düşük çıkmaktadır (Şekil 4.1.). Ancak, kümes hayvancılığının daha çok kapalı yerlerdeki çiftlik tipi işletmelerde yapılması nedeniyle atık kaybının daha az olacağı öngörüsünde bulunulabilir. Özellikle küçükbaş hayvancılığın mera hayvancılığı şeklinde yapılması ve atıkların otlak alanlarında kontrolünün sağlanamaması bu hayvancılık türünde teorik potansiyelin yüksek çıkmasına rağmen teknik potansiyelinin azalmasına yol açacaktır. Mevsimsel etki düşünüldüğünde ise, kışın hayvanların kapalı alanlara alınmasının yaz-kış elde edilen atık farklılığına yol açacağı göz ardı edilmemelidir.

Şekil 4.1. Çanakkale İli'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyelinin Hayvan Gruplarına Göre Oransal Dağılımı (2014 Yılı)



Türkiye'de toplam büyükbaş hayvan sayısı 14244673'tür. 1 hayvan yılda 3,6 ton gübre üretmektedir. $14244673 * 3,6 = 51642802$ ton/yıl gübre elde edilir. 1 ton gübreden yılda 33 m³ biyogaz elde edilebilmektedir. $51642802 * 33 \text{ m}^3 = 1704212492 \text{ m}^3$ biyogaz bir yılda elde edilebilir.

Türkiye'de toplam küçükbaş hayvan sayısı 41485180'dır. 1 hayvan yılda 0,7 ton gübre üretmektedir. $41485180 * 0,7 = 29039626$ ton/yıl gübre elde edilir. 1 ton küçükbaş

hayvan gübresinden yılda 58 m³ biyogaz elde edilebilmektedir. 29039626 * 58= 1684298308 m³ biyogaz bir yılda elde edilebilir.

Türkiye’de 2014 yılındaki toplam kümes hayvanı sayısı 293727620’dir. 1 kümes hayvanı yılda 0,022 ton gübre üretiyor. 293727620 * 0,022= 6462007 ton/yıl gübre elde edilir. 1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m³ biyogaz elde edilebilmektedir. 6.462.007 * 78m³ = 504036595 m³ biyogaz bir yılda elde edilebilir. Toplamda büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarından 3892547395 m³ biyogaz bir yılda elde edilebilir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2.: Çanakkale İli ve Türkiye’nin Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyelinin Karşılaştırılması (2014 Yılı)

	Büyükbaş Hayvan Biyogaz Potansiyeli (m³)	Küçükbaş Hayvan Biyogaz Potansiyeli (m³)	Kümes Hayvanı Biyogaz Potansiyeli (m³)	Toplam Biyogaz Potansiyeli (m³)	%
Çanakkale	25212092	26840660	8741211	60793963	1,52
Türkiye	1704212492	1684298308	504036595	3892547395	100

4.2. İlçelere Göre Biyogaz Potansiyelinin Dağılımı

4.2.1. Merkez İlçe

Çanakkale’nin merkez ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 1978’si yerli ırk sığır, 7173’si kültür sığır, 1303’i melez sığır ve 17’si manda olmak üzere toplam 10471 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Merkez ilçede büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

10471 x 3,6= 37695,6 ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

37695,6 x 33= 1243954,8 m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Merkez ilçede TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 31352’si kıl keçisi, 27774’si yerli koyun olmak üzere toplam 59126 adet küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde

hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$59126 \times 0,7 = 41388,2$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$41388,2 \times 58 = 2400515,6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Merkez ilçede TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 20546'sı yumurta tavuğu, 722000'i et tavuğu olmak üzere toplam 742546 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$742546 \times 0,022 = 16336$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$16336 \times 78 = 1274208,93 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.3. Merkez İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Merkez İlçe	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli(Ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli ($\text{m}^3/\text{yıl}$)
Büyükbaş	10471	37695,6	1243954,8
Küçükbaş	59126	41388,2	2400515,6
Kümes	742546	16336,01	1274208,93
TOPLAM	812143	95419,81	4918679,23

Çanakkale Merkez ilçede bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir: $1243954,8 + 2400515,6 + 1274208,93 = 4918679,23 \text{ m}^3$ (Tablo 4.3)

4.2.2. Ayvacık

Çanakkale'nin Ayvacık ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 6135si yerli ırk, 4967'si kültür ve 2337'i melez olmak üzere toplam 13439 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Ayvacık ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$13439 \times 3,6 = 48380,4$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$48340,4 \times 33 = 1596553,2 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Ayvacık ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 24707'si kıl keçisi, 60368'i yerli koyun olmak üzere toplam 85075 adet küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$85075 \times 0,7 = 59552,5$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$59552,5 \times 58 = 3454045 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Ayvacık ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, toplam 15920 kümes hayvanı (et tavuğu) bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$15920 \times 0,022 = 350,24$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$322,96 \times 78 = 27318,72 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.4. Ayvacık İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Ayvacık	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli ($\text{m}^3/\text{yıl}$)
Büyükbaş	13439	48380,4	1596553,2
Küçükbaş	85075	59552,5	3454045
Kümes	15920	350,24	27318,72
TOPLAM	114434	108283,14	5077916,92

Ayvacık ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $1596553,2 + 3454045 + 27318,72 = 5077916,92 \text{ m}^3$ (Tablo 4.4)

4.2.3. Bayramiç

Çanakkale'nin Bayramiç ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 10.779'u kültür ve 1638'i melez olmak üzere toplam 12417 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Bayramiç ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$12417 \times 3,6 = 44701,2$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$44701,2 \times 33 = 1475139,6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Bayramiç ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 28617'si kıl keçisi, 37881'i yerli koyun olmak üzere toplam 66498 adet küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$66498 \times 0,7 = 46548,6$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$46548,6 \times 58 = 2699818,8 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Bayramiç ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 13040'ı yumurta tavuğu, 25200'i et tavuğu olmak üzere toplam 38240 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$38240 \times 0,022 = 841,28$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$841,28 \times 78 = 65619,84 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Bayramiç ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $1475139,6 + 2699818,8 + 65619,84 = 4240578,24 \text{ m}^3$ (Tablo 4.5)

Tablo 4.5. Bayramiç İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Bayramiç	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli (m ³ /yıl)
Büyükbaş	12417	44701,2	1475139,6
Küçükbaş	66498	46548,6	2699818,8
Kümes	38240	841,28	65619,84
TOPLAM	117155	92091,08	4240578,24

