



T.C.
İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATAY İLİ BİYOGAZ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Fatih AŞCI

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANSTEZİ

HATAY
OCAK-2018

**T.C.
İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HATAY İLİ BİYOGAZ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Fatih AŞCI

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANSTEZİ

**HATAY
OCAK-2018**

T.C.
İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

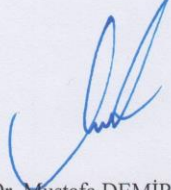
Tezin Adı: Hatay İli Biyogaz Enerjisi Potansiyelinin İncelenmesi

Öğrencinin, Adı Soyadı: Mehmet Fatih AŞCI

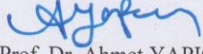
Tez Savunma Tarihi: 19.01.2018

Kod No: 87


Enstitü Onayı :


Doç. Dr. Mustafa DEMİRCİ
Enstitü Müdür V.

Bu tezin Yüksek Lisans/~~Doktora~~ tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylıyorum.


Prof. Dr. Ahmet YAPICI
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca (tarafımızca) okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans/~~Doktora~~ tezi olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans/~~Doktora tezi~~ olarak oy birliği/~~oy çokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

Prof.Dr.Ertuğrul BALTACIOĞLU

Yrd. Doç. Dr. M. Atakan AKAR

Yrd. Doç. Dr. Cuma KARAKUŞ

İmzası


.....

.....

.....

Not : Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

19.01.2018

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Mehmet Fatih AŞCI

ÖZET

HATAY İLİ BİYOGAZ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

Günümüzde yaşamın devam edebilmesi için temel ihtiyaçlardan birisi enerjidir. Sürekli olarak hızla büyüyen sanayi, teknolojik gelişmelerin hız kazanması enerji ihtiyacının artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle artan enerji ihtiyacına cevap verebilmek için enerji kaynaklarının verimli kullanılması gerekmektedir. Ancak son dönemlerde fosil yakıt kaynaklarının tükenmeye başlaması dünya ülkelerini endişelendirmiştir. Bu yüzden ülkeler alternatif enerji kaynakları arayışı içerisine girmiştir. Çevre dostu, üretimi tüketiminden hızlı olan ve sonsuz enerji kaynaklarından enerji üretmek için çalışmalar yapmışlardır. Enerji tüketiminin artması ile doğru orantılı olarak enerji üretiminin de artması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelen ülkeler ilk yatırım maliyetleri yüksek olsa da problem olmadan enerji üretimi ile enerji ihtiyaçlarını karşılayarak kısa vadede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüşümünü sağlamışlardır.

Türkiye bulunduğu coğrafi bölge olarak yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli açısından oldukça elverişli bir konuma sahiptir. Ekvatora yakın olması ve rüzgar potansiyelinin yüksek olması ile birlikte geçim kaynaklarının başında tarım ve hayvancılık gelmektedir. Yani sosyoekonomik şartlarda yenilenebilir enerjiyi desteklemektedir. Bu yüzden mevcut şartların değerlendirilmesi ile oldukça yüksek bir enerji potansiyeli vardır. Bu çalışmada: Türkiye'nin en önemli enerji potansiyellerinden birisini bünyesinde barındıran Hatay ilinin biyogaz enerjisi üretim potansiyeli incelenmiştir. Sanayi alanında hızla gelişmekte olan Hatay ilinde enerji üretimi konusunda da birçok çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Önemli geçim kaynaklarından birisinin tarım ve hayvancılık olması nedeniyle değerlendirilmesi gereken yüksek biyogaz enerji potansiyeli barındırmaktadır. Hatay ilinde mevcut şartlar altında hayvansal atıklardan yıllık olarak 52,156,774.06 m³ lük biyogaz üretilir. Bu biyogazın değerlendirilmesi ile 244.31 GWh enerji üretimi gerçekleştirilir. Biyogaz enerjisinin üretilmesi ile birlikte 211,490 ton-CO₂ karbon salınımı önlenecektir. Biyogaz enerjisi üretiminin için gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan santral maliyeti 234,900,000 TL'dir. Hatay ilinde santral kurularak enerji üretiminin hayata geçirilmesi ile birlikte tesis kendini 3.5 yılda geri ödemektedir.

2018, 113 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Enerji, Yenilenebilir Enerji, Enerji Verimliliği, Biyokütle Enerjisi.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF HATAY REGION BIOGAS ENERGY POTENTIAL

One of the basic needs for energy to survive today is energy. Constantly growing industry, accelerating technological developments cause increase of energy need. For this reason, energy resources need to be used efficiently in order to respond to the increasing energy demand. However, in recent years fossil fuel resources have started to run out, worrying the countries of the world. So the countries have been searching for alternative energy sources. They are eco-friendly, fast from production consumption and work to produce energy from endless energy sources. Energy production needs to increase in direct proportion to the increase in energy consumption. Countries that are heading towards renewable energy sources have recovered their initial investment costs in the short term by meeting their energy needs and energy needs without problems, even if their initial investment costs are high.

In geographic regions where Turkey has a fairly favorable position in terms of the potential of renewable energy sources. Agriculture and livestock are at the forefront of livelihoods, as they are close to the equator and the wind potential is high. In other words, it supports renewable energy in socioeconomic conditions. Therefore, there is a considerably high energy potential when evaluating the existing conditions. In this study: Turkey hosts the most important energy biogas production potential of the province of Hatay within one of its potential were examined. In Hatay, which is rapidly developing in the industrial field, many works have started to be done about energy production. One of the important livelihood sources is the high biogas energy potential which should be assessed due to being agriculture and animal husbandry. Under the existing conditions in Hatay province, 52,156,774.06 m³ of biogas are produced annually from animal wastes. By evaluating this biogas, 244.31 GWh of energy production is realized. With the production of biogas energy, 211,490 ton- CO₂ will be prevented. The plant cost required for biogas energy production is 234,900,000 TL. With the establishment of a power plant in Hatay province, the facility repays itself in 3.5 years with the passing of energy production.

2018, 113 pages

Key Words: Biogas, Energy, Renewable Energy, Energy Efficiency, Biomass Energy.

TEŞEKKÜR

Beni yüksek lisans öğrencisi olarak kabul eden, bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesinde bana destek olan, bilgi ve tavsiyelerini benimle paylaşan danışmanım Sayın Prof. Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU' na teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca gerekli kolaylığı gösteren, değerli görüş ve katkılarıyla hiçbir desteği esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Cuma KARAKUŞ'a ve isimlerini burada zikredemediğim ama yardımlarını esirgememiş herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında maddi-manevi desteğini esirgemeyen, bugünlere gelmemde üzerimde büyük emeği olan annem, babam ve abime, bu süreçte desteğini esirgemeyen nişanlım Dilek HAMDERİ'ye ve her zaman yanımda olan kıymetli arkadaşlarım Furkan GÜVEN, Onur BAYRAKTAR ve Mehmet DİKEN'e içten sevgi ve şükran duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ	IX
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Karbon Salınımı ve Etkileri	5
1.2. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Önemi	7
1.2.1. Güneş Enerjisi	8
1.2.2. Rüzgar Enerjisi.....	9
1.2.3. Hidroelektrik Enerjisi.....	10
1.2.4. Jeotermal Enerji	11
1.2.5. Dalga Enerjisi.....	12
1.2.6. Biyogaz Enerjisi.....	12
1.3. Dünya’da Biyogaz Enerjisi Durumu.....	15
1.4. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji.....	17
1.5. Türkiye’de Biyogaz Enerjisi Durumu.....	19
1.6. Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı.....	23
1.6.1. Eylem Planının Gerekçesi.....	24
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	27
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	34
3.1. Materyal	34
3.1.1. Hatay İli Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli	34
3.1.2. Biyogaz Tesisi Çalışma Prensibi	36
3.1.2.1. Kesik Beslemeli Sistem	37
3.1.2.2. Sürekli Beslemeli Sistem	38
3.1.2.3. Depolamalı Akış Besleme Sistemi.....	39
3.2. Yöntem.....	46
3.2.1. Biyogaz Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA).....	46
3.2.1.1. BEPA Harita Araçları	49
3.2.1.1.1. BEPA Kaydırma Aracı	49
3.2.1.1.2. BEPA Ölçüm Aracı.....	50
3.2.1.1.3. BEPA Bilgi Alma Aracı.....	51
3.2.1.1.4. BEPA Harita Yenileme Aracı	52
3.2.1.1.5. BEPA İlk Görünüm Aracı.....	53
3.2.1.1.6. BEPA Harita Temizleme Aracı	53
3.2.1.1.7. BEPA Katman Çözünürlüğü Aracı	53
3.2.1.1.8. BEPA Yazdırma Aracı.....	54
3.2.1.1.9. BEPA Adres Arama Aracı	54
3.2.1.1.10. BEPA Birim Çevirme Aracı	54
3.2.1.1.11. BEPA Zoom Aracı	55
3.2.1.1.12. BEPA Katman Aracı.....	55
3.2.2. Hesaplama Formülleri.....	55

3.2.2.1. Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Enerji Potansiyelinin Hesaplanması	57
3.2.2.2. Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Enerji Potansiyelinin Hesaplanması	58
3.2.2.3. Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilebilecek Biyogaz Enerji Potansiyelinin Hesaplanması	60
3.3. Karbon Salınımı	62
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	63
4.1. Hatay İli İçin BEPA Analiz Çalışması.....	65
4.2. Hatay İli İçin Biyogaz Hesaplaması	68
4.2.1. Altınözü İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli	68
4.2.1.1. Altınözü İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı.....	68
4.2.1.2. Altınözü İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı.....	68
4.2.1.3. Altınözü İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı..	69
4.2.2. Antakya İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli.....	70
4.2.2.1. Antakya İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	70
4.2.2.2. Antakya İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	71
4.2.2.3. Antakya İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı ..	72
4.2.3. Belen İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli.....	73
4.2.3.1. Belen İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	73
4.2.3.2. Belen İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	74
4.2.3.3. Belen İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı	75
4.2.4. Dörtöyl İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli.....	76
4.2.4.1. Dörtöyl İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	76
4.2.4.2. Dörtöyl İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	77
4.2.4.3. Dörtöyl İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı ...	78
4.2.5. Erzin İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli	79
4.2.5.1. Erzin İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	79
4.2.5.2. Erzin İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	80
4.2.5.3. Erzin İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı.....	81
4.2.6. Hassa İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli	82
4.2.6.1. Hassa İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	82
4.2.6.2. Hassa İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	83
4.2.6.3. Hassa İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı.....	84
4.2.7. İskenderun İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli	85
4.2.7.1. İskenderun İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	85
4.2.7.2. İskenderun İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı.....	85
4.2.7.3. İskenderun İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı..	92
4.2.8. Kırıkhan İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli	88
4.2.8.1. Kırıkhan İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı.....	88
4.2.8.2. Kırıkhan İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı.....	88
4.2.8.3. Kırıkhan İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı ..	89
4.2.9. Kumlu İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli	90
4.2.9.1. Kumlu İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı.....	90
4.2.9.2. Kumlu İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı.....	91
4.2.9.3. Kumlu İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı	92
4.2.10. Reyhanlı İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli.....	93

4.2.10.1. Reyhanlı İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	93
4.2.10.2. Reyhanlı İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	94
4.2.10.3. Reyhanlı İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı	95
4.2.11. Samandağ İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli	96
4.2.11.1. Samandağ İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	96
4.2.11.2. Samandağ İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	97
4.2.11.3. Samandağ İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı	97
4.2.1. Yayladağ İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli	99
4.2.12.1. Yayladağ İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	99
4.2.12.2. Yayladağ İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı	99
4.2.12.3. Yayladağ İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı	100
4.3. Biyogaz Enerji Santrali Maliyeti	104
4.4. Karbon Salınım Azalımı	106
5. SONUÇLAR	107
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ	113

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Dünyada kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının yoğunluğu.....	2
Şekil 1.2.	Türkiye’de 2017 yılı enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı.....	2
Şekil 1.3.	Türkiye’de yıllara göre enerji üretim ve tüketim kapasitesinin değişimi.....	3
Şekil 1.4.	Enerji kaynaklarının karbon salınım değerleri.....	7
Şekil 1.5.	Dünya ülkelerinde elde edilen biyokütle yakıtlarının dağılımı	17
Şekil 1.6.	Türkiye’de bulunan hayvan yoğunluğu	20
Şekil 1.7.	Türkiye geneli hayvansal atık miktarları dağılımı	21
Şekil 1.8.	Türkiye geneli hayvan atık enerji değeri	22
Şekil 3.1.	Hatay ili enerji üretiminde santral tiplerinin sınıflandırılması.....	34
Şekil 3.2.	Kesik besleme sistemi diyagramı	38
Şekil 3.3.	Sürekli akış besleme sistemi diyagramı.....	39
Şekil 3.4.	Depolamalı akış beslemeli sistemi diyagramı.	40
Şekil 3.5.	BEPA yazılımı genel görünümü	47
Şekil 3.6.	BEPA yazılımı Türkiye haritası genel görünümü.....	47
Şekil 3.7.	BEPA yazılımı araç penceresi	48
Şekil 3.8.	BEPA yazılımı analiz ağacı	48
Şekil 3.9.	BEPA yazılımı harita araçları	49
Şekil 3.10.	BEPA yazılımı koordinat panosu	49
Şekil 3.11.	BEPA yazılımı kaydırma aracı	49
Şekil 3.12.	BEPA yazılımı ölçüm aracı	50
Şekil 3.13.	BEPA yazılımı uzunluk ve alan ölçümü ayarlanması	50
Şekil 3.14.	BEPA bilgi alma aracı	51
Şekil 3.15.	BEPA aktif edilmiş bilgi alma aracı ve bölge seçim ekranı	51
Şekil 3.16.	BEPA bilgi al komutuyla alınan genel bilgi raporu.....	52
Şekil 3.17.	BEPA harita yenileme aracı.....	52
Şekil 3.18.	BEPA ilk görünüm aracı.....	53
Şekil 3.19.	BEPA harita temizleme aracı.....	53
Şekil 3.20.	BEPA katman çözünürlüğü aracı.....	53
Şekil 3.21.	BEPA aktif yazdırma aracı	54
Şekil 3.22.	BEPA adres arama aracı	54
Şekil 3.23.	BEPA birim çevirici aracı.....	54
Şekil 3.24.	BEPA zoom aracı.....	55
Şekil 3.25.	BEPA katman değiştirme aracı.....	55
Şekil 4.1.	Hatay ili büyükbaş hayvanların yüzdelik olarak ilçelere dağılımı ..	63
Şekil 4.2.	Hatay ili küçükbaş hayvanların yüzdelik olarak ilçelere dağılımı....	64
Şekil 4.3.	Hatay ili kanatlı kümes hayvanlarının yüzdelik olarak ilçelere göre dağılımı	64