4.2.4. Biga

Çanakkale'nin Biga ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 456'i yerli ırk sığır, 64571'i kültür sığır ve 463'ü manda olmak üzere toplam 65490 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Biga ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$65490 \times 3,6 = 235764$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$234097,2 \times 33 = 7780212$ m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Biga ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 19074'ü kıl keçisi, 48016'si yerli ve 963'ü merinos koyunu olmak üzere toplam adet 68053 küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$68053 \times 0,7 = 47637,1$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$47637,1 \times 58 = 2762951,8$ m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Biga ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 67880'ı yumurta tavuğu, 3550670'i et tavuğu olmak üzere toplam 3618550 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;
 $3618550 \times 0,022 = 79608,1$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,
 1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,
 $79608,1 \times 78 = 6209431,8 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.6. Biga İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Biga	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli ($\text{m}^3/\text{yıl}$)
Büyükbaş	65490	235764	7780212
Küçükbaş	68053	47637,1	2762951,8
Kümes	3618550	79608,1	6209431,8
TOPLAM	3752093	363009,2	16752595,6

Biga ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $7780212 + 2762951,8 + 6209431,8 = 16752595,6 \text{ m}^3$ (Tablo 4.6)

4.2.5. Bozcaada

Çanakkale'nin Bozcaada ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 6'sı yerli ırk olmak üzere toplam 6 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Bozcaada ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$6 \times 3,6 = 21,6$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$21,6 \times 33 = 712,8 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Bozcaada ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 396'ü kıl keçisi, 631'si yerli ırk koyun olmak üzere toplam adet 1027 küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$1027 \times 0,7 = 718,9$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle, 718,9x 58= 41696,2 m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Bozcaada ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 330'ı yumurta tavuğu olmak üzere toplam 330 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

330 x 0,022= 7,26 ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

7,26 x 78= 566,28 m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.7. Bozcaada İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Bozcaada	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli (m ³ /yıl)
Büyükbaş	6	21,6	712,8
Küçükbaş	1027	718,9	41696,2
Kümes	330	7,26	566,28
TOPLAM	1363	747,76	42975,28

Bozcaada ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir: 712,8 + 41696,2 + 566,28 = 42975,28 m³ (Tablo 4.7)

4.2.6.Çan

Çanakkale'nin Çan ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 28616'ü kültür ırk olmak üzere toplam 28616 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Çan ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

28616 x 3,6= 103017,6 ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

103017,6 x 33= 3399580,8 m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Çan ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 15116'sü kıl keçisi, 31900'si yerli ırk koyun olmak üzere toplam adet 47016 küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$47016 \times 0,7 = 32911,2$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$32911,2 \times 58 = 1908849,6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Çan ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 26450'ı yumurta tavuğu, 30000'ü et tavuğu olmak üzere toplam 56450 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$56450 \times 0,022 = 1241,9$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$1241,9 \times 78 = 96868,2 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.8. Çan İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Çan	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli ($\text{m}^3/\text{yıl}$)
Büyükbaş	28616	103017,6	3399580,8
Küçükbaş	47016	32911,2	1908849,6
Kümes	56450	1241,9	96868,2
TOPLAM	132082	137169	5405298,6

Çan ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $3399580,8 + 1908849,6 + 96868,2 = 5405298,6 \text{ m}^3$ (Tablo 4.8)

4.2.7. Ecaabat

Çanakkale'nin Eceabat ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 1044'ü kültür ırk, 32'si melez ırk olmak üzere toplam 1076 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Eceabat ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$1076 \times 3,6 = 3873,6$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$3873,6 \times 33 = 127828,8 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Eceabat ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 7444'ü kıl keçisi, 4675'u yerli ırk koyun, 3447 merinos olmak üzere toplam adet 15556 küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$15556 \times 0,7 = 10889,2$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$10889,2 \times 58 = 631573,6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Eceabat ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 9700'ü yumurta tavuğu olmak üzere toplam 9700 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$9700 \times 0,022 = 213,4$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$213,4 \times 78 = 16645,2 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.9. Eceabat İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Eceabat	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli ($\text{m}^3/\text{yıl}$)
Büyükbaş	1076	3873,6	127828,8
Küçükbaş	15556	10889,2	631573,6
Kümes	9700	213,4	16645,2
TOPLAM	26332	14975	776047,6

Eceabat ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $127828,8 + 631979,6 + 16645,2 = 776453,6 \text{ m}^3$ (Tablo 4.9)

4.2.8. Ezine

Çanakkale'nin Ezine ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 306'ü yerli ırk, 1955'si melez, 9409 kültür ırk olmak üzere toplam 11670 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Ezine ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$11670 \times 3,6 = 42012 \text{ ton/yıl}$ gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$42012 \times 33 = 1386396 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Ezine ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 19131'i kıl keçisi, 68366'sı yerli ırk koyun olmak üzere toplam adet 87497 küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$87497 \times 0,7 = 61247 \text{ ton/yıl}$ gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$61247 \times 58 = 3552378,2 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Ezine ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 13800'ü yumurta tavuğu olmak, 220000 üzere toplam 233800 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$233800 \times 0,022 = 5143,6 \text{ ton/yıl}$ gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$5143,6 \times 78 = 401200,8 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Ezine ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $1386396 + 3552378,2 + 401200,8 = 5339975 \text{ m}^3$ (Tablo 4.10)

Tablo 4.10. Ezine İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Ezine	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli (m³/yıl)
Büyükbaş	11670	42012	1386396
Küçükbaş	87497	61247,9	3552378,2
Kümes	233800	5143,6	401200,8
TOPLAM	332967	108403,5	5339975

4.2.9. Gelibolu

Çanakkale'nin Gelibolu ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 285'ü yerli ırk, 2652'si melez, 8875 kültür ırk olmak üzere toplam 11812 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Gelibolu ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$11812 \times 3,6 = 42523,2$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$42523,2 \times 33 = 1403265,6$ m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Gelibolu ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 28408'ü kıl keçisi, 25165'i yerli ırk koyun, 3377 merinos ırkı olmak üzere toplam adet 57350 küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$57350 \times 0,7 = 40145$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$40145 \times 58 = 2328410$ m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Gelibolu ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 23600'sı yumurta tavuğu olmak üzere toplam 23600 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde

hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;
 $23600 \times 0,022 = 519,2$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,
 1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,
 $519,2 \times 78 = 40497,6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.11. Gelibolu İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Gelibolu	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli ($\text{m}^3/\text{yıl}$)
Büyükbaş	11812	42523,2	1403265,6
Küçükbaş	57350	40145	2328410
Kümes	23600	519,2	40497,6
TOPLAM	92762	83187,4	3772173,2

Gelibolu ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $1403265,6 + 2328410 + 40497,6 = 3772173,2 \text{ m}^3$ (Tablo 4.11)

4.2.10. Gökçeada

Çanakkale'nin Gökçeada ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 195'i yerli ırk, 1033 kültür ırk olmak üzere toplam 1228 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Gökçeada ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;
 $1228 \times 3,6 = 4420$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,
 1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,
 $4420 \times 33 = 145886 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Gökçeada ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 22979'ü kıl keçisi, 63415'i yerli ırk koyun olmak üzere toplam adet 86394 küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$86394 \times 0,7 = 60475,8$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$60475,8 \times 58 = 3507596,4 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Gökçeada ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 3420 yumurta tavuğu bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda $0,022$ ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$3420 \times 0,022 = 75,24$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$75,24 \times 78 = 5868,72 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.12. Gökçeada İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Gökçeada	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli ($\text{m}^3/\text{yıl}$)
Büyükbaş	1228	4420,8	145886,4
Küçükbaş	86394	60475,8	3507596,4
Kümes	3420	75,24	5868,72
TOPLAM	91042	64971,84	3659351,52