Şekil 4.4.	BEPA Hatay ili yüz ölçümü.....	65
Şekil 4.5.	Hatay ili Altınözü ilçesi biyogaz potansiyeli	70
Şekil 4.6	Hatay ili Antakya ilçesi biyogaz potansiyeli	73
Şekil 4.7.	Hatay ili Belen ilçesi biyogaz potansiyeli.....	76
Şekil 4.8.	Hatay ili Dört Yol ilçesi biyogaz potansiyeli	79
Şekil 4.9.	Hatay ili Erzin ilçesi biyogaz potansiyeli	81
Şekil 4.10.	Hatay ili Hassa ilçesi biyogaz potansiyeli	84
Şekil 4.11.	Hatay ili İskenderun ilçesi biyogaz potansiyeli	87
Şekil 4.12.	Hatay ili Kırıkhan ilçesi biyogaz potansiyeli.....	90
Şekil 4.13.	Hatay ili Kumlu ilçesi biyogaz potansiyeli.....	93
Şekil 4.14.	Hatay ili Reyhanlı ilçesi biyogaz potansiyeli	95
Şekil 4.15.	Hatay ili Samandağ ilçesi biyogaz potansiyeli	98
Şekil 4.16.	Hatay ili Yayladağ ilçesi biyogaz potansiyeli.....	101
Şekil 4.17.	Hatay ili biyogaz enerjisinden elde edilebilecek elektrik enerji potansiyeli	103

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Biyokütle enerji kaynakları	13
Çizelge 1.2.	Enerji kaynaklarının kalori verimleri.....	14
Çizelge 1.3.	Dünya ülkelerinin enerji sektöründeki yönelim sıralaması	15
Çizelge 3.1.	Hatay ilinde bulunan mevcut hayvan sayıları	35
Çizelge 3.2.	Biyogaz üretim santralleri kapasiteleri.....	41
Çizelge 3.3.	Hayvan cinslerine göre elde edilen günlük gübre miktarı.....	56
Çizelge 3.4.	Bir ton hayvan gübresinden cinslerine göre elde edilen biyogaz miktarı.....	56
Çizelge 3.5.	Hayvan cinslerine göre kuru gübre katsayısı.....	56
Çizelge 3.6.	Biyogazdan elde edilen enerji miktarı.....	57
Çizelge 4.1.	Hatay ilinde bulunan mevcut hayvan sayıları	66
Çizelge 4.2.	Hatay ilinde elde edilen hayvansal atıkların, hayvan cinslerine ve ilçelere göre dağılımı	67
Çizelge 4.3.	Hatay ili hayvansal atıkların enerji değeri analiz sonuçları.....	67
Çizelge 4.4.	Hatay İlinde hayvan atıklarından elde edilen biyogazın hayvan cinslerine göre incelenmesi	102
Çizelge 4.5.	Hatay ilinde elde edilebilecek enerjinin ilçe ve hayvan cinsine göre incelenmesi	103
Çizelge 4.6.	Hatay ili için düşünülen biyogaz enerji santrali maliyeti	104
Çizelge 4.7.	Biyogaz enerji santrali kurulumu neticesinde elektrik üretimi ve karbon salınımı azalımı	106

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

CO ₂	: Karbondioksit
NaOH	: Soydumhidroksit
CH ₄	: Metan
N ₂ O	: Nitrözoksit
HFCs	: Hidroflorürkarbonlar
PFCs	: Perflorür karbonlar
GW	: Enerji birimi (Gigawatt)
MW	: Enerji birimi (Megawatt)
GWh	: Enerji birimi (Gigawatt saat)
MWh	: Enerji birimi (Megawatt saat)
kWh	: Enerji birimi (Kilowatt saat)

KISALTMALAR

OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
BEPA	: Biyogaz Enerji Potansiyeli Atlası
LPG	: Liquefied Petroleum Gas
UNICEF	: United Nations International Children's Emergency Fund
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
AB	: Avrupa Birliği
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
GBTYGM	: Günlük Büyükbaş Hayvandan Elde Edilen Toplam Yaş Gübre Miktarı
GBYGM	: Günlük Bir Adet Büyükbaş Hayvandan Elde Edilen Yaş Gübre Miktarı
BHS	: Büyükbaş Hayvan Sayısı
YBTYGM	: Yıllık Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Toplam Yaş Gübre Miktarı
BTYBGBM	: Bir Ton Büyükbaş Hayvan Yaş Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
TBYGBM	: Toplam Büyükbaş Hayvan Yaş Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
YBTGM	: Yıllık Büyükbaş Hayvandan Elde Edilen Gübre Miktarı
YBTKGM	: Yıllık Büyükbaş Hayvan Atığından Elde Edilen Kuru Gübre Miktarı
KKG	: Kuru Gübre Katsayısı
YBKGBG	: Yıllık Büyükbaş Hayvan İçin Biyogaz Üretimi İçin Kullanılabilecek Kuru Gübre Miktarı
BTKBGBM	: Bir Ton Büyükbaş Hayvan Kuru Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
TBKGBM	: Toplam Büyükbaş Hayvan Kuru Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı

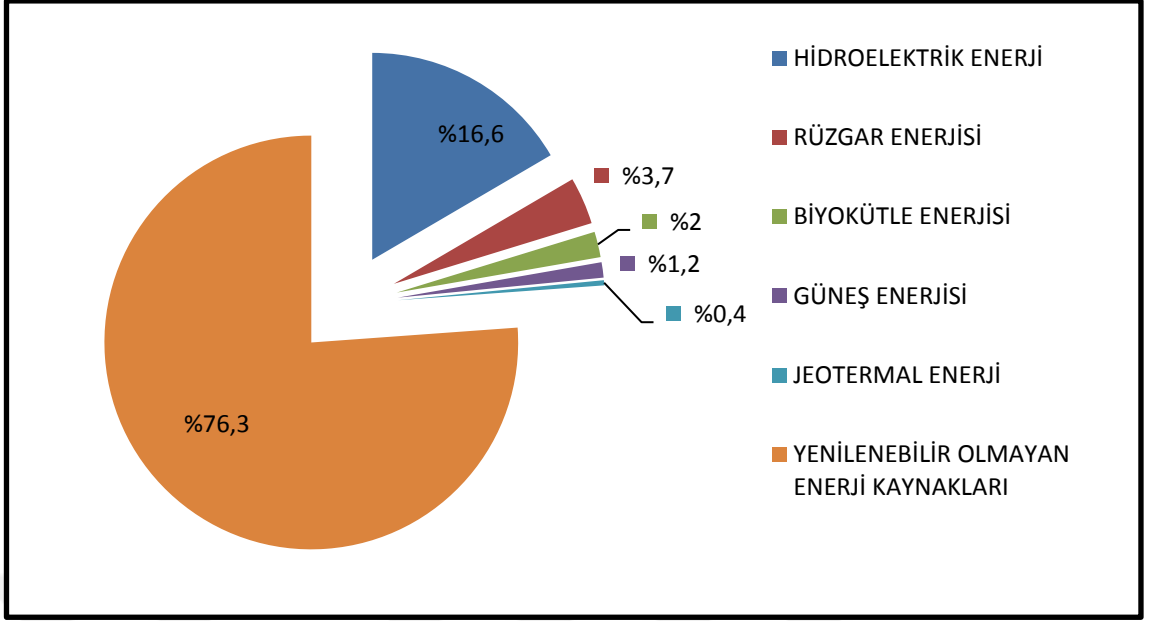
TBBM	: Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Toplam Biyogaz Miktarı
TBBEP	: Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Biyogazdan Elde Edilebilecek Olan Enerji Potansiyeli
GKTYGM	: Günlük Küçükbaş Hayvandan Elde Edilen Toplam Yaş Gübre Miktarı
GKYGM	: Günlük Bir Adet Küçükbaş Hayvandan Elde Edilen Yaş Gübre Miktarı
KHS	: Küçükbaş Hayvan Sayısı
YKTYGM	: Yıllık Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Toplam Yaş Gübre Miktarı
BTYKGBM	: Bir Ton Küçükbaş Hayvan Yaş Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
TKYGBM	: Toplam Küçükbaş Hayvan Yaş Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
YKTGM	: Yıllık Küçükbaş Hayvandan Elde Edilen Gübre Miktarı
YKTKGM	: Yıllık Küçükbaş Hayvan Atığından Elde Edilen Kuru Gübre Miktarı
YKKGBG	: Yıllık Küçükbaş Hayvan İçin Biyogaz Üretimi İçin Kullanılabilecek Kuru Gübre Miktarı
BTKKGBM	: Bir Ton Küçükbaş Hayvan Kuru Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
TKKGBM	: Toplam Küçükbaş Hayvan Kuru Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
TKBM	: Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Toplam Biyogaz Miktarı
TKBEP	: Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Biyogazdan Elde Edilebilecek Olan Enerji Potansiyeli
GKHTYGM	: Günlük Kanatlı Kümes Hayvanından Elde Edilen Toplam Yaş Gübre Miktarı
GKHYGM	: Günlük Bir Adet Kanatlı Kümes Hayvanından Elde Edilen Yaş Gübre Miktarı
KHHS	: Kanatlı Kümes Hayvanı Sayısı
YKHTYGM	: Yıllık Kanatlı Kümes Hayvanından Elde Edilen Toplam Yaş Gübre Miktarı
BTYKHGBM	: Bir Ton Kanatlı Kümes Hayvanından Yaş Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
TKHYGBM	: Toplam Kanatlı Kümes Hayvanının Yaş Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
YKHTGM	: Yıllık Kanatlı Kümes Hayvanından Elde Edilen Gübre Miktarı
YKHTKGM	: Yıllık Kanatlı Kümes Hayvanından Atığından Elde Edilen Kuru Gübre Miktarı
YKHKGBG	: Yıllık Kanatlı Kümes Hayvanı İçin Biyogaz Üretimi İçin Kullanılabilecek Kuru Gübre Miktarı
BTKHKGBM	: Bir Ton Kanatlı Kümes Hayvanı Kuru Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
TKHKGBM	: Toplam Kanatlı Kümes Hayvanı Kuru Gübresinden Elde Edilen Biyogaz Miktarı
TKHBM	: Kanatlı Kümes Hayvanından Elde Edilen Toplam Biyogaz Miktarı
TKHBEP	: Kanatlı Kümes Hayvanından Elde Edilen Biyogazdan Elde Edilebilecek Olan Enerji Potansiyeli

1. GİRİŞ

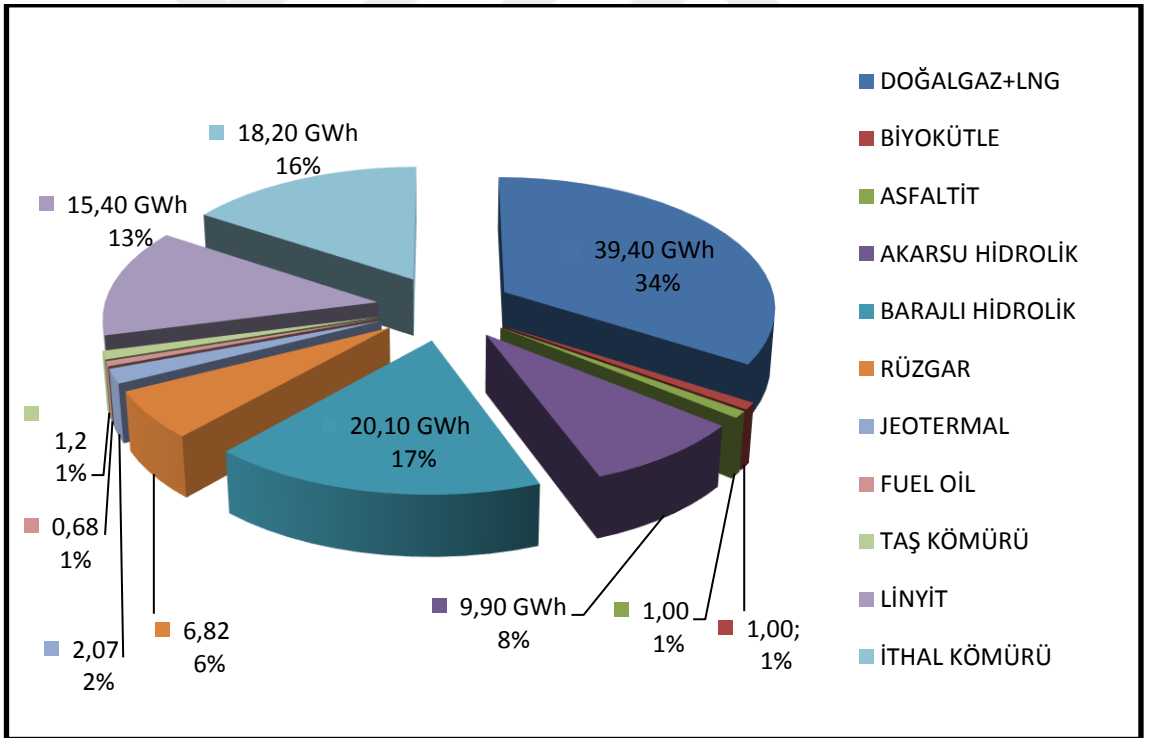
Hızla büyüyen ve sanayisi gelişen ülkemizde en temel ihtiyaçların ilk sırasında enerji gelmektedir. Ülkelerin kendilerini geliştirmeleri ve günümüz çağındaki teknolojik gelişmeleri hızla takip ederek gelişen dünya standartlarına ayak uydurmaları için en önemli parametrelerden biri enerji kullanımınıdır. Enerji ihtiyacının hızla artması dünyadaki tüm ülkelerin yeni enerji kaynaklarının aranmasına, enerji teknolojilerinin geliştirilmesine, hızlı enerji temini ve yenilenebilir enerji uygulamalarına doğru zorunlu bir şekilde yönlendirmektedir.

Enerji ihtiyacını karşılayabilmek için ülkeler son otuz yıla kadar fosil yakıt kaynaklarına sahip olmak ve bu kaynakları değerlendirmek için çalışmalar gerçekleştirmişlerdir (Bayraç, 2004). Ancak, birincil enerji kaynaklarının büyük oranda önümüzdeki yüzyıl içerisinde tükenmesi kaygısı yanında enerji kaynaklarının elde etme mücadelesi ülkeleri yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını araştırmaya, geliştirmeye ve kullanmaya mecbur etmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin en büyük ihtiyacı olan enerji için tükenmez enerji kaynakları olmazsa olmaz bir ihtiyaçtır. Büyüme potansiyeli ile birlikte oluşan enerji ihtiyacına karşın artan enerji talebini karşılamak için gelişmekte olan ülkeler fosil yakıtlarla beraber yenilenebilir enerji kaynaklarını da yoğun olarak kullanmaya başladığı görülmektedir (Doğan ve Yılankırkan, 2015).

Dünyadaki enerji kaynaklarının 2017 yılı kullanım yoğunluğu Şekil 1.1'de görülmektedir. Şekil incelendiğinde yenilenebilir enerji kaynakları ile toplam üretilen enerjinin % 23.7'sini karşılanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin % 16,6'sı hidroelektrik enerjiden, % 3.7'si rüzgar enerjisinden, % 2'si biyokütle enerjisinden, % 1.2'si güneş enerjisinden ve % 0.4'ü jeotermal ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir (Anonim, 2017a).



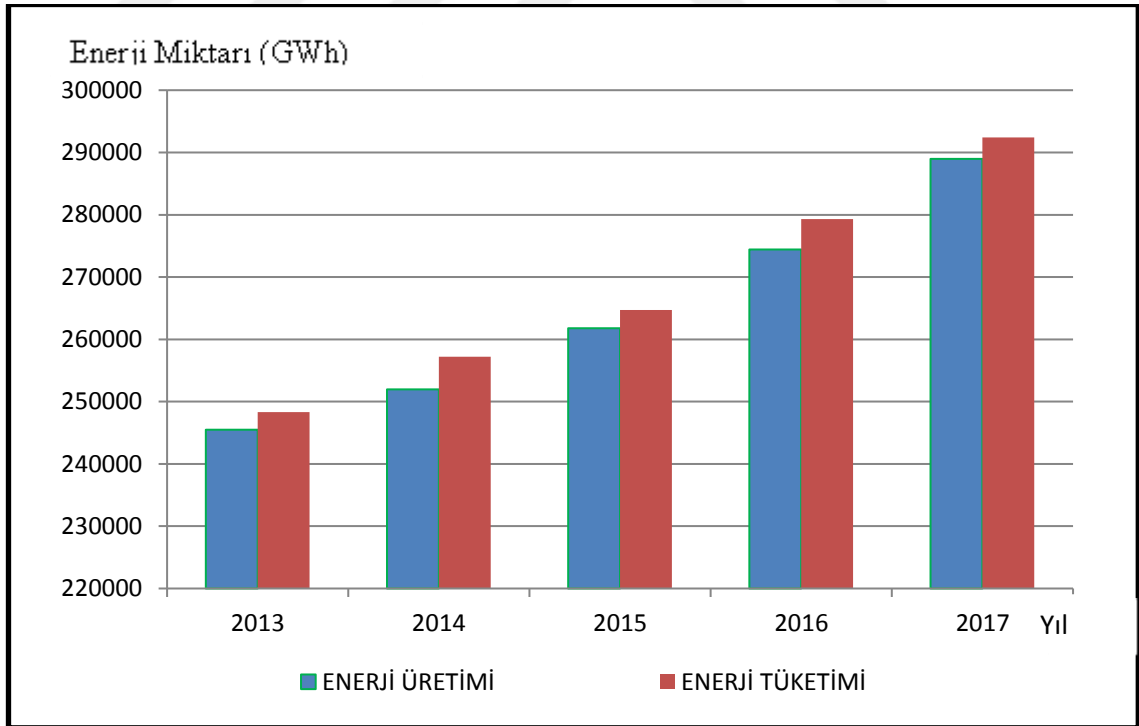
Şekil 1.1. Dünyada kullanılan enerji kaynaklarının yoğunluğu (Anonim, 2017a)



Şekil 1.2. Türkiye’de 2017 yılı enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı (Anonim, 2017b)

Türkiye’de ise 2017 yılı enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı Şekil 1.2’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde Türkiye elektrik enerjisi üretimi için kullanılan kaynakların % 39,40’nı oluşturan 39,454 GWh’ı doğalgaz ve LNG’den, % 25’ni oluşturan 30,050 GWh’ı hidrolik enerjiden, % 16’sını oluşturan 18,267 GWh’ı ithal kömürden, % 14’nü oluşturan 16,696 GWh’ı linyit ve taş kömüründen, % 6’sını oluşturan 6,825 GWh’ı rüzgar enerjisinden, % 2’sini oluşturan 2,071 GWh’ı jeotermal enerjiden, % 1’lik kısmı oluşturan 1,028 GWh’ı asfaltitden, %1’i oluşturan 1,009 GWh’ı biyogazdan, %1’i oluşturan 0,638 GWh’ı fueloilden karşılamaktadır.

Türkiye’de son beş yılda gerçekleşen enerji üretimi ve tüketim kapasitesinin değişimi Şekil 1.6’da verilmektedir. Şekil incelendiğinde Türkiye’nin enerji üretimi son beş yılda yıllık olarak ortalama % 16.1 oranında bir artış olduğu gözlemlenmiş olup 2017 yılı itibariyle 288,955 GWh olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’nin enerji tüketimi ise son beş yılda yıllık olarak ortalama % 22.7 oranında bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu artışlar göz önüne alındığında Türkiye’nin 2017 yılı itibariyle enerji tüketimi 292,415 GWh olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 1.3. Türkiye’de yıllara göre enerji üretim ve tüketim kapasitesinin değişimi (Anonim, 2017c)

Türkiye’de gerçekleşen toplam enerji tüketiminin 6,527.8 GWh’lık kısmı ise Hatay ilinde gerçekleşmektedir. Tüketilen bu enerji miktarı Türkiye’de tüketilen toplam enerji miktarının % 5,63’nü oluşturmaktadır. Hatay ilinde şu an da mevcut imkanların kullanılması ile birlikte fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynaklarından toplam 4,015.6 GWh’lık enerji üretilmektedir. Üretilen bu enerji miktarı ise Türkiye’de üretilen toplam enerji miktarının % 3.46’lık kısmını oluşturmaktadır (Anonim, 2017d).

Gelişmekte olan ülkelerle birlikte gelişmiş ülkelerde enerji ihtiyaçlarını fosil yakıtlardan karşılamakta iken çevreye etkilerini göz ardı etmişlerdir. Fosil yakıt kaynaklarının tükenmesinin yanı sıra, fosil yakıtların küresel ısınmayı tetiklemesi ile birlikte son dönemlerde ekolojik düzene zarar verdiği gözlemlenmektedir (Bozoğlu, 2013). Küresel ısınma Güneş ışınlarının yeryüzüne ulaştıktan sonra, atmosferden geçemeyerek yerküre hava katmanını terk edemediği için yerküre ısısının artması olayıdır (Babuş, 2005). Küresel ısınmanın oluşumundaki en büyük etkenlerin başını karbon salınımı çekmektedir. Küresel ısınmanın doğurmuş olduğu sonuçlar ile birlikte yeni fosil yakıt rezervlerinin keşfedilmesi ve keşfedilen rezervlerin kaynak olarak değerlendirilmesi için ileri teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun neticesinde bu işlem aşırı maliyetli olacağı için fosil yakıt rezervlerinin tükenmesi ile birlikte ülkeler çok ciddi bir sorun ile karşı karşıya kalacağından ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi son yıllarda ivmelenerek devam etmektedir.

Artan bu yönelim ışığında ülkelerin bulunduğu coğrafi konumlarına göre yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelini en verimli şekilde kullanmak için çalışmalara ağırlık verilmiştir. Tükenmez kaynaklar olarak tanımlanan yenilenebilir enerji kaynakları güvenli oluşu ve sonsuz elde edilmesi açısından ön planda tutulan kaynaklardır. Değerlendirilecek olan yenilenebilir enerji kaynaklarını ülkeler tercih ederken buldukları coğrafi konumlarının kaynak yoğunluğuna göre tercihlerini yapmaktadırlar. Dünyanın elips yapısı ve eksenel eğrilik durumuna göre rüzgar ve güneş enerjisinin verimliliği değişmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tükenmez kaynaklar olması tercih sebebi haline gelmişken, ilk yatırım maliyetleri yüksek olduğu için çekimsizlik yaşanmaktadır. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji kaynakları arasında son dönemlerde gündeme gelen ve gün geçtikçe önemi artan biyokütle enerjisi ise ülkelerin yaşam standartlarına ve geçim kaynaklarına bağlı olarak tercih edilebilen yenilenebilir enerji

kaynağıdır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin en önemli geçim kaynaklarından birisi olan tarım ve hayvancılık biyokütle enerjisinin temelini oluşturmaktadır.

Türkiye’de tarım ve hayvancılık sektörünün gelişmişlik potansiyeli düşünüldüğünde ve aylık, yıllık bilançolarda elde edilen biyokütle enerjisi kaynağı olarak kullanılabilen olan hayvansal atık, bitkisel artık potansiyeli oldukça yüksektir. Bu potansiyelin kullanılarak enerjiiye dönüştürülebilmesi için ilk yatırım maliyetleri biraz yüksek olması söz konusudur. Bu ilk yatırım maliyetleri yatırımcıları düşündürse bile devletin destekleri ve teşvikleri bu sorunu ortadan kaldırmaktadır. Türkiye genelinde biyokütle enerjisi ile birlikte değerlendirilmesi gereken çok ciddi bir yenilenebilir enerji potansiyeli bulunmaktadır. Bu potansiyelin değerlendirilmesi ile birlikte enerji noktasında dışa bağımlılığın önüne geçilebilecek bir potansiyele sahip olan Türkiye Kyoto Protokolünü imzalaması ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelimini artırmıştır (oban, 2015).

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı bakımından Türkiye bölgesel olarak incelendiğinde Hatay İlinde rüzgar ve güneş enerjisi potansiyelleri verimli bir şekilde kullanılmakta iken biyokütle enerjisi potansiyeli oldukça yüksek olmasına rağmen kullanılmamaktadır. Hatay İlinde önemli geçim kaynaklarının arasında bulunan tarım ve hayvancılığın değerlendirilerek biyokütle enerji için ciddi bir potansiyel oluşturduğu gözlenmektedir. Hayvansal atıklardan elde edilen biyokütle enerji kaynağı olarak değerlendirildiğinde ise tarımcılık alanında kullanılabilen birinci sınıf tarım gübresi elde edilebilir (Okur ve ark., 2008; zcan ve ark., 2012; Eren, 2016).

Son dönemlerde Türkiye’de değerlendirilen yenilenebilir enerji kaynakları ve kurulan tesis sayıları gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu artışlar ışığında Hatay ilinde bulunan mevcut biyokütle enerji potansiyeli değerlendirilerek bölgenin enerji ihtiyacı için kullanılan fosil yakıtların sebep olduğu karbon salınımının önüne geçilebilmesi söz konusudur.

1.1. Karbon Salınımı ve Etkileri

Dünya ülkeleri yüzyıllardır karbon gazları ve diğer sera etkisi gazlarının salınımı konusunda kararlı duruş sergilemişlerdir. Ancak, son yıllarda gelişen sanayileşmenin tetiklediği teknolojik çalışmalar ile birlikte insanoğlunun hayat standartlarına getirdiği iyileştirmeler, ihtiyaç duyulan enerjinin elde edilmesi için fosil yakıtların hızla tüketilmesi, dengesiz şekilde tarımcılığın artırılması ve orman yangınlarının artması ile sera etkisi yararlı boyutlardan zararlı boyutlara geçmiştir. Gün geçtikçe artan zararların önüne geçilebilmesi, karbondioksit salınımı azaltılarak sera etkisinin minimize edilmesi için çevreci kaynaklar olan yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi için en önemli nedenler arasında sera etkisi gösterilmektedir.

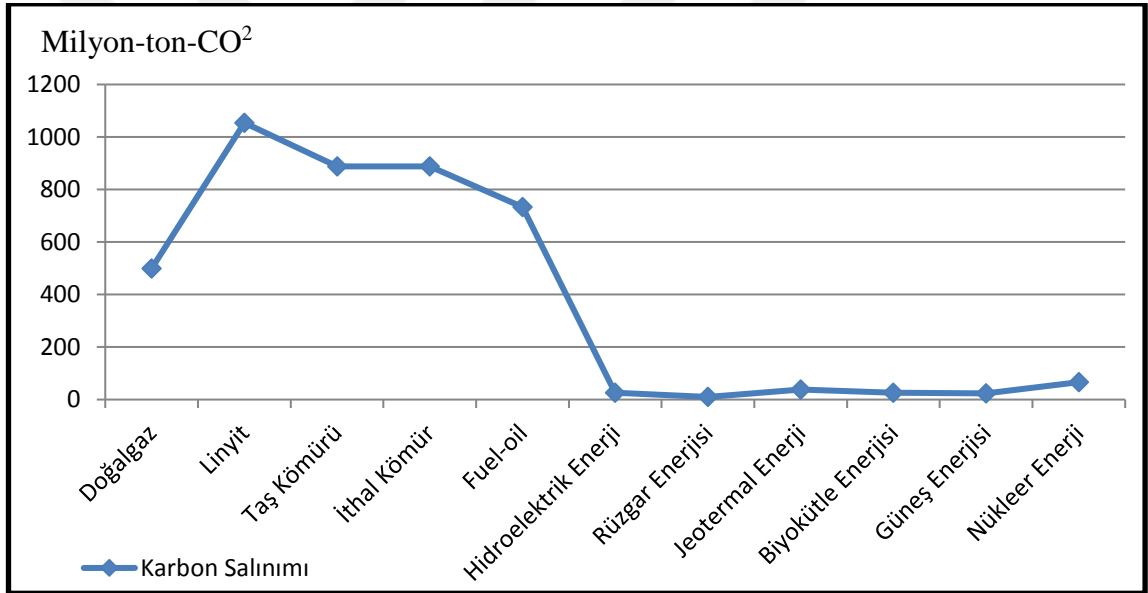
Güneş'ten gelen ışınlar sayesinde canlıların yaşam ısısına kavuşan yerkürede, güneş ışınları canlıların yaşamını devam ettirebilmesi için daimi bir ihtiyaçtır. Ancak, güneş ışınları yerküreye ulaşana kadar atmosfer tabakasında bulunan katmanlarda filtrelenerek kırılmalar meydana gelir. Güneşten gelen gözle görülebilen dalga boylu ışınlar havanın başlıca iki bileşeni olan oksijen ve azot gazları sayesinde yansıtılarak yeryüzünü terk ederler. Kırılmalar sonucu yeryüzüne ulaşan ışınlar yerküre tarafından soğurularak yerkürenin ısınması sağlanır. Dönüşüm sonrasında oluşan ısının beraberinde yeryüzündeki atomların titreşmesi ile birlikte kızılötesi ışımalarda meydana gelmektedir. Oksijen ve azot gazları güneşten gelen ışınları yansıttığı gibi oluşan kızılötesi ışınları yansıtamazlar. Atmosferde bulunan oksijen ve azot gazları kızıl ötesi ışımaları yansıtamadıkları için atmosferde bulunan CO₂ ve CFC (kloroflorokarbon) gazları, bir kısmını soğurup bünyelerinde absorbe ederek atmosfer dışına atılmasına engel olurlar. Atmosferde gerçekleşen bu absorbe olayı havanın ısınmasına yol açar. Bunun sonucunda yerkürede ciddi hissedilir derecede atmosferi terk edemeyen bir ısı yükselmesi meydana gelir. Bu olay sera etkisi olarak adlandırılır (Akın, 2017).

Sera etkisinin kontrol edilememesi ile yeryüzünün ısının hızla artmaya devam etmesi sonucu küresel ısınma gün yüzüne çıkmıştır. Küresel ısınma hava sıcaklığının aniden yükselmesine sebep olmuştur. Bu ani ısınma ile birlikte sadece hava sıcaklıkları yükselmemiş aynı zamanda dünya üzerinde buzulların erimesi, okyanusların eriyen buzul kütleleri sonucu yükselmesi ile kıyı kesimlerinde toprakların su altında kalarak yok olması, mevsimsel sıcaklıkların üzerinde sıcaklıklar hissedilmesi, mevsim sürelerinin

değişmesi, mevsimsel olayların değişkenlik göstermesi, depremlerin artması gibi doğa olaylarının farklılaşması gözlemlenmiştir.