Gökçeada ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $145886,4 + 3507596,4 + 5868,72 = 3659351,52 \text{ m}^3$ (Tablo 4.12)

4.2.11. Lapseki

Çanakkale'nin Lapseki ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 757'i yerli ırk, 2188'si melez, 9979 kültür ırk olmak üzere toplam 12924 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Lapseki ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda $3,6$ ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$12924 \times 3,6 = 46526,4$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,
46526,4 x 33= 1535371 m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Lapseki ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 23706'sı kıl keçisi, 23355'i yerli ırk koyun olmak üzere toplam adet 47061 küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

47061 x 0,7= 32942,7 ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

32942,7 x 58= 1910676,6 m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Lapseki ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 21740 yumurta tavuğu, 306500 et tavuğu toplam 328240 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

328240 x 0,022= 7221,28 ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m³ biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

7221,28 x 78= 563259,84 m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir.

Tablo 4.13. Lapseki İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Lapseki	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli (m ³ /yıl)
Büyükbaş	12924	46526,4	1535371,2
Küçükbaş	47061	32942,7	1910676,6
Kümes	328240	7221,28	563259,84
TOPLAM	388225	86690,38	4009307,64

Lapseki ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
1535371+ 1910676,6 + 563259,84 = 4009307,64 m³ (Tablo 4.13)

4.2.12. Yenice

Çanakkale'nin Yenice ilçesinde, TÜİK 2014 yılı verilerine göre 2874i yerli ırk, 7632'si melez, 32568 kültür ırk olmak üzere toplam 43074 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

Yenice ilçesinde büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$43074 \times 3,6 = 155.066,4$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$155066,4 \times 33 = 5117191,2 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Yenice ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 11104'ü kıl keçisi, 29092'si yerli ırk ve 251'i merinos ırkı koyun olmak üzere toplam 40447 adet küçükbaş hayvan bulunmaktadır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir küçükbaş hayvandan yılda 0,7 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$40447 \times 0,7 = 28312,9$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$28312,9 \times 58 = 1642148,2 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Yenice ilçesinde TÜİK 2014 yılı verilerine göre, 23150 yumurta tavuğu, toplam 23150 kümes hayvanı bulunmaktadır.

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanabilmektedir.

Bir kümes hayvanından yılda 0,022 ton gübre elde edilebileceği kabulüyle;

$23150 \times 0,022 = 509,3$ ton/yıl gübre elde edilebilirken,

1 ton kümes hayvanı gübresinden 78 m^3 biyogaz elde edilebileceği kabulüyle,

$509,3 \times 78 = 39725,4 \text{ m}^3/\text{yıl}$ biyogaz elde edilebilmektedir.

Yenice ilçesinde bir yılda elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı şu şekildedir:
 $5117191,2 + 1642148,2 + 39725,4 = 6799064,8 \text{ m}^3$ (Tablo 4.14)

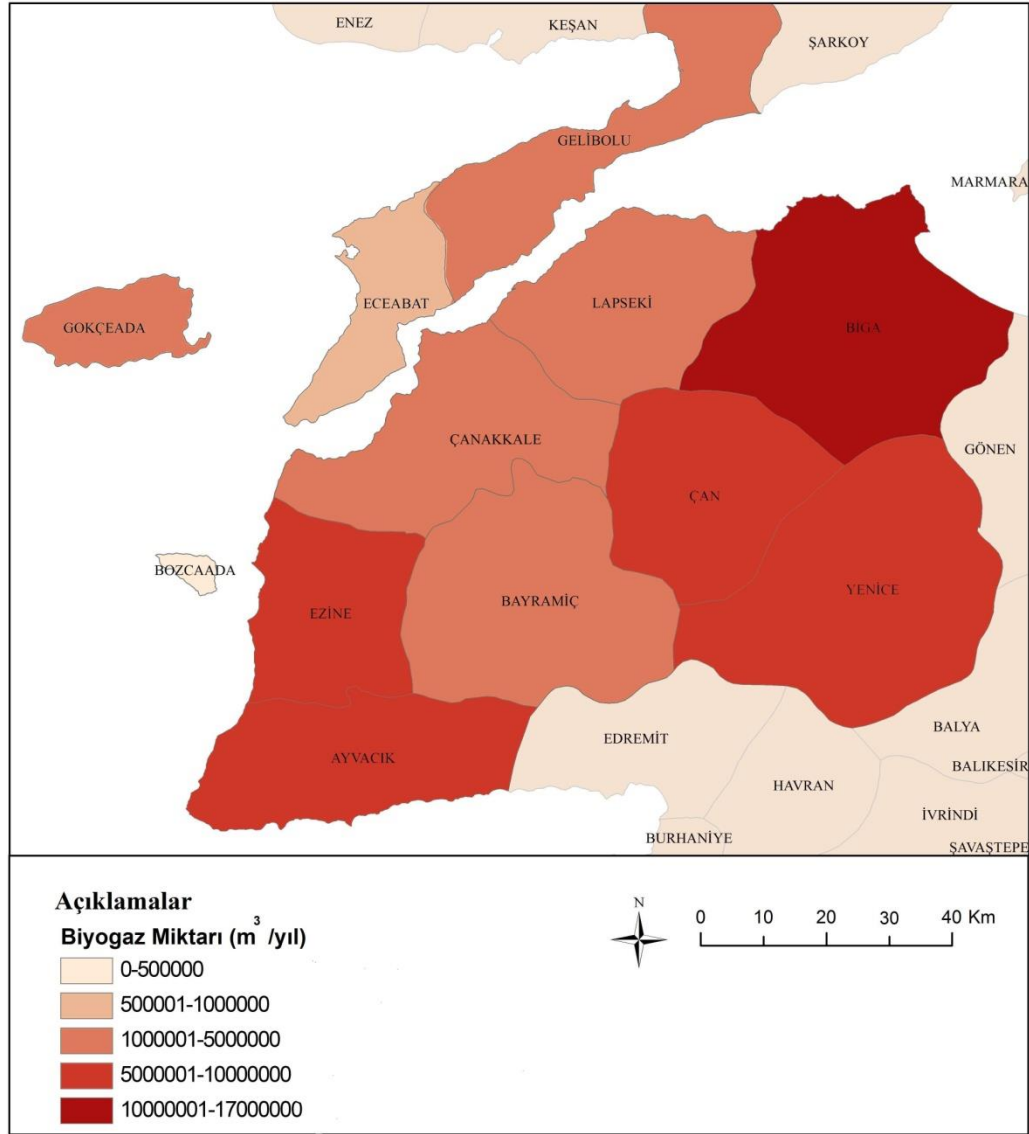
Tablo 4.14. Yenice İlçesi'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Gübre ve Biyogaz Potansiyelleri (2014 Yılı)

Yenice	Hayvan Sayısı	Teorik Gübre Potansiyeli (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Potansiyeli (m³/yıl)
Büyükbaş	43074	155066,4	5117191,2
Küçükbaş	40447	28312,9	1642148,2
Kümes	23150	509,3	39725,4
TOPLAM	106671	183887	6799064,8

Tablo 4.15. Çanakkale İli'nde Toplam Hayvan Sayıları, Teorik Gübre ve Biyogaz Miktarları

İlçeler	Toplam Hayvan Sayıları	Teorik Gübre Miktarları (ton/yıl)	Teorik Biyogaz Miktarları (m³/yıl)
Ayvacık	114434	108283,14	5077916,92
Bayramiç	117155	92091,08	4240578,24
Biga	3752093	363009,2	16752595,6
Bozcaada	1363	747,76	42975,28
Çan	132082	137170,7	5405298,6
Eceabat	26332	14976,2	776047,6
Ezine	332967	108403,5	5339975
Gelibolu	92762	83187,4	3772173,2
Gökçeada	91042	64971,84	3659351,52
Lapseki	388225	86690,38	4009307,64
Merkez	812143	95419,81	4918679,33
Yenice	106671	183888,6	6799064,8
Toplam	5967269	1338839,61	60793963,73

Şekil 4.2. Çanakkale İli'nde Teorik Biyogaz Potansiyelinin İlçelere Göre Dağılımı (2014 Yılı)



Biyogaz potansiyelinin alansal dağılışı incelendiğinde biyogaz potansiyelinin daha çok ilin doğusunda yoğunlaştığı gözlenmektedir. Biga, Çan ve Yenice ilçeleri potansiyelin yoğunlaştığı bölge olarak dikkat çekmektedir. (Şekil 4.2) Biga ilçesi, biyogaz potansiyelinin en fazla olduğu ilçedir. Bu ilçeden teorik olarak yılda 16752595 m³ biyogaz elde edilebilir. Potansiyelin bu ilçede yüksek olmasında öncelikle hayvan varlığının çok olması ana etkindir. Biga ilçesinin, özellikle Bandırma, Erdek ve Gönen gibi kümes hayvancılığının yoğun olarak yapıldığı bir bölgeye yakın olması kümes hayvancılığının bu ilçede artmasında etken olduğu düşünülebilir. Kümes hayvancılığında pazara yakınlık gibi bir etkenin varlığı göz ardı edilmemelidir. Biga ilçesinde, büyükbaş hayvancılığın eski

dönemlerden beri yapıldığı da bilinmektedir. Ayrıca ilçe yüzölçümünün geniş olmasının ve kırsal nüfusun fazla olmasının da hayvan varlığı üzerindeki etkisi düşünülebilir.

İlin adalarda ve Gelibolu Yarımadası'nda kalan ilçelerinde ise biyogaz potansiyeli düşüktür. Bozcaada, Eceabat ve Gökçeada biyogaz potansiyelinin en düşük olduğu ilçelerdir. Bu ilçelerde biyogaz potansiyelinin düşük olmasında öncelikli etken hayvan varlığının az olmasıdır. Ayrıca bu ilçelerin yüzölçümlerinin küçük olması bunun nedenlerinden biri olarak düşünülebilir. Bu üç ilçede toplam nüfus ve kırsal nüfus oranının da düşük olması şüphesiz hayvancılıkla uğraşanların sayısının ve hayvan varlığının az olmasına neden olmuştur.

4.3. Biyogübre Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi

Biyogübre üretiminde hayvansal atıkların içerdiği katı madde oranları önemlidir. Katı madde oranları ise hayvan gruplarına göre farklılıklar göstermektedir. Katı madde oranlarının; sığır gübresinde %15-20, tavuk gübresinde %30, koyun gübresinde ise, %40 civarında olduğu belirtilmektedir (Bilgin 2003. Akt. Koçer ve Ark. 2006). Hesaplamalarda büyükbaş hayvan gübresinin ortalama değer ile %17,5 katı madde içerdiği kabul edilecektir.

Paketlenebilir pellet haline getirilmiş biyogübre ortalama % 12 nem içermesi gerektiği belirtilmektedir (Gümüşçü ve Uyanık 2010: 63).

Biyogübre üretim miktarları şu şekilde hesaplanabilmektedir. Büyükbaş hayvanlar için bir yılda 3,6 ton yaş gübre üretildiği ve bunun ortalama %17,5 katı maddeye sahip olduğu kabulüyle bir büyükbaş hayvandan yılda 0,63 ton katı madde içeriği elde edilir. Biyogübrenin % 12 nem içeriği olması gerektiğinden bir büyükbaş hayvandan yılda 0,7056 ton biyogübre elde edilir.

Küçükbaş hayvanlar için; bir yılda hayvan başına 0,7 ton yaş gübre elde edildiği ve bunun % 40 katı madde içerdiği kabulüyle yılda 0,28 ton katı madde içeriği elde edilir. Biyogübrenin %12 nem içeriği olması gerektiğinden bir küçükbaş hayvandan yılda 0,3136 ton biyogübre elde edilir.

Kümes hayvanları için, bir yılda hayvan başına 0,022 ton yaş gübre elde edildiği ve bunun %30 katı madde içerdiği kabulüyle yılda 0,0066 ton katı madde içeriği elde edilir. Biyogübrenin %12 nem içeriği olması gerektiğinden bir kümes hayvanından yılda

0,007392 ton biyogübre elde edilir.

Tablo 4.16. Çanakkale İli'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Biyogübre Potansiyelinin Hayvan Gruplarına Göre Dağılımı (2014 Yılı)