1.2. Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Önemi

Endüstriyel alanda hızla büyüyerek dünya ülkeleri arasında dikkatleri üzerine çeken Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi noktasında ciddi adımlar atmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarında enerji üretimi yapılırken çevreye yok denecek kadar az karbon salınımı gerçekleştirilir. Çevreye atık gaz atılmamasından dolayı temiz enerji kaynaklarıdır. Enerji kaynaklarının karbon emisyon değerleri Şekil 1.4’de verilmektedir.



Şekil 1.4. Enerji kaynaklarının karbon salınım değerleri (Özcan ve ark., 2017)

Şekil incelendiğinde mevcut şartlarda enerji kaynakları arasında karbon salınımı en yüksek enerji kaynağı taş kömürü ve ithal kömürdür. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en düşük karbon salınımı güneş enerjisinde gerçekleşmektedir. Güneş enerjisini rüzgar enerjisi ve biyogaz enerjisi takip etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile birlikte atmosfere egzoz karbon salınımı azalacağı için hava kirliliğinin önüne geçilmektedir. Hava kirliliğinin önüne geçilmesi ile birlikte dolaylı olarak su kirliliğinin de önüne geçilmiş olacaktır (Özcan ve ark., 2017).

Çevreci enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim arttıkça canlıların yaşam alanları da korunarak canlıların yaşamlarını daha rahat bir şekilde sürdürebilmeleri sağlanmış olup fosil yakıt kaynaklarından enerji üretilmesi ile ortaya çıkan karbon salınımı sonucunda yaşanan sera etkisi kontrol altına alınmış olacaktır. Böylelikle çevre dengesi sağlanmış olur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sonsuz olması, üretimlerinin tüketimlerinden hızlı olması fosil yakıtlara göre tercih edilmesindeki en önemli sebeplerden birisidir. Ayrıca, ekonomik ve yerli olmaları sebebiyle enerji konusunda ülkelerin dışa bağımlılığının önüne geçilebilir. Enerjinin doğal yollarla elde edilmesi ile birlikte yakıt maliyetleri azalacağı için işletme maliyetlerinde düşüşler gözlenecektir.

1.2.1. Güneş Enerjisi

Dünya'nın ihtiyaç duyduğu en büyük gereksinimi güneştir. Güneş taşımış olduğu enerji ile hem aydınlatma hem de ısıtma amaçlı dünya için yeterli bir kaynaktır. Nitekim güneşin çekirdeğinde meydana gelen olaylar neticesinde hidrojen gazının helyuma dönüşmesi ile birlikte açığa çıkan ışıma şiddetinin ortalama enerji değeri 1370 W/m^2 değerinde iken atmosfer tabakasında kırılarak yeryüzüne ulaşan ışıma enerjisi $0-1100 \text{ W/m}^2$ bant aralığında seyretmektedir (Karamanav, 2007). Bu ışıma enerjisi dünyanın elektrik ve ısı enerjisi ihtiyacını karşılamak için kullanılabilir. Güneş enerji kaynağı olarak düşünüldüğünde dışa bağımlı bir enerji kaynağı olmadığı ve çevresel bir zararı olmadığı için önemli bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Fotovoltaik güneş teknolojisi kullanılarak yarı iletken malzemeler sayesinde ışıma enerjisini doğrudan ısı ve elektrik enerjisine çevirerek kayıpsız enerji elde edilmektedir.

Güneş enerjisi çevreci ve kayıpsız enerji elde edilebilecek bir enerji kaynağı olarak cezbedici bir kaynak olsa da istikrarlı bir enerji üretimi söz konusu değildir. Güneş ışınlarının geliş açısının mevsimsel değişkenlik göstermesi güneş enerjisinin en büyük dezavantajı olarak gösterilebilir. Güneş enerjisinin çevresel etkisi düşünüldüğünde ise mevcut şartlarda santrallerin kurulum esnasında, geçici çevresel zararı, bölgesel olarak canlıların yaşam alanlarının sınırlandırılması ve santral panellerinin büyük olması nedeniyle görüntü kirliliğine sebep olmaktadır (Arı, 2017).

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının verimli kullanılabilmesi için Türkiye genelindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin incelenmesi için enerji potansiyel atlasları (GEPA) oluşturulmuştur (Anonim, 2017e). GEPA ile Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli incelendiğinde yıllık 2737 saat güneşlenme süresi ile birlikte toplam 1527 kWh/m².yıl enerji potansiyeli bulunduğu belirtilmiştir. Günümüzde Türkiye'de 1043 adet lisanssız, 2 adet lisanslı santral ile birlikte toplamda 832.5 MW enerji üreten kurulu güç bulunmaktadır (Anonim, 2017f).

1.2.2. Rüzgar Enerjisi

Güneş ışınları dünyanın eksenel konumu ve yapısı gereği sürekli olarak aynı açıda gelmemesinden dolayı yer yüzeyi ile atmosferi eşit oranda ısıtmazlar. Bu orantısız ısıtma sonucu sıcaklık ve basınç farkı oluşur. Oluşan basınç farkı ile birlikte hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınarak yükselir ve oluşan hava boşluğuna soğuk hava kütlesi yerleşir. Atmosferdeki bu yer değiştirme olayı rüzgarı meydana getirmektedir (Kıymaz, 2015).

Atmosferde bulunan rüzgar oluşumu esnasında kinetik enerji ile yüklenir. Rüzgarda bulunan kinetik enerji rüzgar türbinleri sayesinde mekanik enerjiye dönüştürülür. Dönüştürülen mekanik enerji ise elektrik enerjisine dönüştürülür. Elektrik enerjisi elde edilmek için kullanılan rüzgar türbinleri yüksek alanlarda hız profillerinin değişmeyeceği kuleler üzerine kurulurlar. Rotor ve gövdeden oluşan basit mekanizmalar olarak gözlemlenir. Rüzgar türbinlerindeki kritik nokta ise elde edilen enerji miktarının kurulumun gerçekleştiği kule yüksekliğinde bulunan rüzgar hızına bağlı olmasıdır (Eroğlu, 2017). Bu nedenle rüzgar enerjisinin verimliliği mevsimsel olarak değişmektedir.

Rüzgar enerji santralleri zaman geçtikçe kaynak tükenme sorununun olmaması, atmosferde serbest olarak bulunması ve kullanım sınırı bulunmaması ile birlikte santrallerin bakım maliyetlerinin oldukça düşük olması yenilenebilir enerji kaynaklarında rüzgar enerjisinin ön plana çıkmasını sağlayan avantajlara sahiptir. Bunun yanı sıra çevreyle ilgili hayatta özellikle kuşların hayatını olumsuz etkileme ile birlikte gürültü kirliliğine de sebep olması gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Rüzgar Enerjisi Dünya ülkelerinde ön plana çıktığı gibi Türkiye’de de ön plana çıkmaktadır. Türkiye’nin coğrafi konumundan dolayı diğer ülkelere nazaran oldukça ciddi bir rüzgar enerji potansiyeli bulunmaktadır. Türkiye 50 metre yükseklikte karasal alanda 37.8 GW’lık, deniz üstü alanlarda ise 10 GW’lık bir rüzgar potansiyeline sahiptir. Türkiye mevcut potansiyelinden günümüzde kurulu bulunan 158 adet rüzgar enerji santrali ile 6.4 GWh’lık elektrik enerjisi elde etmektedir (Tureb, 2017).

1.2.3. Hidroelektrik Enerji

Akarsuların akış debisine veya su miktarının düşüş hızına göre enerji miktarının belirlendiği enerjidir. Akan suyun gücünden elde edilen enerji olmasından dolayı akarsu çevrelerinde bulunan ülkeler için önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye’nin de üç tarafının sularla çevrili olması nedeniyle değerlendirilmesi gereken önemli bir potansiyele sahiptir. Enerji elde edilmesi hızlı olması ve sulama gibi diğer faaliyetlerde de kullanılabilmesi için tercih edilebilir bir enerji kaynağıdır. Elde edilebilecek enerji miktarı dönemsel yağış miktarlarına bağlı yorumlanabilir. Bu durumda hidroelektrik enerji kaynaklarının verimi de mevsimsel değişkenlik göstermektedir.

Hidroelektrik santrallerde hidrojen gazının elde edilmesi için uygulanan işlemler sonucunda atmosfere karbon gazı salınımı gerçekleşmediği için herhangi bir tehlike arz etmemektedir. Ancak, ekolojik dengeye olan etkisi incelendiğinde ana kaynak su olduğu için yerleşim yerlerine yakın olan tesislerin yerleşim alanların sel altında bırakma riski bulunmaktadır.

Türkiye’nin Hidroelektrik enerji potansiyeli incelendiğinde şu anda mevcut değerlendirilebilir 216 GW’lık potansiyel bulunmaktadır. Bu potansiyel teorik olarak dünya hidroelektrik enerji potansiyelinin %1’ni oluşturmaktadır. Türkiye günümüzde kurulu bulunan 597 hidroelektrik santrali ile bu potansiyelin 71,852 GWh’ni kullanmaktadır (Anonim, 2018a).

1.2.4. Jeotermal Enerji

Yerkürenin katmanları altında enerji potansiyeli bulunmaktadır. Bu kaynaklar direkt veya dolaylı yollar ile kullanılarak değerlendirilebilecek enerji türüdür. Jeotermal kaynak olarak tanımlanan bu kaynaklar turizm, mineral üretimi gibi farklı sektörlerde kullanıldığı gibi enerji sektöründe de kullanılmaktadır. Mevcut potansiyel enerji ile elektrik üretebilmek için yer altında bulunan suyun ısıtılarak buharlaştırılabilmesi için ayrıca enerjiye ihtiyaç bulunmamaktadır (Coşkun, 2013). İhtiyaç duyulan ısıyı kendi bünyelerinde taşıdıklarından dolayı verimleri oldukça yüksektir. Verimlerinin yüksek olmasına rağmen dezavantajları diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha fazladır. Bu dezavantajların başında ise diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasında tek tükenebilir yenilenebilir enerji kaynağı olması gelmektedir.

Çevreye verilen zararın önüne geçilmesi için yapılarında bulundurdukları zararları kimyasalların temizlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden enerji üretimi öncesinde sistemde geri basma işlemi yapılmaktadır. Bu işlem ise diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre ekstradan işlem aşaması olarak görülmektedir. Ayrıca, kaynak temini için yapılan hazırlıklar ve temin süreci oldukça maliyetlidir. Maliyetle beraber yapılan sondaj çalışmaları için gerekli çalışma alanları oluşturmak için yaşam alanlarını dolaylı olarak kısıtlamaktadır.

Günümüzde Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli 31,500 MW olarak değerlendirilmekte olup Dünyada jeotermalden elektrik üretimi yapan ülkeler arasında il beş ülke arasında yer almaktadır. Ülkemiz jeotermal enerjiden elektrik üretiminde Amerika Birleşik devletleri, Filipinler ve Endonezya'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Türkiye 2017 Ekim ayı sonu itibariyle elektrik üretimi için uygulama sahası 25 adet iken elektrik üretimi 1019 MWh olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2018b).

1.2.5. Dalga Enerjisi

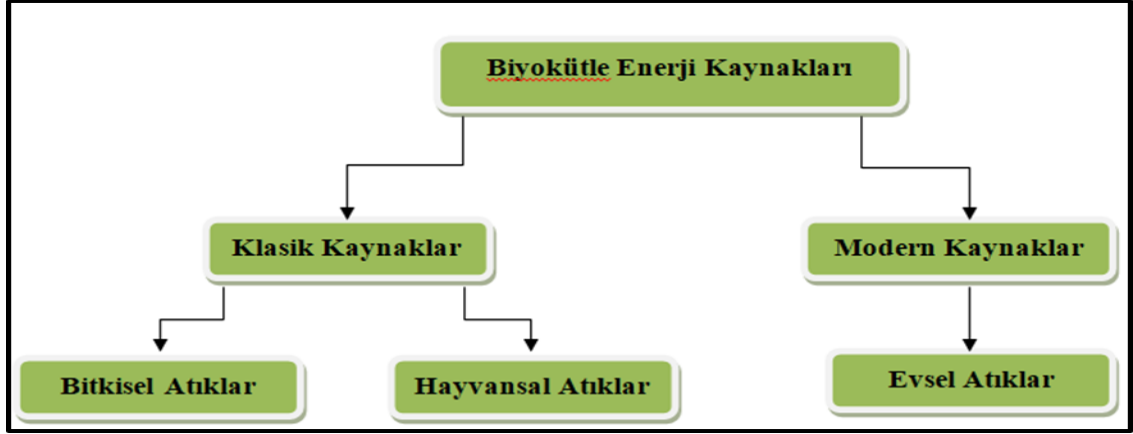
Yenilenebilir enerji kaynakları arasında kullanım için en az tercih edilen enerji kaynağıdır. Dünya'nın %70'nin su olduğu düşünülürse dünya değerlendirilmesi gereken çok ciddi bir enerji potansiyeline sahiptir. Deniz ve akarsularda oluşan dalgalanma hareketleri neticesinde meydana gelen basınçtan elde edilen enerji türüdür. Enerji üretimi başlangıcı için hiçbir enerji gereksinimi duymazlar. Çünkü sistemin çalışma prensibi mekaniktir. Çevreye hiçbir atık veya gaz salınımı olmamasına rağmen görüntü ve gürültü kirliliğine yol açmaktadır. Denizlerde bulunan enerji, dalga jeneratörleri yardımı ile doğal ve sürdürülebilir enerji üretimi sağlanmaktadır. Mekanik çalıştığı için herhangi bir yakıt ihtiyacı yoktur. Böylece, çevreye herhangi bir atık veya salınımı bulunmaz. Her dalga boyu için ayrı bir dalga jeneratörüne gereksinim duyulması ve iklim olaylarından fazlasıyla etkilenmesi yenilenebilir enerji kaynakları arasında dalga enerjisinin en büyük dezavantajıdır.

Ülkemizde henüz dalga enerjisinden elektrik üretimi gerçekleştiren bir santral bulunmamakta birlikte Türkiye kıyılarının beşte birinden yararlanılarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyeli 18,5 milyar kWh düzeyindedir (Üstün, 2010).

1.2.6. Biyokütle Enerjisi

Temellerini canlıların oluşturduğu organik atıkların oksijensiz fermantasyonları sonucu meydana gelen gazlara biyogaz denir (Karayılmaz ve ark., 2011). Biyokütle enerjisi, temelinde hidrojen bulundurmeyen bir kaynak olması nedeniyle geniş bir kullanım alanına sahiptir. (Sriram, 2005). Biyokütle enerji kaynaklarının en genel sınıflandırılması Çizelge 1' de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde Biyokütle enerjisinin temel kaynağı aslında, fosil yakıtlarında temel kaynağını oluşturan hayvansal ve tarımsal bitkisel atık ve artıklar olarak tanımlanan organik atıklardır. Organik atıkların doğal yöntemler ile ayrışarak enerji kaynağı olabilmesi için yüzyıllar geçmesi gerekmektedir. Bu yüzden fosil yakıt kaynaklarının devamlılığı söz konusu değildir. Bunun yanı sıra modern kaynaklar olarak tanımlanan evsel atıklar da biyokütle enerji kaynaklarının temelini oluşturan kaynaklardandır.