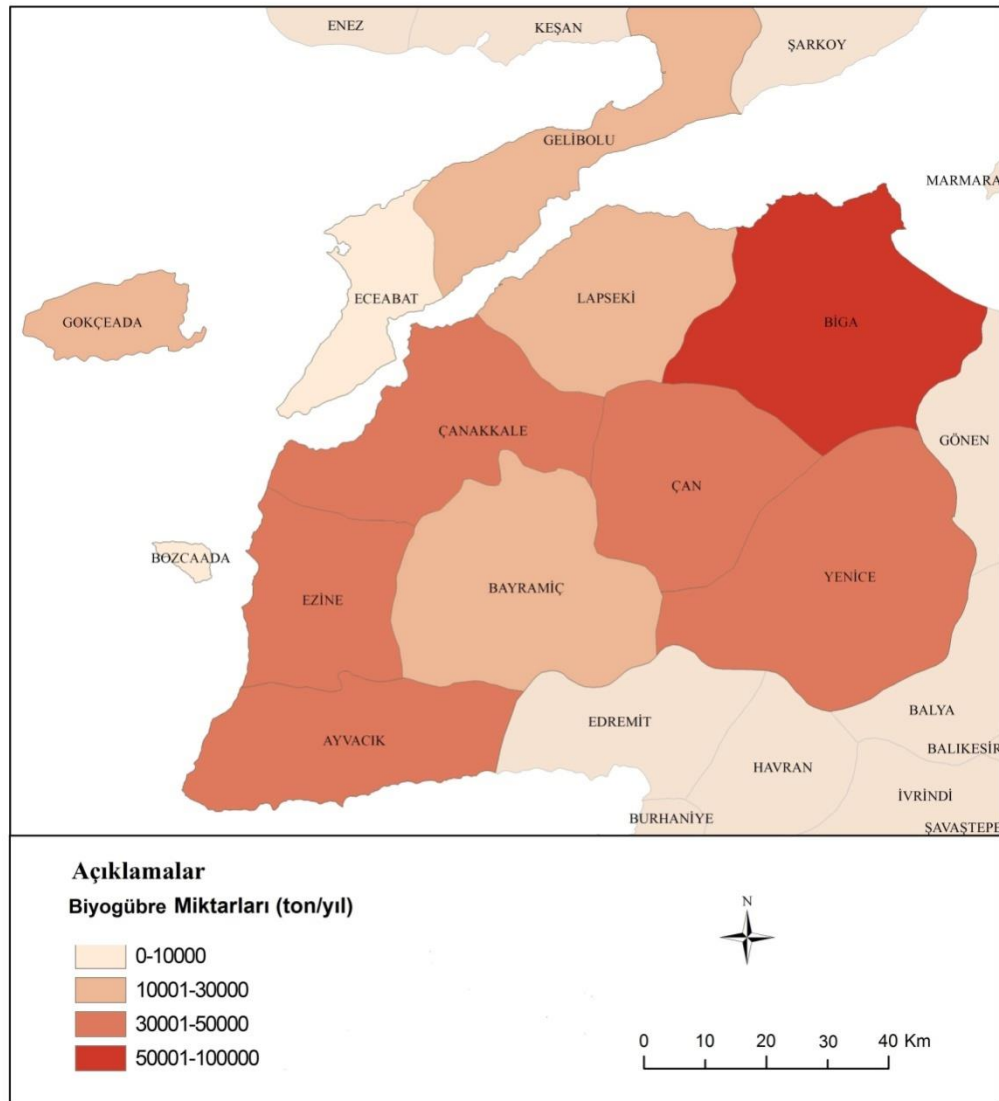
İlçeler	Biyogübre (ton/yıl)			
	<i>Büyükbaş</i>	<i>Küçükbaş</i>	<i>Kümes</i>	<i>Toplam</i>
Merkez	7388,33	18541,91	5488,90	31419,14
Ayvacık	9482,55	26679,52	117,68	36279,75
Bayramiç	8761,43	20853,77	282,67	29897,87
Biga	46209,74	21341,42	26748,32	94299,48
Bozcaada	4,23	322,06	2,43	328,72
Çan	20191,44	14744,21	417,27	35352,92
Eceabat	759,22	4878,36	71,70	5709,28
Ezine	8234,35	27439,05	1728,24	37401,64
Gelibolu	8334,54	17984,96	174,45	26493,95
Gökçeada	866,47	27093,15	25,28	27984,9
Lapseki	9119,17	14758,32	2426,35	26303,84
Yenice	30393,01	12684,17	171,12	43248,3
TOPLAM	149744,48	207320,9	37654,41	394719,79

Biyogübre potansiyelinin hayvancılık gruplarına göre dağılımına bakıldığında teorik potansiyelin en çok küçükbaş hayvancılıkta olduğu söylenebilir (Tablo 4.16). Ancak küçükbaş hayvancılığın daha çok mera alanlarına bağlı olarak yapılması atık temini konusunda soru işaretleri oluşturmaktadır

Biyogübre potansiyelinin ilçelere göre dağılımı incelendiğinde potansiyeli daha çok ilin doğusunda yoğunlaştığı görülmektedir. Biga ilçesi biyogübre potansiyelinin en çok olduğu ilçedir. Bu ilçede teorik olarak yılda 94299 ton biyogübre üretebilecek potansiyel bulunmaktadır (Şekil 4.3).

Çanakkale İl Tarım Müdürlüğü verilerine göre Çanakkale İli'nde 2014 yılında toplam 57154 ton yapay gübre tüketimi gerçekleşmiştir. Çanakkale İli'nde kurulacak biyogaz tesislerinden elde edilecek toplam gübre miktarı ise teorik olarak 394719 ton/yıl'dır. Dolayısıyla kurulacak tesislerden elde edilecek biyogübre fazlasıyla gübre ihtiyacını karşılayacak potansiyele sahiptir.

Şekil 4.3. Çanakkale İli'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Teorik Biyogübre Potansiyelinin İlçelere Göre Dağılımı (2014 Yılı)



4.4. Biyogazdan Elektrik Üretimi Potansiyelinin Belirlenmesi

Biyogazın kojenerasyon ünitelerindeki gaz motorlarında yakılmasıyla ısı ve elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Gaz motorunda üretilen her 1 kW elektrik için, %60 metan içerikli 0,387 m³ biyogaz tüketilmektedir (Abuşoğlu ve ark. 2013: 15). Yani 1m³ biyogazdan 2,58 kw elektrik üretilebilmektedir.

Çanakkale İli'ndeki hayvansal atıkların yılda 60793963 m³ biyogaz potansiyeli düşünüldüğünde bu atıklardan yılda 60793963 X 2,58= 156848426,42 kw/yıl elektrik elde edilebilir.

Çanakkale İli'nin 2012 yılındaki toplam elektrik tüketimi ise 4228237000 kw olarak belirtilmektedir (TÜİK, 2014: 122).

Tablo 4.17. Çanakkale İli'nde Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Elektrik Enerjisinin İlçelere Göre Dağılımı (2014 Yılı)

İlçeler	Elektrik (kW/yıl)
Merkez	12690192,67
Ayvacık	13101025,65
Bayramiç	10940691,85
Biga	43221696,64
Bozcaada	110876,22
Çan	13945670,38
Eceabat	2002202,80
Ezine	13777135,5
Gelibolu	9732206,85
Gökçeada	9441126,92
Lapseki	10344013,71
Yenice	17541587,18
TOPLAM	156848426,42

İlçelere göre biyogazdan elde edilebilecek elektrik potansiyeli değerlendirildiğinde, potansiyelin en çok olduğu ilçe Biga'dır. Bu ilçeden üretilebilecek elektrik ilin toplam üretiminin % 27,5'ni oluşturmaktadır. Potansiyelin en düşük olduğu ilçe ise Bozcaada'dır (Tablo 4.17).

4.5. Biyogazın Evde Kullanım Potansiyeli

Biyogaz, evlerde mutfak ve ısınma ihtiyaçları için kullanılabilir. Isınma sistemlerinde yapılabilecek ufak değişimlerle biyogazın bu sistemlerde kullanılması mümkün olduğu bilinmektedir.

Beş-altı kişilik bir ailenin üç öğün yemek pişirmesi için ortalama günde 1m³ metan gazı yeterli olmaktadır. (Doğru 2010: 118) Buradan hareketle 1m³ biyogazın ortalama %

65 metan içerdiği kabulüyle 1,53 m³ biyogaz bir ailenin üç öğün yemek pişirme ihtiyacını karşılayabilir. Bir ailenin yıllık ihtiyacı ise yaklaşık 558 m³'tür. Yapılan hesaplamalardan elde edilen veriler doğrultusunda Çanakkale'nin yıllık teorik biyogaz potansiyeli ise 60793963 m³'tür. Dolayısıyla yaklaşık 108949 ailenin ihtiyacının buradan karşılanması mümkün olabilecektir.

Özellikle kırsal alanlarda konutlarda, mutfak ihtiyaçları için tüp gazı ve ısınma için ise soba kullanımının yaygın olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla kırsal alanlara kurulacak biyogaz tesislerinden elde edilebilecek biyogaz sayesinde bu konutların ısınma ve tüp gazı ihtiyaçlarının karşılanması da mümkün olabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşanan iklim değışiklikleri ve artan çevresel kaygılar ülkeleri temiz, güvenilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönlendirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik artan teknolojik gelişmeler, bu enerji kaynaklarını daha da cazip hale getirmektedir. Enerji temini ve güvenliği konusu ise ülkeleri bir yandan enerji çeşitliliğini arttırmaya yöneltmektedir.

Türkiye, enerjide büyük oranda dışa bağımlı ülkelerden biri olması sebebiyle enerjide çeşitliliğe gitmeye çalışmakta, bir yandan da uluslar arası sözleşmelerle üzerine düşen sorumlulukları yerine getirmeye çalışmaktadır. Dünya'daki gelişmelerle paralel olarak Türkiye'de yenilebilir enerji kaynaklarına olan bakış açısı değışmekle beraber, bu alanda yapılan yatırımlar yetersizdir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyogaz birçok alandaki üstünlükleri nedeniyle dikkat çeken bir enerji kaynağıdır.

Çanakkale İli, tarım ve hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı illerimizden biri olması nedeniyle biyogaz yatırımlarının cazip olacağı illerimizden biridir. Çanakkale İli'nin hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli ve bu potansiyelin alansal dağılışını incelemeyi amaçlayan bu çalışma sonucunda elde edilen verilerden yararlanılarak yapılan hesaplamalara göre, ilde bu atıklardan elde edilebilecek teorik biyogaz potansiyeli 60793963 m³/yıl'dır. Yine bu potansiyele bağılı olarak elde edilebilecek teorik elektrik potansiyeli 156848426 kw/yıl'dır. İl genelinde hayvansal atıklarından elde edilebilecek biyogübre miktarı ise 394719 ton/yıl'dır.

Biyogaz potansiyelinin il içerisindeki dağılımını incelendiğinde, potansiyelin daha çok ilin doğusuna bulunan Biga, Çan ve Yenice ilçelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu ilçelerin hayvansal atıklardan elde edilebilecek toplam biyogaz potansiyeli 28956959 m³/yıl'dır. Bu da ilin toplam potansiyelinin yaklaşık yarısının (% 47,63) bu ilçelerde toplandığını göstermektedir. Bu ilçelerin yüzölçümlerinin geniş olması, kırsal nüfus oranının ve kırsal yerleşmelerin fazla olmasının bunda etkili olduğu düşünülebilir. Bu ilçeler içerisinde Biga ilçesi, potansiyelin en fazla olduğu ilçe olarak dikkat çekmektedir.

Biga ilçesinde hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli 16752595 m³/yıl'dır. Bu da ilin toplam potansiyelinin % 27,5'nin bu ilçede toplandığını göstermektedir.

Biyogaz potansiyelinin düşük olduğu ilçeler ise Bozcaada ve Eceabat'tır. Bu iki ilçeden yılda toplamda sadece 819428 m³ biyogaz elde edilebilecektir. Bu iki ilçe yüzölçümlerinin ve yetiştirilen hayvan sayılarının az olmasının bunda etkili olduğu düşünülebilir.

Biyogaz potansiyelinin hayvan gruplarına göre dağılımı irdelendiğinde, büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogazın teorik potansiyeli yüksek çıkmasına rağmen bu hayvancılık türlerinde mera hayvancılığı sebebiyle hayvanların özellikle yazın otlaklarda otlatılmasının atık miktarlarındaki kayıplara yol açabileceği göz ardı edilmemelidir. Kümes hayvancılığında ise, genellikle çiftlik tarzı işletmelerin yaygın olması nedeniyle atık kaybının az olması, teknik potansiyelin diğer hayvancılık gruplarına göre fazla olması durumunu ortaya çıkarabilmektedir.

Çanakkale İli'nde 2014 yılında toplam 57154 ton yapay gübre tüketimi gerçekleşmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen veriler doğrultusunda hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogübre potansiyeli değerlendirildiğinde, Çanakkale ilinden yılda 394719 ton biyogübre elde edilebilecektir. Dolayısıyla elde edilebilecek biyogübre ilin yapay gübre ihtiyacını fazlasıyla karşılayabilecektir. Biyogaz potansiyeliyle paralel olarak biyogübre potansiyelinin de yine ilin doğusunda yüksek olduğu görülmektedir. Biga, Çan ve Yenice ilçelerinden yılda elde edilebilecek biyogübre potansiyeli 173080 ton/yıl'dır.

Biyogaz tesislerinde farklı türdeki atıkların bir arada kullanımını da mümkündür. Çanakkale İli'nde tarımsal potansiyelin yüksek olması ve orman arazilerinin yaygın olması nedeniyle kurulabilecek biyogaz tesislerinde, hayvansal atıklar dışında tarımsal atıklar ve orman atıklarının da değerlendirilebileceği göz ardı edilmemelidir. Ayrıca mezbaha atıkları ve evsel atıklardan da yararlanılması mümkündür. Dolayısıyla bu atıklarla ilgili kapsamlı çalışmaların da yapılması faydalı olacaktır.