Çizelge 1.1. Biyokütle enerji kaynakları



Fosil yakıtların, tüketimi üretiminden hızlı olduğu için devamlılığı yoktur. Ancak, biyokütle enerjisi için bu durum farklılık göstermektedir. Çeşitli fermantasyonlar ile birlikte yüzyıllar sürebilen bahsi geçen bu dönüşüm kısa sürede sağlanarak kaynak haline getirilebilir. Gerçekleşen fermantasyon sonucu organik atıklarda bulunan metan ve karbondioksit gazları ayrıştırılır. Biyokütle enerjisi elde edilirken bu süre minimuma indirilir ve devamlılığı sağlanır. Gerçekleştirilen üretim yöntemleri sayesinde daha verimli enerji kaynakları elde edilir.

Biyokütle enerjisi diğer enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında oldukça önemli bir verime sahiptir. Enerji kaynaklarının kalori verimleri Çizelge 1.2’de görülmektedir (Abbasi, 2012). Çizelge incelendiğinde günümüzde en yüksek kaloriye sahip olan doğalgazdır. Doğalgazı takip eden en önemli kaynak ise biyokütle enerjisidir. Buradan da anlaşılacağı gibi yenilenebilir enerji kaynakları arasında değerlendirildiği takdirde en verimli kaynak biyokütle enerji kaynağıdır.

Canlıların atıkları doğaya bırakıldıkları süreç içerisinde ayrıştırılarak atmosfere yoğun bir şekilde metan gazı salınımı gerçekleştirirler. Gerçekleştirilen bu salınım atmosferi terk etmemesi nedeniyle güneş ışınlarını kendi bünyesinde absorbe edeceğinden dolayı yeryüzü sıcaklıklarının artmasına sebep olmaktadır. Ancak, günümüzde atıkların çok yönlü olarak geri dönüşümünün sağlanması için imkanlar geliştirilmektedir. Bu geri dönüşüm işlemleri biyogaz enerjisi kaynağı elde etmek içinde kullanılmaktadır.

Çizelge 1.2. Enerji kaynaklarının kalori verimleri (Abbasi, 2012)

Enerji Kaynakları	1 m³ Enerji Miktarı (Kcal/h)
Doğalgaz	8500
Biyogaz	5000
Kömür	4500
Elektrik	860

Hayvansal atıkların geri dönüşüm işlemleri planlandığında hem biyogaz enerjisi elde edilebilecek kaynak oluşturulurken, aynı zamanda hayvansal atıklardan birinci sınıf tarım alanında kullanılmak üzere gübre elde edilebilmektedir. Bu sayede atık olarak düşünülen ve zararlı kimyasal gazları içinde barındıran hayvansal atıklar aslında hem enerji hem de tarım sektörü için ayrı bir kaynak haline gelmektedir. Gübre olarak kullanılmayan ama zararlı kimyasallardan arındırılan atıklar ise tezek haline getirilerek yakılır ve ısı enerjisi olarak da kullanılabilir. Ayrıca, burada tarım alanında kullanılmak üzere elde edilen gübre depolanabilir ve görmüş olduğu işlemler neticesinde kokuya sebep olan metan gazı ayırt edildiği için kokmayacağı için çevresel sorun olmaktan da çıkmış olmaktadır.

Biyokütle enerjisi kaynaklarının değerlendirilmesi çevresel temizleme sistemi olarak da düşünülebilir. Çünkü enerji elde edilmesi ile birlikte atık ve artıklar yok edilir. Son dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin artması ile biyokütle enerjisinin de önemi artmaya başlamıştır. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına nazaran biyogaz enerjisi depolanabilir. Ayrıca, hayvansal atıkların kaynak olarak kullanılması için gereken tedbirler alınarak stoklanması ile istenilen zamanda ve yerde kullanılabilir. Biyogaz enerjisi elde edilme yöntemleri göz önüne alındığında gerçekleştirilen fermentasyon yöntemleri doğal yollar ile gerçekleştirilmesinden dolayı yaşam döngüsünü tamamlayıcı bir faaliyettir. Çünkü gerçekleştirilen fermentasyon sonucunda atık ve artıklar toprağa kazandırılırken verimli topraklarda yetişecek olan bitkilere zarar verebilecek olan organizmalar yok edilir ve tarıma elverişli alanlar elde edilir.

1.3. Dünyada Biyogaz Enerjisi Durumu

Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gün geçtikçe artmıştır. Dünyadaki fosil yakıt rezervlerinin tükenmeye başlamasının endişesi ile yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim dünya çapında hızla artmıştır. Son yıllarda ülkelerin enerji sektöründeki yönelimleri Çizelge 1.3’de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde Çin ve ABD yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim konusunda diğer dünya ülkelerine öncülük etmişlerdir. Biyokütle Enerji üretimi konusunda öncülüğü Almanya yapmasına karşın ABD ve Brezilya bu konuda daha yoğun bir yönelim sergilemektedir. Bunun yanı sıra Türkiye yenilenebilir enerji yönünden Jeotermal enerjiye yönelim konusunda dünyada birinci sırada yer alırken ABD ve Meksika sırasıyla ikinci ve üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemiz Hidrolik enerjiye yönelim konusunda da Çin ve Brezilya’dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2012).

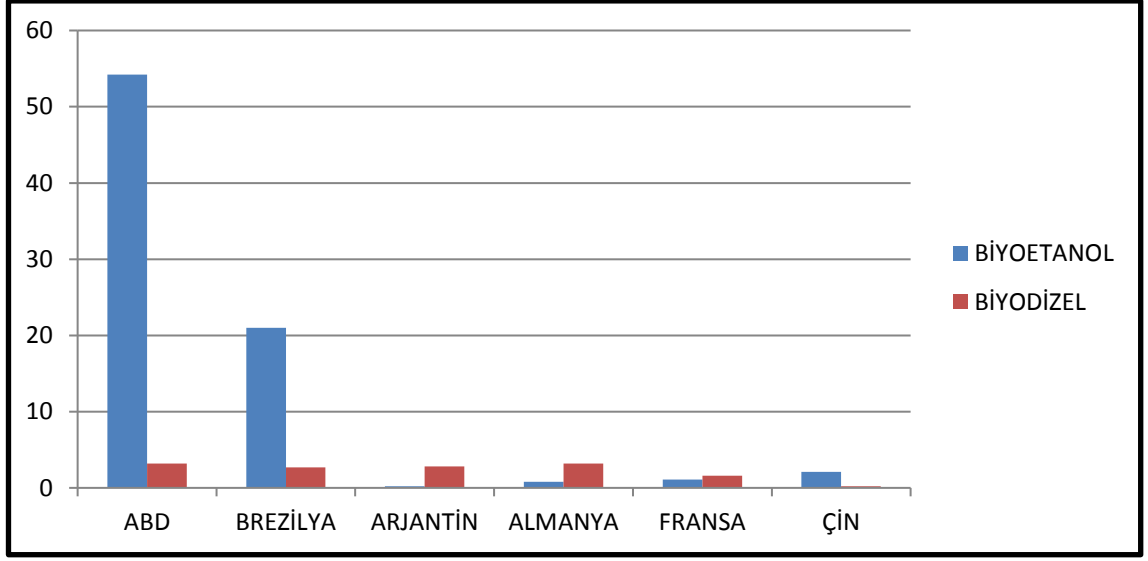
Çizelge 1.3. Dünya ülkelerinin enerji sektöründeki yönelim sıralaması (Anonim, 2012).

	1. Sıra	2. Sıra	3. Sıra	4. Sıra	5. Sıra
Yenilenebilir Enerji Yatırımları	Çin	ABD	Japonya	Birleşik Krallık	Hindistan
Jeotermal Enerjiye Yönelim	<u>Türkiye</u>	ABD	Meksika	Kenya	Almanya
Hidrolik Enerjiye Yönelim	Çin	Brezilya	<u>Türkiye</u>	Hindistan	Vietnam
Güneş Enerjiye Yönelim	Çin	Japonya	ABD	Birleşik Krallık	Hindistan
Rüzgar Enerjiye Yönelim	Çin	ABD	Almanya	Brezilya	Hindistan
Biyogaz Enerjisine Yönelim	ABD	Brezilya	Almanya	Arjantin	Fransa
Etanol Yakıtlara Yönelim	ABD	Brezilya	Çin	Kanada	Tayland

Biyokütle enerjisi kaynaklarının depolanabilir olması ve kaynaklarının kısa vadede organik olarak elde edilmesi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre dünyada sanayileşme alanında yol kat etmiş ülkeler için ön plana çıkmaktadır. Sanayileşmenin hızla gelişmiş olmasından dolayı Avrupa kıtasında hayvansal atık ve artıklardan metan gazının elde edilmesi için gerekli olan anaerobik fermantasyon sistemleri geliştirilmiştir. Bu yüzden biyokütle enerjisi üretimde dünyada öncülüğü Avrupa kıtası gerçekleştirirken Kuzey Amerika ile Güneydoğu Asya kıtaları takip etmeye başlamıştır (Anonim, 2012).

Dünya genelinde incelendiğinde biyogaz enerjisi üretim tesisleri endüstriyel ve şahıs sistemleri olarak iki kolda değerlendirilmektedir. Almanya öncülüğünde merkezi üretim tesisleri kurulumları gerçekleştirilirken Çin'de ise biyogaz üretim tesisleri genel olarak şahıs bazlı yaygınlaşmıştır. Çin'de gerçekleştirilen biyogaz enerji üretiminin genel kaynağı olarak ise domuz atıkları kullanılmaktadır. Çin'de bulunan şahıs tesisleri genellikle aile tipi olmakta iken Hindistan biraz daha büyük kapasiteli tesisler oluşturarak çiftlik boyutunda üretim tesisleri inşa etmiştir. Hindistan'ın kırsal kesimde bulunması ve sahip olduğu sığır miktarı toplam hayvan miktarının %50-80 civarındadır. Hindistan'da değerlendirilebilecek ciddi bir biyogaz potansiyeli ve bu potansiyelin değerlendirilebilecek tesis kapasitesi bulunmakta iken tesislerin bakımlarının düzenli yapılmaması ve tesislerin kaynak sağlanması esnasındaki planlama hatalarından dolayı verim alınamamıştır. Almanya'nın öncülük ettiği merkezi üretim tesislerini Danimarka geliştirmiş ve hayvansal atıklarla beraber organik evsel ve endüstriyel atıkları da değerlendirmek üzere çalışmalar yapmışlardır. Günümüzde Dünya'da biyogaz enerjisi tesisleri yaygınlaşmaya başlamış ve üretim için doğada değerlendirilmesi gereken ciddi bir potansiyel bulunduğu görülmektedir. Doğada yıllık olarak 150 milyar ton biyokütle enerjisi üretilmektedir (Koçar ve ark. 2010).

Dünya'da mevcut şartlar altında Biyokütle enerjisinden elde edilen enerji türü genel olarak sıvı halde elde edilen biyoetanol ve biyodizel yakıtlardır. Dünya ülkelerinde elde edilen biyokütle yakıtlarının dağılımı Şekil 1.5'de verilmektedir. Şekil incelendiğinde ABD'nin Biyokütle enerji kaynaklarının değerlendirilerek enerji elde edilmesi konusundaki üretimi dikkat çekmekte olup biyokütle enerji üretiminin yaklaşık olarak % 57.2 sini karşılamaktadır. ABD yi ise % 23.3 ile Brezilya, % 3.9 ile Almanya, % 3.1 ile Arjantin takip etmektedir (Koç ve ark., 2013).



Şekil 1.5. Dünya ülkelerinde elde edilen biyokütle yakıtlarının dağılımı

1.4. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

Hızla gelişen dünya ülkelerinde olduğu gibi gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye’de de yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru bir yönelim söz konusudur. Türkiye’nin jeopolitik konumu ve coğrafi şartları göz önüne alındığında diğer ülkelere göre değerlendirilmesi gereken ciddi bir yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeli mevcuttur. Sanayileşme ile doğru orantılı olarak enerji ihtiyacını karşılamak ve enerji kaynaklarının tükenme riskini ortadan kaldırmak için yapılan çalışmalar aynı zamanda teknolojik gelişmelere de hız kazandırmıştır. Tüm dünyada teknik ve ekonomik olarak yeterliliğini kabul ettirmiş olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını sağlayan bu teknolojiler, Türkiye’de bulunan zengin kaynak potansiyeline ve yeterli teknolojik alt yapıya sahip olmasına rağmen düşünülen verim elde edilememiştir. Bu teknolojiler sadece sayıca az endüstriyel arıtma tesisleri dışında hayata geçirilememiştir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi için gerekli olan tesislerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve gerekli olan mevzuatlar kısmındaki eksikliklerin yatırımcıları zorlamasından dolayı yatırımcılar çekinmiş ve yatırımcıların biraz geri adım atmasına sebep olmuştur. Ancak, son dönemlerde mevzuatlarda yapılan düzenlemeler, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini gündeme getirmek için yapılan teşvikler ve

Türkiye'nin 2023 Enerji hedefleri yatırımcıları rahatlatmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim hızla artmaya başlamıştır.

Son derece iyi niyet ve istekle başlatılan ilk dönemlerdeki yenilenebilir enerji kaynakları tanıtım çalışmaları, tercih edilme ve yaygınlaştırma çalışmaları, çeşitli teknik ve planlama eksiklikleri nedeniyle başarıya ulaşamamıştır. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş, rüzgar ve biyokütle enerjisi gibi daha çevreci ve kolay temin edilen enerji kaynakları tercih edilmektedir.

Türkiye endüstriyel gelişmeleri takip ederek hızla bu gelişmelere ayak uydururken bir yandan da bu gelişmelerin sonucunda açığa çıkan enerji ihtiyacını sorunsuz ve sonsuz olarak çözmek istemiştir. Türkiye'nin sorunu çözmek adına önemli çalışmalar yapmış ve Türkiye'nin enerji politikası oluşturulmuştur. Yeni oluşturulan enerji politikası çerçevesinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artırılmıştır. Türkiye'nin bulunduğu konum itibarıyla yenilenebilir enerji kaynakları olarak da fosil yakıt kaynakları olarak da oldukça zengin bir coğrafyaya sahiptir.

Türkiye hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal gibi yenilenebilir kaynakları potansiyelinin yüksekliğinden kaynaklı olarak 2023 yılında bu kaynaklara dayalı elektrik üretiminde iddialı hedefler belirlenmiştir. Bu kaynakların daha fazla kullanımı ile yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı en az % 30'a yükselmesi planlanmaktadır (Yılmaz, 2012).

Türkiye'nin enerji üretimi incelendiğinde enerji piyasasında dışa bağımlılık mevcuttur. Enerji üretimi için kullanılan kaynakların ithal olarak temin edilmesi neticesinde enerji piyasasında pahalı enerji üretimi hakim olmuştur. Türkiye enerji ihtiyacının artması ile enerji masraflarının yükselmesinin önüne geçebilmek için yerli enerji üretimine yoğunlaşarak enerji sektöründe dışa bağımlılığı azaltıp piyasaya ucuz enerjinin hakim olmasını hedeflemiştir.

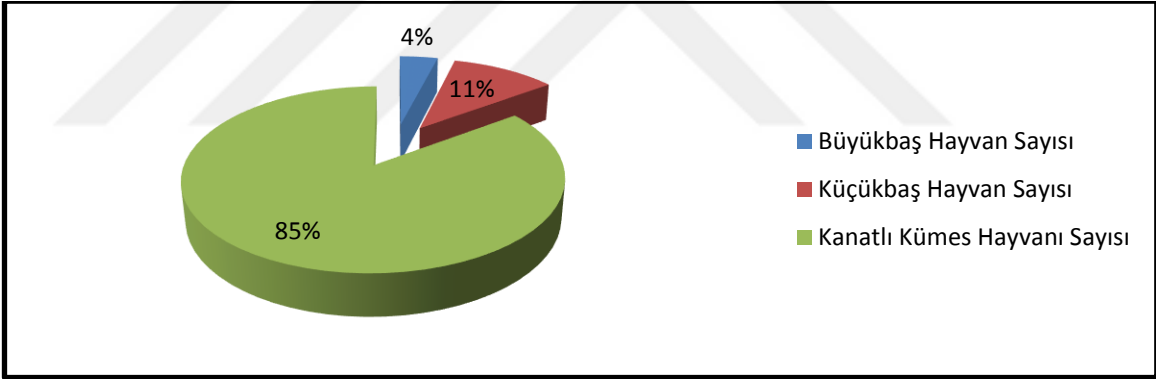
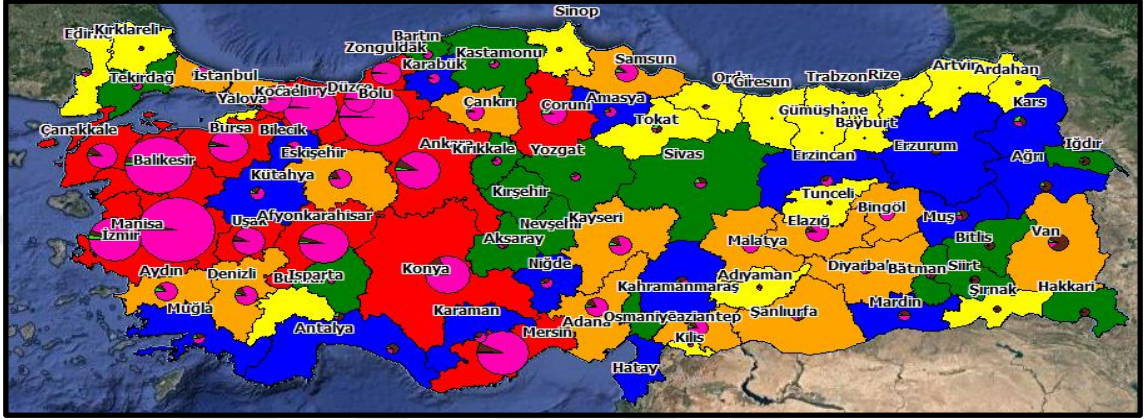
1.5. Türkiye’de Biyogaz Enerjisi Durumu

Türkiye sanayileşmede hızla büyürken yapılan çalışmalar ve sürekliliği için en önemli temel ihtiyaçlarından birisi olan enerjiyi diğer ülkeler gibi sorun yaşamadan tedarik etmeyi amaçlamıştır. Tüm dünyada gündeme gelen fosil yakıt rezervlerinin kısıtlı olması ve tükenmesi endişesi ile Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Türkiye son dönemlerde yenilenebilir enerji kaynakları biraz da profesyonel olarak gündemine getirmiş ve Ar-ge çalışmalarına ağırlık vermiştir.

Bu gelişmeler ile birlikte enerji alanında dışa bağımlılığı yok etmek amacıyla yatırımcıları birçok farklı teşvikle destekleyerek yatırımcıların güvenle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimini sağlamış olup kendi enerjisini üretmek için çalışmalarda bulunmaktadır. Fosil yakıtların piyasalarının dalgalı olmasından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarını ön plana çıkarmak için çalışmalar yapılmaktadır. Teşviklerle birlikte yatırımcıların daha rahat çalışabilmesi için Türkiye Hedef 2023 politikası gereğince Enerji politikalarında ciddi adımlar atmış ve Türkiye’nin bölgesel yenilenebilir enerji kaynakları atlasları çıkartılarak verimlilik analizleri yapılmış ve kullanılacak enerji potansiyellerini rahatlıkla inceleyebilecekleri uygulamaları hayata geçirmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimden hızlı üretime cevap verebilmesi ve sorunsuz kaynak temini olması sebebiyle Türkiye’nin önem verdiği bir konudur. Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına gereken önemin verilerek yaşam alanlarına verilen zararların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Türkiye’nin coğrafi konumu ve geçim kaynakları incelendiğinde değerlendirilmesi gereken önemli oranlarda rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik enerjisi, biyokütle enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli mevcuttur. Ancak, birçok yenilenebilir enerji kaynağının tam verimle kullanılması mümkün olmadığından istenilen potansiyelde enerji elde etmek mümkün olmamaktadır Çünkü yenilenebilir enerji kaynakları çoğunlukla mevsimsel değişikliklere göre değişkenlik gösterirler. Ancak, biyokütle enerjisi için mevsimsel değişiklikler sorun teşkil etmemektedir. Düzenli bir organizasyon ile sorunsuz ve kesintisiz bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Biyokütle enerjisi Dünya’da olduğu gibi Türkiye de öncelikle kırsal alanlarda ısı enerjisi elde edebilmek için kullanılmaya başlamıştır. Türkiye’nin en önemli geçim kaynakları arasında tarım ve hayvancılık bulunmaktadır. Çünkü günümüzde Türkiye’de toplam nüfusun yaklaşık %35’i tarım ve hayvancılık ile

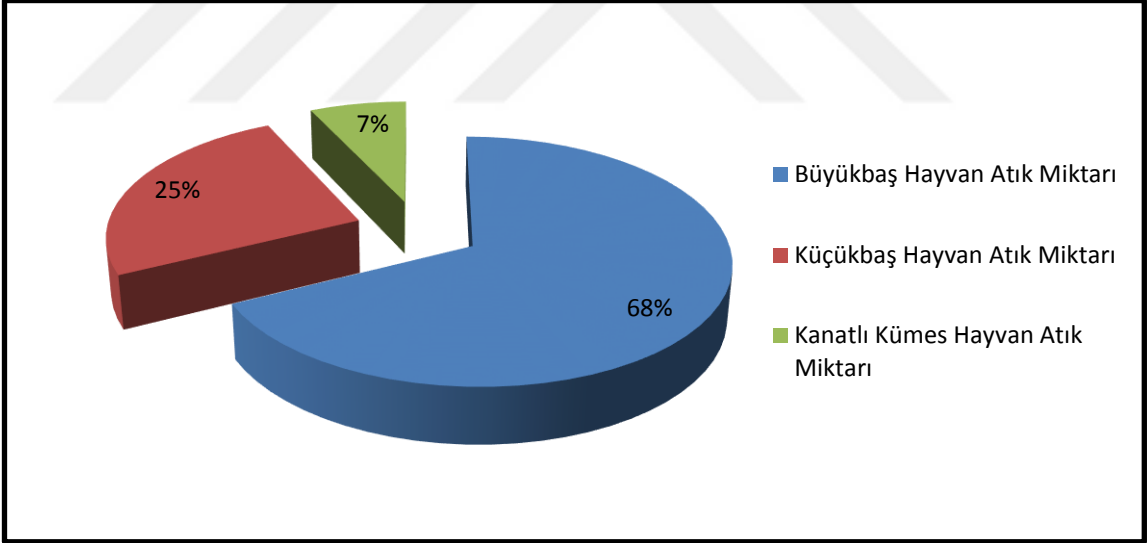
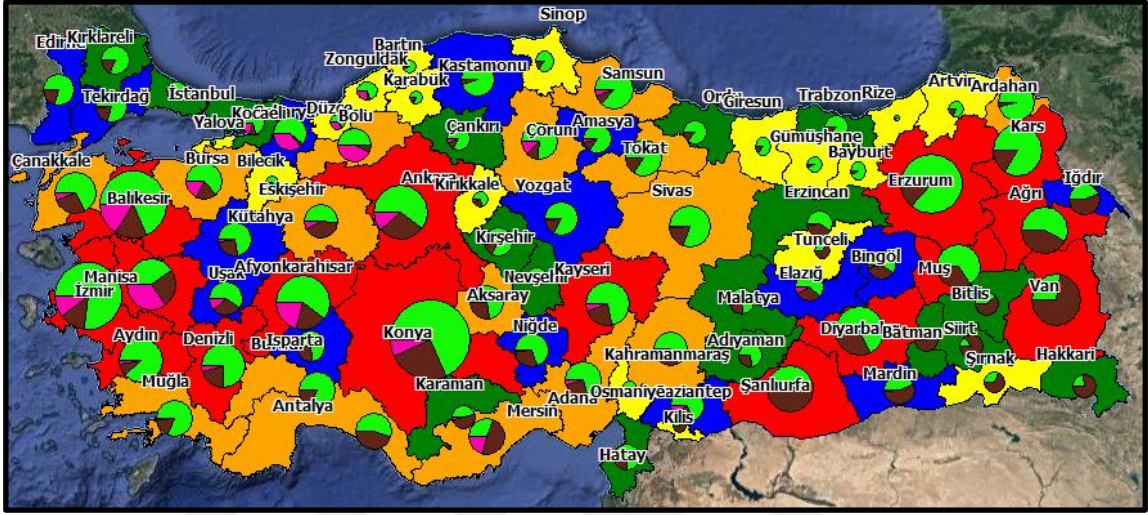
geçimini sağlamaktadır. Tarım alanında yıllık olarak 62 milyar dolar düzeyinde bir üretim söz konusudur. Türkiye'nin gerçekleştirmiş olduğu toplam ihracatın yaklaşık % 13.2' lik kısmını da tarım ürünleri oluşturmaktadır (Anonim, 2016). Tarım ve hayvancılık alanında bulunan potansiyel göz önüne alındığında biyokütle enerjisi cazip gelen ve enerji sektöründe değerlendirilmesi gereken bir kaynak olduğu ön plana çıkmakta ve biyokütle enerjisine yönelim artmaktadır.



Şekil 1.6. Türkiye genelinde bulunan hayvan yoğunluğu

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına teşviklerin artırılması, yatırımcılara devletin sunduğu imkanların genişletilmesi, biyokütle enerjisi için kaynak olarak kullanılan hammaddelerin depolanarak nakledilebilmesi ve stoklanması bu artışı tetiklemektedir. Türkiye genelinde bulunan hayvan yoğunluğu Şekil 1.6'da verilmektedir. Şekil incelendiğinde Türkiye'de bulunan hayvanların % 23'nü büyükbaş hayvanların, %49'nu küçükbaş hayvanların ve % 28'lik kısmını ise kanatlı kümes hayvanlarının oluşturduğu görülmektedir.

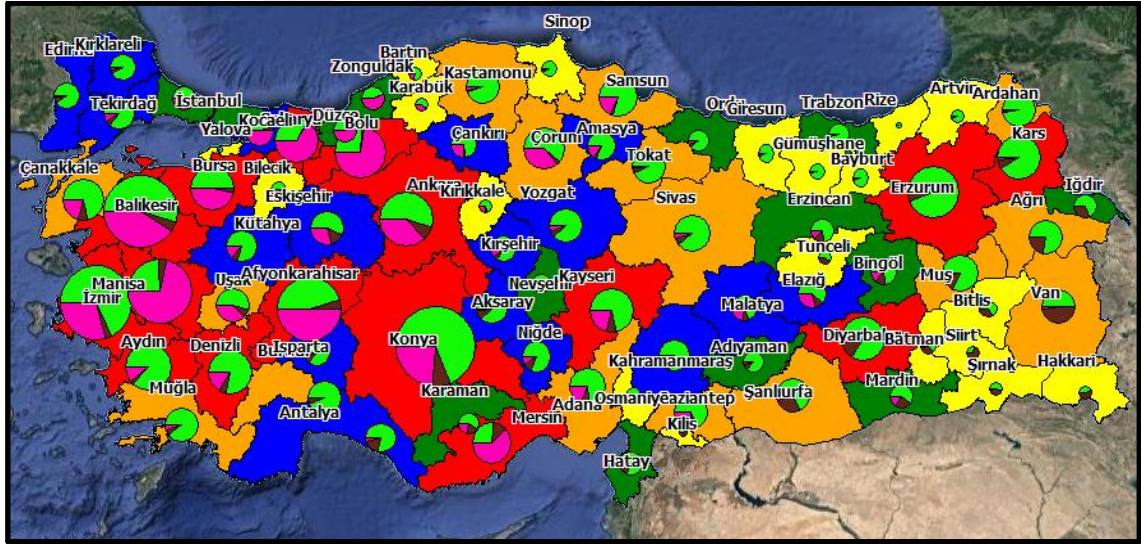
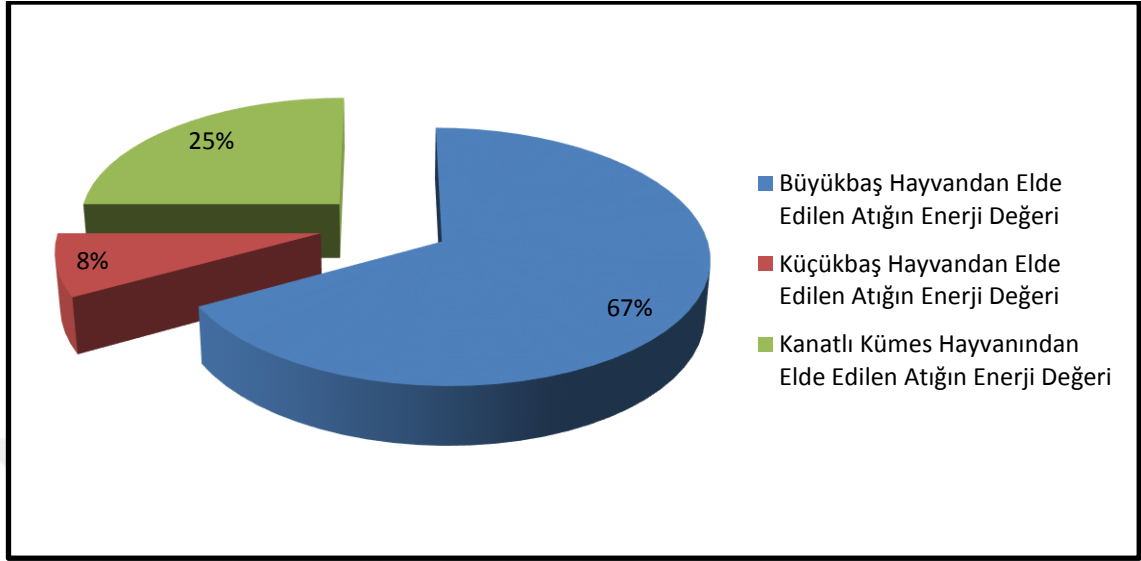
Türkiye geneli hayvansal atık miktarları dağılımı Şekil 1.7’de verilmektedir. Şekil incelendiğinde en fazla atık miktarının % 68 oranında büyükbaş hayvanlardan, % 25 oranında küçükbaş hayvan ve % 7 oranında ise kanatlı kümes hayvanlarından elde edildiği, biyogaz enerji üretimi içinde kullanılabilir kaynaklar arasında potansiyeli en yüksek kaynak büyükbaş hayvanların atığı olduğu görülmektedir.