Atıkların temininde önemli maliyetlerden biri olan ulaşım faktörünün daha detaylı ele alınarak incelenmesi ileriki çalışmalar açısından önerilebilir. Burada özellikle hayvancılık işletmelerinin koordinatlarının belirlenerek bu işletmelerinin yoğunlaştığı

bölgeler saptanabilir, buradaki topografya özellikleri de dikkate alınarak biyogaz tesislerinin büyüklükleri ve kurulum yerleri ile ilgili önerilerde bulunulabilir. Kısacası biyogazın hammaddesi olan tüm kaynakların ve üretimi etkileyen iklimsel, topografik ve ulaşım şartlarını içeren bir CBS uygulaması ile daha sağlıklı değerlendirilmesi mümkün olabilecektir. Sonraki çalışmalar da bu eksikliğin giderilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, Çanakkale İli hayvancılık potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda ilde hayvansal atıklara dayalı biyogaz tesisinin bulunmaması önemli bir eksikliklerdir. Kurulabilecek biyogaz tesisleri sayesinde hayvansal atıklar daha kontrollü bir şekilde bertaraf edilirken, bir yandan bu atıklardan biyogübre elde edilerek tarım arazilerinin ihtiyaç duyduğu gübre fazlasıyla elde edilebilecektir. Ayrıca, elde edilen biyogazın kojenerasyon ünitelerinde yakılmasıyla elektrik ve ısı enerjisi elde edilerek ilin elektrik üretimine katkı sağlanabilecektir. Hayvansal atıkların, biyodizel üretiminde kullanılması ile çiftçinin ihtiyaç duyduğu motorinde bu tesislerden karşılanabilir. Kırsal kalkınma anlamında biyogaz önemli katkılar sağlayabilir. Kurulan tesislerin karbon piyasasından alacakları destekler yanında, biyogazın temiz bir enerji kaynağı olması nedeniyle çevresel anlamdaki katkısı da oldukça önemlidir.

KAYNAKÇA

- Abuşoğlu, Ayşegül; Sinan Demir; Mehmet Kanoğlu. “Biyogaz Beslemeli Gaz Motorlu Bir Kojenerasyon Sisteminin Termoekonomik Analizi”, *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, Cilt: 33, Sayı: 2, 2013, 9-21
- Acaroğlu, Mustafa. *Alternatif Enerji Kaynakları*, Atlas Yayın Dağıtım, Ankara 2003.
- Acaroğlu, Mustafa. Türkiye’de Biyokütle ve Biyomotorin Kaynakları ve Biyoyakıt Enerjisinin Geleceği, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 17-19 Aralık 2008, 351-362, İstanbul 2008.
- Ahring, Birgitte. K. “Perspectives for anaerobic digestion”. *Advences in Biochemical Engineering/Biotechnology*, Vol 81, 2003, 1-30.
- Akbulut Abdullah; Aydın Dikici. “Elazığ İlinin Biyogaz Potansiyeli ve Maliyet Analizi”, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi*, 2004,36-40.
- Akova, İsmet. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2008.
- Alçıçek, Ahmet; Hüsrev Demiruluş. “Çiftlik Gübrelerinin Biyogaz Teknolojisinde Kullanılması”, *Ekoloji Çevre Dergisi*, Sayı: 13, 1994, 8-9.
- Altıkat, Sefa, Ahmet Çelik. “Iğdır İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli”, *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, Cilt:2, Sayı:1, 2012, 61-65.
- Amjid, S. Syed; Muhammad Q. Bilal; Muhammad. S. Nazir; Altaf Hussain. “Biogas, renewable energy resource for Pakistan”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 2011, 2833-2837.
- Amon, Thomas; Josef Boxberger. “Biogas production from farmyard manure”, *In: Recycling of agricultural, municipal and industrial residues in agriculture, FAO European Cooperative Research, RAMIRAN*, Gargnano/Italy, 6–9 September, 143-148 Italy, 2000.
- Ar, Fatma Figen.“Biyoyakıtlar Tehdit Mi, Fırsat Mı?!” , *Mühendis ve Makina* Cilt: 49, Sayı: 581, 2008, 3-9.
- Ar, Fatma Figen; N.Funda Akdağ; Yüksel Malkoç; Mustafa Çalışkan. “Biyokütle Enerjisi ve Biyomotorin”, *TMMOB Türkiye IV. Enerji Sempozyumu*, Ankara 10-12 Aralık 2003, Ankara 583-584.
- Ardıç, İlker; Fadime Taner. “Biyokütleden Biyogaz Üretimi I: Anaerobik Arıtımın Temelleri”, *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, YEKSEM 2005*, Mersin 19-21 Ekim 2005, Elektrik Mühendisleri Odası Mersin Şubesi, 242-245, Mersin 2005.

- Avcioğlu, Onurbaş Ayten; Ahmet olak; Ufuk Türker. “Türkiye'nin Tavuk Atıklarından Biyogaz Potansiyeli”, *NKÜ Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt: 10, Sayı:1, 2013, 21-28.
- Balsam, John; Dave Ryan. “Anaerobic digestion of animal wastes: factors to consider”, *ATTRA-national sustainable agriculture information service. United States Department of Agriculture's*, 2006, 1-10.
- Bilgin, Nesteren. 2003. *Biyogaz Nedir?* Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü, 2003.
- ağlayan, Gizem Hazan; Nilüfer Nacar, Koçer. “Muş İlinde Hayvan Potansiyelinin Değerlendirilerek Biyogaz retiminin Araştırılması”, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(3), 2014, 215-220.
- anakkale İli 2012 Yılı İl evre Durum Raporu, T.C. evre ve Őehircilik Bakanlığı, Çanakkale, 2013
- Coşkun, Tamer; Neslihan Manav Demir; Eyüp Debik; Yaşar Karadağ; Rasim Koçyiğit; Mahir zkurt; Seda Akbay. “Büyükbaş Hayvan Atıkları için Kurulacak Havasız rutme Tesisinin Ekonomik Analizi”, *Tarih Kultur ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 2013, 360-372.
- Demirci, Gökhan; Levent, Türkavcı. *Biyogaz “Atıklardan Enerji”*, Tübitak Basımevi, Ankara, 2001.
- Deniz, Yusuf, *Türkiye'de Biyogaz Potansiyeli ve Biyogazın Sağlayacağı Yararlar*, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 1987.
- Deublein, Dieter; Angelika, Steinhauer. (Eds.), *Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction*. Wiley VCH Verlag, Germany, 2008.
- Doğru, Cem. “Trakya Bölgesinin Biyogaz Potansiyeli ve Mevcut Potansiyelin Bölge Ekonomisine Katkısı zerine Bir İnceleme”, *Uluslararası II. Trakya Bölgesi Kalkınma-Girişimcilik Sempozyumu Bildiri Kitabı I*, 1-2 Ekim 2010, 113-121. Kırklareli-İğneada 2010.
- Enerji Ekipmanları Yerli retimi Durum Değerlendirmesi ve neriler Oda Raporu*, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2014.
- Gülen, Jale; Hanife, Arslan. “Biyogaz”, *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2005, 121-129.
- Gürel, Aydın; Zeynep, Senel. “Organik Atıklardan Biyogaz retimi”, *Uluslararası II. Trakya Bölgesi Kalkınma-Girişimcilik Sempozyumu*, Kırklareli Üniversitesi İİBF, Kırklareli 1-2 Ekim 2010, 123-133, Kırklareli-İğneada 2010.

- Gülen, Jale; Çisel, Çeşmeli. “Biyogaz Hakkında Genel Bilgi ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları”, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 65-84.
- Gürel, Aydın. “Humus Biyogaz Döngüsü ve Biyogaz Atıklarının Humus Etkisi”, *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 2012, 383-371.
- Gümüşçü, Mehmet; Sinan Uyanık. “Güneydoğu Anadolu Bölgesi Hayvansal Atıklarından Biyogaz ve Biyogübre Eldesi,” *Tesisat Mühendisliği (MMO)*, 16(118), 2010, 59-65.
- İlgar, Rüştü. “Çanakkale’de Kuraklık Durumu Ve Eğilimlerinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi İle Belirlenmesi”, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı.22, Temmuz 2010, 183-204.
- İlkılıç, Cumali; Halis Deviren. “Biyogazın Üretimi Ve Üretimi Etkileyen Faktörler”, 6. *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, Elazığ 16-18 Mayıs 2011, Fırat Üniversitesi, 144-149, Elazığ, 2011.
- Kapluhan, Erol. “Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu”, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı:30, 2014, 97-125.
- Kaya, Durmuş; Muharrem, Eyidoğan; Volkan, Çoban; Selman Çağman; Cihangir, Aydöner; Mustafa, Tırıs. "Türkiye'nin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli ve Ekonomisi", *ICCI 2009 Bildiriler Kitabı*, İstanbul 13-15 Mayıs 2009, 59-62, İstanbul, 2009.
- Kaya, Durmuş; H.Hüseyin, Öztürk. *Biyogaz Teknolojisi*, Umuttepe Yayınları, Kocaeli, 2012.
- Klass, Donald L. *Biomass for renewable energy, fuels, and chemicals*. Academic pres, San Diego, 1998.
- Kılıç Çanka, Fatma. “Biyogaz, Önemii Genel Durumu ve Türkiye’deki Yeri”, *TMMOB Mühendis ve Makina*, Cilt 52, sayı:617, 2011, 94-106.
- Koca, Ahmet. “Yenilenebilir bir Enerji Kaynağı: Biyogaz”, *Doğu Anadolu Böl. Arş. Dergisi*, 5(3), 2007, 32-35.
- Koçar, Günnur; Ahmet Eryaşar; Özben Ersöz; Şefik Arıcı; Alper Durmuş. *Biyogaz Teknolojileri*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2010.
- Koçer Nacar, Nilüfer; Cengiz Öner; İlker Sugözü. “Türkiye’de Hayvancılık Potansiyeli ve Biyogaz Üretimi”, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, Cilt :4 Sayı:2, 2006,17-20.
- Nielsen, Jens Bo Holm; Piotr Oleskowicz, Popiel. “The future of biogas in Europe: visions and targets until 2020”. *The Future of Biogas in Europe III*, 2007,101-107.

Özcan, Mustafa; Semra, Öztürk, Mehmet, Yıldırım. "Türkiye'nin farklı kaynak tiplerine göre biyogaz potansiyellerinin belirlenmesi", *IV. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, Kocaeli 12-13 Mayıs 2011, 243-247, Kocaeli 2011.

Özözen Kahraman, Selver. "Çanakkale'de Demografik Geçiş Dönemleri, Nüfus Hareketleri ve Gelecek Projeksiyonlar", *Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı*, Sayı:4, 2006, 141-160.

Öztürk, Hasan Hüseyin; Ali, Başçetinçelik; Cengiz Karaca. 2007. "Energy Production from Agricultural Biomass in Turkey.", *International Symposium on Sustainable Agriculture Solutions And Perspectives INMATEH 2007*, Bucharest, ROMANIA, 27 March 2007, Bucharest 2011.

Planning and Installing Bioenergy Systems: a Guide For Installers, Architects, And Engineers, German Solar Energy Society (DGS) and Ecofys, James&James/Earthscan, 2005.

Tümertekin Erol; Nazmiye Özgüç. *Ekonomik Coğrafya Küreselleşme ve Kalkınma*, Çantay Kitabevi, İstanbul, 1999.

Türker, Mustafa. "Anaerobik Biyoteknoloji ve Biyogaz Üretimi Dünya'da ve Türkiye'de Eğilimler", *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, İstanbul 17-19 Aralık 2008, 305-312. İstanbul 2008.

Türkiye'de Biyogaz Yatırımları İçin Geçerli Koşulların ve Potansiyelinin Değerlendirilmesi, DBFZ – Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum, Ankara, 2011.

Uluatam, Ela. "Yenilenebilir Enerji Teşvikleri", *Ekonomik Forum Dergisi*, 2010, 34-41.

Üçgül, İbrahim, Gökçen Akgül. "Biyokütle Teknolojisi", *YEKARUM Dergi* 1(1), 2010, 3-11.

Weiland, Peter. "Biogas Production: Current State and Perspectives", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(4), 2010, 849-860.

Yanar Rüstem; Güldem Kerimoğlu. "Türkiye'de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi", *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, Cilt: 3, No:2, 2011, 191-201.

Yılmaz, Vedat. "Sürdürülebilir Bir Sistemde Biyogazın Yeri", *V.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Diyarbakır 19-21 Haziran 2009, 203-207, Diyarbakır, 2009.

İnternet Kaynakları

Milli Savunma Bakanlığı, Harita Genel Komutanlığı Resmi İnternet Sitesi
<http://www.hgk.msb.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf (14.08.2015)

Resmi Gazete, Sayı: 27227, 13 Mayıs 2009.

<<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/05/20090513-1.htm>> (09.01.2015)

Seçilmiş Göstergelerle Çanakkale 2013, TÜİK, Ankara, 2014.

<<http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/CANAKKALE.pdf>> (12.09.2015)

T.C. Çanakkale Valiliği Resmi İnternet Sitesi

<<http://www.canakkale.gov.tr/tr/canakkale-rehberi/canakkale/konumu>> (12.09.2015)

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi

<<http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>> (12.09.2014)

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Resmi İnternet Sitesi

<<http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fBiyogaz+%2fC3%9Cretiminin+Mikrobiyolojisi.pdf>> (07.12.2014)

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı

<http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fStratejik+Plan%2fETKB+2015-2019+Stratejik+Plani.pdf> (07.12.2014)

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Yük Tevzi Raporları

<<http://www.teias.gov.tr/YukTevziRaporlari.aspx>> (10.10.2015)

<<http://news.cision.com/se/volkswagen-personbilar/i/e-on-och-volkswagen-i-stcc-2009,c46562>> (21.10.2015)

<<http://european-biogas.eu/wp-content/uploads/2015/02/Biogas-graph-20131.png>> (09.07.2014)

<<http://www.biogas.org.uk/plants/buttermilk-hall-farm>> (09.07.2014)

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Maddesi

<<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf>> (19.04.2014)

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Maddesi

<<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm>> (10.08.2014)

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi

<<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=CANAKKALE>> (09.07.2014)

Seçilmiş Göstergelerle Çanakkale 2013, TÜİK, 2014, Ankara, syf 134

<<http://www.enerjiatlas.com/sehir/canakkale/>> 22/10/2015