Şekil 1.7. Türkiye geneli hayvansal atık miktarları dağılımı

Türkiye geneli hayvan atık enerji değeri Şekil 1.8’de görülmektedir. Burada, TEP/yıl değerlerinde enerji analizi yapılmıştır. Ülke geneli biyogaz enerji değeri irdelendiğinde % 67 oranında büyükbaş hayvan atığından elde edilen enerji değeri

olduğu, bunu % 25 ile küçükbaş hayvan atıklarından elde edilen enerji değeri ve % 8 ile kanatlı kümes hayvandan elde edilen atığın enerji değerleri takip etmektedir.



Şekil 1.8 Türkiye geneli hayvan atık enerji değeri

Bu potansiyel göz önüne alındığında Türkiye’de değerlendirilmesi gereken çok önemli bir biyogaz enerji potansiyelinin olduğu görülmektedir. Son dönemlerde sera etkisinin hissedilir boyutlarda artması neticesinde Türkiye’de iklimsel değişikliklerin anlık olarak yaşanması ve salgın hastalıkların artış göstermesi Türkiye’nin Kyoto protokolü kararlarını uygulamaya almasını hızlandırmıştır. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim hızla artmış ve biyokütle enerjisi ön plana çıkmaya başlamıştır. Potansiyelin fazla olmasına karşın önemi yavaş yavaş anlaşılmış ve değerlendirilmesi için

ağır adımlar atılmıştır. Ancak, son dönemlerde yapılan teşvikler ve Türkiye'nin enerji eylem planları sayesinde biyokütle enerji santrallerinin önemi artmış ve çalışmalar yoğunlaşmıştır. Ayrıca, Türkiye'de kısa süreli ve basit mekanik sistemler ile doğalgaz ve LPG yerine kullanılabilir hale getirilen biyokütle enerji çeşitlerinden biyogaz gündemde bulunmaktadır. Doğalgaz ve LPG yerine yakıt olarak biyogaz tercih edildiğinde karbon salınımının onune geçilmiş olacaktır (Boyacı, 2017).

Türkiye deki ilk biyogaz enerjisi alışması Toprak ve Gübre Araştırma Enstitusu'nde 1957 yılında gerçekleştirilmiştir. Tarım ve hayvancılığın gelişmesinin yanında Tarım Bakanlığı bünyesinde Toprak Su Araştırma Enstitusu 1963 yılında Eskişehir ve orum İlleri ve çevresinde deneme istasyonları kurulmuş ve biyogaz üretimi verimleri incelenmiştir. Bu girişimler neticesinde ilk üretimler gerçekleştirilmiş olmasına rağmen çiftçilerin yeteri kadar bilinçlendirilerek eğitilmemesi, devletin finans desteğini yeterince sağlayamaması ve üretim tesislerine yeteri kadar önem verilmemesinden dolayı ilk girişimler başarısızlık ile sonuçlanmıştır (Karayılmaz ve ark., 2011).

Türkiye'nin coğrafi konumu sebebiyle UNICEF Türkiye'de bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarını faaliyete geçirmek istemiştir. Bu yüzden 1980 yılında Türkiye'deki biyogaz enerji potansiyelini değerlendirmek istemiş ve gerekli olan teknik ve finans desteğini sağlayarak üretim tesisleri kurmak için girişimlerde bulunmuştur (Ertem, 2011). Ancak, bu girişimde de bilgi ve tecrübe eksikliği, yapılan çalışmaların yeterince desteklenmemesi ve sahiplenilmemesi ile birlikte üretim esnasındaki organizasyon eksiklikleri neticesinde istenilen verim alınamamıştır. Bu yüzden bu girişimde olumsuzluk ile sonuçlanmıştır.

1.6. Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı

Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı YEGM Avrupa Parlamentosu'nun ve 23 Nisan 2009 yılında Avrupa konseyinin 2009/28/EC sayılı direktifinden ilham alarak 2013-2023 yılları arasındaki 10 yıllık ulusal yenilenebilir enerji eylem planı hazırlamıştır. 2009/28/EC direktifinde 2020 yılına kadar üye ülkelere iddialı hedefler belirlenmiş olup AB'nin yenilenebilir kaynaklardan üretilmiş enerji payının %

20' ye ulaşmasına ve yenilenebilir enerji payının % 10'nunun özellikle ulaşım sektöründen kaynaklanması hedeflenmiştir (Tuyep, 2014).

1.6.1. Eylem Planının Gerekçesi

Türkiye hızla gelişen bir ülke olduğu için fosil yakıt rezervlerinin tükenme endişesi ile karşı karşıya kalan ülkelerin başında gelmektedir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi hızlandırmıştır. Bu yönelimin desteklenmesi ve teşvik etmesi amacıyla beraber Türkiye'nin bulunduğu girişimler içerisinde önemli yer teşkil eden girişim Avrupa Birliği'ne aday ülke olmasıdır. Enerjinin ve çevresel sorunların AB müzakerelerinde önemli bir detay olmasından dolayı Türkiye yenilenebilir enerji eylem planının hazırlanması için çalışmalar başlamıştır. Dünya ekonomisinde on yedinci, Avrupa ekonomisinde ise altıncı en büyük ekonomiye sahip olan Türkiye büyüyen bir ülke olduğunu kanıtlamıştır. Hızla gelişen Türkiye büyüyen ekonomisi ve hızla gelişen endüstriyel sanayileşme ile birlikte enerji ihtiyacı da dolaylı olarak artmaktadır (Anonim 2017k).

Türkiye'nin 2023 hedeflerinin içerisinde enerji vizyonu da çizilmiştir. Enerji planlanmasında öncelik yerel kaynaklara verilerek yerel kaynaklardan enerji üretiminde gelişmeler ile beraber, kaliteli ve ekonomik üretim yöntemleri hedeflenmiştir. Enerji üretimi gerçekleştirilirken maksimum verimli çevre dostu üretimler gerçekleştirilmesi planlanarak üretimi gerçekleştirilen enerji ile birlikte enerji piyasasında büyük bir rant sağlanmak amaçlanmaktadır. Uluslararası enerji üretim yöntemleri Türkiye'ye getirilerek yatırımlarda aktif olarak görev alıp enerji tüketimini kişi başı 3.5 TEP artırılması ile birlikte 2023 yılı itibariyle enerji tedarikininin 100 GW yükseltilmesi planlanmıştır (Karagöl ve ark., 2017).

Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması ile birlikte Türkiye genelinde değerlendirilebilecek ciddi potansiyele sahip biyokütle enerjisi teknolojileri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Kırsal ve kentsel bölgelere uygun prototip biyogaz tesis uygulamaları yapılarak atıkların yönetimi konusunda geliştirme çalışmaları yapılması planlanmıştır. Biyokütle enerji tesislerini desteklemesi amacıyla enerji bitkilerinin yetiştirilerek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Mevcut şartlar altında Türkiye 2000 adet biyogaz tesisi işletebilecek bir hayvansal atık potansiyeline sahiptir. Ancak,

potansiyelin bu kadar yüksek olmasına rağmen günümüzde Türkiye’de toplam 85 adet biyogaz tesisi bulunmakta iken bu tesislerin sadece 35 tanesi aktif olarak çalışmaktadır. (Ünvar, 2017)

Türkiye enerji politikasını hazırlayarak hayata geçirirken şeffaf faaliyetler ışığında ulusal ve politik güvenlik göz önünde bulundurulmuştur. Ar-ge faaliyetleri için yatırımcılara teşvik amaçlı yenilikçi çalışmalar ile ön ayak olmayı hedeflemiştir. Türkiye’nin yeni eylem planında yatırımcıların yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelebilmesi ve yatırımlarına ağırlık verebilmesi için teşvikler artırılmıştır. Yatırımcıların kendi tesislerinde yenilenebilir enerji kaynakları ile ürettikleri enerjilerini şebekeye aktarmadan kendi enerji tüketimleri için sınırsız olarak üretebileceklerini belirten teşvik fazlasıyla ilgisini çekmeyi başarmıştır. Bununla beraber enerji üretim lisanslarına çeşitlilik getirilmiş ve yatırım teşviklerinin geri ödeme süreleri uzatılmıştır. 6446 sayılı kanun ile çeşitlilik ve ödeme süreçlerindeki değişiklikler resmileştirilmiştir.

Türkiye yenilenebilir enerji eylem planı çerçevesinde, yatırımcılara güven aşlamak amacıyla öncelikle 5346 sayılı kanunu gündeme getirmiştir. Bu kanun ile beraber yenilenebilir enerji kaynakları ile Elektrik Enerjisi üretimi resmileştirilmiştir. Türkiye enerji eylem planında, yatırımcılar için hazırlanmış oldukları teşvikleri kanun haline getirerek hem teşviklerin devamlılığını sağlamayı hem de yatırımcıların güvenlerini sağlamalarını hedeflemektedir. Bu hedef ile birlikte 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri kurulması için kira gideri, tesis kullanımı için gerekli olan izinlerin giderleri için yapılan yatırımlar giderlerinde ilk on yıl için % 85 indirim uygulanması yapılmıştır. 6094 sayılı kanun ile enerji üretimi yapan endüstriyel tesisler için kendi atık arıtma tesislerini oluşturmak ve enerji verimliliğinin artırılması için yatırımcıların elektrik faturalarında % 50’ye varan indirim uygulanması ve stratejik rehber ilkeler ile eylemler sunulması 2872 sayılı kanun oluşturulmuştur. Ayrıca, bu kanunların hepsi genel olarak enerji verimliliğini kapsayan ve enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki etkisini azaltmak yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretimine teşviklerin artırılması 5627 kanun ile kapsanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması için teşvikler gündeme gelirken, aynı zamanda enerji güvenliği içinde çeşitli önlemler Türkiye’nin eylem planı arasında yer verilmiştir. Enerji konusunda en önemli güvenlik etkeni enerji alanındaki dışa

bağımlılık stratejik olarak ciddi bir sorun olarak görülmektedir. Bu sebepten dolayı enerjide dışa bağımlılığı minimuma indirmek için çeşitli stratejik hedefler koyulmuştur. Bu hedeflerin içerisinde yerli enerji kaynaklarının kullanılmasını artırmak için yerli kaynak aramalarının artırılması, elektrik üretimi için kullanılan kaynaklar noktasında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artırılarak üretim payının % 30'ya yükseltilmesi, şu ana kadar ciddi anlamda potansiyeli bulunan biyokütle enerji kaynaklarının değerlendirilerek geliştirilmesi bulunmaktadır.

Türkiye enerji eylem planında ön görülen hedeflere ulaşabilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarından ziyade biyokütle enerjisi kaynaklarının değerlendirilmesi planlanmaktadır. Ancak, biyokütle enerjisinin değerlendirilememesinin en büyük sebebi hayvansal atıkların düzenli olarak toparlanamamasıdır. Özellikle, kırsal bölgelerde hayvanların otlatma sürelerinin uzun ve dağınık olmasından dolayı hayvansal atıklar sabit bir yerde toparlanamamaktadır.. Bu sorunun önüne geçilebilmesi için enerji eylem planı içerisinde batıdaki düzeni kurulmuş olan modern ahırların doğu ve kırsal alanlara kurularak batıdaki verimliliğin doğuda da elde edilmesi planlanmıştır. Türkiye'de enerji verimliliğini artırabilmek için enerjinin bilinçsizce kullanımının önlenmesi için hem sektörel hem de bireysel olarak çeşitli önlemler alınmaya başlanmıştır. Enerji verimliliği strateji belgesi ve teşviklerden yararlanan şahıslara enerji satış fiyatlarında piyasa fiyat sabitlemesi yapılmıştır.

Bu çalışmada, Biyogaz Enerjisi Potansiyel Atlası (BEPA)'dan alınan 2017 yılındaki elde edilen veriler neticesinde Hatay ilinde bulunan büyükbaş, küçükbaş, ve kanatlı kümes hayvanlarının sayıları belirlenmiştir (Anonim, 2018c). BEPA programından ayrıca hayvan cinslerinden elde edilen atık miktarı ile atık miktarlarına bağlı olan elde edilebilecek biyogaz enerji potansiyeli incelenmiş, maliyet analizi çıkarılıp geri ödeme süresi ve biyogaz enerjisi elde edilmesi neticesinde kazanılan Karbon emisyon azalım miktarları hesaplanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Koby (1992), yaptığı çalışmada Erzurum bölgesinde farklı sıcaklıklarda biyogaz üretimini incelemiştir. Araştırmalarında enerji kaynağı olarak sığır gübresini ve Erzurum ili meteorolojik verilerini kullanarak bölgeye uygun bir biyogaz santrali tasarlamıştır. Yaptığı çalışma neticesinde günlük biyogaz üretimi ve tesisin toplam maliyeti üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışma da 35 °C de kuru ve yaş gübrenin verimleri kıyaslanarak yaş gübrenin biyogaz üretiminde daha verimli olduğunu incelemiştir.

Ediger (1999), çalışmasında Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelini incelemiştir. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin artması ile enerji ihtiyaçlarının doğru orantılı olarak artacağını vurgulamıştır. Türkiye'nin hızla büyüyen bir ülke olduğunu belirterek yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin artması için çalışmaların artışı irdelemiştir. Türkiye'nin bulunduğu coğrafi konumu itibariyle yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı için oldukça elverişli bir sahaya sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Kaygusuz (2002), çalışmasında Türkiye'de bulunan hayvansal ve tarımsal atık ve artıkların değerlendirilerek gerçekleştirilebilecek olan biyogaz enerji üretiminin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha verimli olduğunu incelemiştir. Türkiye'nin artan enerji ihtiyacının rezervleri tükenmekte olan fosil yakıt kaynaklarından karşılanmasının zor olacağını vurgulamıştır. Bu yüzden biyogaz enerji üretimine yönelerek enerji üretim esnasında karşılaşılan anaerobik sindirim esnasındaki nem oranının düşürülmesi, kuru ürün atıklarının doğrudan yanması gibi sorunların çözülerek biyogaz üretiminin daha verimli hale getirilebileceğini belirtmiştir.

Evrendilek (2003), çalışmasında enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için fosil yakıtların kullanılması ve kullanım sonucu ortaya çıkan ulusal çevre bozunmalarının, küresel iklim değişikliklerinin Türkiye'de enerji güvensizliğine yol açtığını belirtmiştir. Türkiye'de bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının 2010 yılına kadar değerlendirilerek enerji ihtiyacının % 35'i ile %90'ının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabileceğini incelemiştir. Türkiye'nin enerji ihtiyacını fosil yakıt kaynaklarını bırakıp yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılaması ile birlikte dışa bağımlılığın

azalmasının hızlanacağını belirtmiştir. Bunun içinde yenilenebilir enerji kaynakları için yapılan yatırımların teşviklerle desteklenerek artırılması gerektiğini vurgulamıştır.

Akbulut ve Dikici (2004), yaptıkları çalışmada Elazığ bölgesinde bulunan hayvan gübre potansiyelinden yola çıkarak bölgedeki biyogaz üretimi ile birlikte hayvan gübresinin havasız ortamdaki fermantasyon evrelerini ve biyogaz üretimi tamamlandıktan sonra elde edilen gübrenin özelliklerini araştırmışlardır.

Koçer (2006), çalışmasında Türkiye'nin 12.5 milyon ton organik atık potansiyeli bulunduğunu belirtmiş olup bu potansiyelin biyogaz enerjisi şeklinde değerlendirilmesi ile birlikte ülkeye ekonomik girdi sağlanmasının söz konusu olduğunu ve hayvansal atıkların çeşitliliğine göre uygun üretim yöntemleri ve anaerobik parçalanma aşamalarının değerlendirilmesini yapmıştır.

Polat (2007), Ankara ilinde 476 adet büyükbaş hayvanlı prototip bir işletme tasarlayarak tasarlanan tesisteki atık yönetimi ile prosesleri yapısal ve fonksiyonel olarak incelemiştir. Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki uygulamalar ve yasal zorunluluklar ile Türkiye'deki mevcut uygulamaları karşılaştırmıştır. Bir hayvandan elde edilen günlük gübre miktarındaki değişimlerin farklı barınak sistemlerinden, kullanılan yem çeşitlerinden ve farklı hayvan ırklarından elde edilen gübre miktarını etkilediğini belirtmiştir. Betonarme depolarda elde edilen azot miktarlarını bir yıl boyunca inceleyerek % 19.2 azot ve % 4.3 fosfor kaybı meydana geldiğini, açık toprak havuzlarında bu kayıp oranlarının ise % 51,1 azot ve % 38,5 fosfor kaybı olduğunu kıyaslamıştır. Yan duvarlar betonarme ve tabanı toprak depolarda ise bu kayıplar % 42.1 azot ile % 19.4 fosfor olarak belirlemiştir. Mevcut sistemlere en büyük etki ise iklim şartlarından meydana geldiği ve yağışlı dönemlerde artan su yoğunluğu nedeniyle konsantrasyon yoğunluğunda değişimlerin olduğunu inceleyerek atıkların çevreye en az zararlı değerlendirilmesi için çalışmalarda bulunmuştur.

Buğutekin (2007), çalışmasında biyogaz üretiminde verimliliği etkileyen faktörlere değinerek parametrelerin değiştirilmesiyle verimlilikteki değişimleri incelemiştir. Verimliliği etkileyen parametreler arasında üst sıralarda yer alan atığın karıştırılması ön plana çıkarılarak iki farklı karıştırma sistemi ile biyogaz üretimini irdelemiştir. 2 d/h ve 30 d/d manyetikli mekanik karıştırma sistemleri ile karıştırmasız,

çift kanatlı karıştırıcı ve Rushton karıştırıcı düzenekleri kullanılmış ve Rushton karıştırıcı yönteminden en iyi sonuç alındığı gözlemlenmiştir.

Özölçer (2008), yaptığı çalışmada Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynak potansiyelini ve fosil yakıtların kullanılarak enerji üretilmesi sonucu oluşan hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarının çevreye etkilerini incelemiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekteki temiz hayatın anahtarı olarak kabul etmiştir. Türkiye'nin enerji alanında ithalatçı dışa bağımlı bir ülke olduğunu vurgulayarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının hükümet politikaları ile desteklenmesi ile birlikte bu bağımlılığın önlenebileceğini belirtmiştir.

Selimoğlu (2008), iki farklı deney seti oluşturarak farklı değişkenlerin biyogaz üretimindeki verimliliklerini incelemiştir. Birinci deney setinde pH değeri daha çok asidik özellikler taşıyacak şekilde ayarlanmış olup özümleyici madde miktarının biyogaz enerjisi üretimine etkisi gözlemlenmiştir. Asidik özelliklerden nötralizeye doğru analiz edilerek biyogaz oluşumu incelendiğinde en iyi pH değerinin 7.37 ile özümleyici miktarının 1 gr hayvansal atığa 1.67 gr olacak şekilde orantı kurularak en iyi verimi elde etmiştir. İkinci deney düzeneğinde ise özümleyici madde miktarı sabit tutularak dışkının katılık yüzdesi ve pH değerinin değiştirilmesi ile oluşturulan bir inceleme yapılmıştır. Katılık yüzdesini % 4-% 12 dolayları arasında pH ise 6.90 ile 7.50 bandında sabitlenmiştir. Bu deney sonucunda ise en uygun pH 7.22 ve katı atık yüzdesi % 8.07 olarak belirlenmiştir.

Koçar (2009), çalışmasında uzun süredir yüksek yatırım maliyetlerinden dolayı gündeme gelmeyen ancak çevresel sorunların artması ve fosil yakıt rezervlerinin azalması sonucu yeniden gündeme gelen biyogaz enerjisinin Türkiye'deki potansiyelini incelemiştir. Dünya genelinde Türkiye ve 15 Avrupa Birliği ülkesinde toplamda yaklaşık olarak 800 PJ'lik biyogaz enerji potansiyeli olduğunu belirtmiştir. Türkiye'de yıllık yaklaşık 11.81 milyon ton hayvansal atık bulunduğunu ve bu atıkların değerlendirilmesi ile 53.6 PJ biyogaz enerji elde edilebileceğini irdelemiştir.

Halisdemir (2009), evsel atıklar ile birlikte meyve suyu üretimi sonrasında ortaya çıkan portakal posasının hammadde olarak kullanılması sonucunda biyogaz üretimi gerçekleştirilmesi ve veriminin artırılmaya yönelik araştırmalar yapmıştır. Verimin

artırılması için araştırma süresince çeşitli ön işlemler uygulanmıştır. Belirli süre zarflarında ısı kimya, kimyasal, mikrodalga ve ultrases işlemleri uygulanarak biyogaz üretimindeki verim değişimleri gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda 30 dakikalık süre zarfında ultrases ön işleminde NaOH'ın metan üretimindeki en iyi sonucu vermiştir. Bu nedenle aktif çamur ve portakal posasının biyogaz üretimi için verimli bir kaynak olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşmıştır.

Güç (2010), yaptığı çalışmasında Uşak ilinin biyogaz potansiyelini incelemiştir. Küresel ısınmaya sebep olan en önemli etkilerden, sera gazının zararını irdelemiştir. Biyogaz üretimi için kullanılan gübrelerin tarım alanında da verimli olarak kullanılmasını incelemiş ve Uşak ilindeki mevcut biyogaz enerji potansiyeli ile çevresel etkileri bütünleşmiştir. Uşak ilinin yıllık olarak 27 milyon m³/yıl biyogaz potansiyelinin bulunduğunu ve bu potansiyelin değerlendirilerek yaklaşık olarak 67 GWh elektrik enerjisi elde edilebileceğini hesaplamışlardır.

Ergür (2010), Eskişehir'de bulunan hayvanlardan sığır cinsi ele alınarak sığırdan elde edilen atıklardan biyogaz üretimi ve maliyet analizlerini yapmıştır. Türkiye'deki enerji üretiminin % 50 sinin ithal olduğunu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulamıştır. Biyogaz üretimi için en uygun gübrenin sığır gübresi olduğunu ve gübrelerin değerlendirilmesi ile oluşan atık gübrenin tarım alanında birinci sınıf kaliteli gübre olarak kullanılabilceğini belirtmiştir. Eskişehir ilinde toplamda 118,937 adet sığırın bulunduğunu ve 150 milyar litrelik biyogaz yakıtı elde edilebileceğini incelemiştir.

Maki (2010), yaptığı çalışmasında Kyoto Protokolü'nün küresel ısınma ve iklim değişiklikleri ile ilgili verdiği mücadeleden yola çıkarak, fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynaklarından biyokütle enerjisinin kullanılması ile ilgili araştırmalar yapmıştır. Biyokütle enerjisinin dönüşüm aşamalarından olan gazlaştırma evresini inceleyerek gazlaştırma evresinin daha verimli hale getirebilmek için prototip çalışma yapmıştır. Prototip tesisi 700°C ile 90 dakika boyunca çalıştırarak incelemiştir. İlk salınımlarda kütle olarak % 15'lik bir enerji açığa çıktığı belirlemiştir.

Tüplek (2010), organik atıkların havasız ortamda tutularak biyogazın elde edilmesi sağlanarak organik atıkların kaynak olarak kullanılmasını sağlamıştır. Ardından elde edilen biyogazı saflaştırılmış halde yakılmıştır. Biyogaz reaktörlerinin verimliliğini

inceleyebilmek için 2 metre boyunda 280 mm çapında 4 mm et kalınlığındaki sacdan 1 tonluk reaktör oluşturulmuştur. Reaktör 35 °C de çalıştırılması sonucunda 0.5 m³ biyogaz elde edilmiştir.

Akbulut (2011), Afyon ili Döğler mevkiinde büyükbaş hayvan atığından biyogaz elde edebilmek için gerekli olan koşulların araştırılmasını yapmıştır. Prototip bir tesis oluşturularak 4 mm paslanmaz sac ile 3 m yüksekliğe, 2.5 m çapında genişliğe sahip 15 m³ lük bir reaktör oluşturmuştur. Kurulan tesiste ısıtıcı serpatin ile reaktör içi sabit 35 °C tutulmuş ve yılda 182.5 ton gübre, 7,122 m³ biyogaz ve 32,576 kWh elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir.

Avcioğlu (2012), bu çalışmada biyogaz üretimi için en uygun atık ve artıkların hayvansal atıklar olduğunu incelemiştir. Biyogaz üretimi için kullanılacak olan kaynağın hayvancılık sektöründen elde edileceğini belirterek il bazında hayvan atıkların hesaplayarak Türkiye haritası oluşturmuştur. Yaptığı hesaplamalarda yıllık olarak toplam 120,887,280 ton/yıl atık elde etmiştir. Bu atıkların % 68'nin sığır gübresinden, % 5'nin küçükbaş hayvanlardan, % 27'sinin ise kümes hayvanlarından elde edildiğini irdelemiştir. Türkiye'de elde edilen bu atıkların değerlendirilerek 2,177,553,000 m³'lük biyogaz enerji potansiyelinin bulunduğunu incelemiştir.

Acaroğlu (2012), bu çalışmada, Türkiye'nin biyokütle enerji potansiyelini ve var olan potansiyelin kullanılmamasının sebeplerini irdelemiştir. Türkiye'de biyokütle enerjisi potansiyel olarak hidroelektrik ve jeotermal enerji ile birlikte üçüncü sırada olmasına rağmen diğer yenilenebilir enerji kaynakları kadar tercih edilmemiştir. Bunun en önemli sebebi olarak ise Türkiye genelinde enerji ormanlarının sınırlı olmasını göstermiştir. Biyokütle enerjisi ile ilgili çalışmaların 30 yıl önce başladığını irdelemiş ancak ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle yaygınlaşmadığını belirtmiştir.

Öçal (2013), çalışmasında Eskişehir ilinde biyogaz üretimi, biyogaz potansiyeli ve uygulamasını incelemiştir. Bölgede bulunan büyükbaş hayvan sayısından yola çıkarak biyogaz potansiyelini araştırmıştır. Hayvan barınaklarında açığa çıkan atıkların toplanarak biyogaz tesislerinde enerji kaynağı olarak kullanılabilceği üzerinde durmuştur. Yaptığı çalışmalar neticesinde Eskişehir ilinde 118,937 adet büyükbaş hayvan

bulduğunu ve mevcut potansiyelin değerlendirilmesi ile günlük 276.45kWh enerji üretilbileceği sonucuna ulaşmıştır.

Balaman (2014), yaptığı çalışmada temeli havasız ortamda çürütme metoduna dayanan biyokütle enerjisi kaynaklarının tedarik aşamalarının uygun maliyetli ve çevre dostu bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için uygun tasarım ve yöntemlerini ele almayı amaçlamıştır.

Çelik (2014), çalışmasında gelişen ülkelerin en büyük ilerlemenin sanayileşmede olduğunu ve sanayileşme çalışmalarında en büyük ihtiyacın enerji olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmalar ışığında Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini gündeme getirmiştir. Tokat ilindeki biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesi için incelemelerde bulunmuştur.

Özcan (2015), bu çalışmada farklı biyokütle enerji kaynaklarının değerlendirilerek Türkiye'de biyokütle enerjisinden elde edilebilecek olan elektrik enerjisi potansiyelini incelemiştir. Kaynak olarak hayvansal atık ve artıkların yanı sıra, belediyelerin katı atıklarını, bitkisel atıkları, kentsel atık artma sistemlerinden elde edilen arıtma çamurlarını değerlendirmiştir. Uygun şartlar altında ve optimum değerler ile beraber ekonomik parametrelerin seçilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelini hesaplamıştır. Yaptığı hesaplamalar sonucunda yıllık olarak Türkiye'de 188.21 TWh enerji elde edilebileceğini incelemiştir.

Nasl (2015), çalışmasında sabit sıcaklık ve sabit hacimde çalışan bir biyogaz tesisinde, sisteme peynir altı suyunun sisteme eklenerek sistemdeki etkilerini incelemiştir. Öncelikle sistemi baz halde aktive edilerek sığır gübresinden metan elde edilmesini sağlamış ve metan ölçümü yapmıştır. Hayvan dışkısında bulunan bakterilerin gaz oluşumu için yeterli olmadığı düşünerek ayrı ayrı, belirli sürelerde hayvansal atığın içerisine çamur, peynir altı suyu, Ni-Co çözültisi ve melas ekleyerek metan oluşumundaki artış gözlemlemiştir. Melas eklenmesi sonrasında yapılan incelemelerde yalın halde hayvansal atıklardan elde edilen biyogazın içinde bulunan metan gazına oranla melas eklentili karışımda % 9,3 artış göstermiştir.

Toprakçioğlu (2016), çalışmasında Siirt ilinin Kurtalan ilçesinde günlük 11.000 m³ biyogaz kapasitesi olan 1 MW'lık elektrik enerjisi üretim kapasitesi bulunan bir tesis kurulumu planlayarak Siirt ve Batman illerinin biyogaz enerji potansiyelini incelemiştir.

Ersoy (2017), Türkiye'nin en önemli geçim kaynaklarından birisinin hayvancılık olduğunu düşünerek hayvancılık atıklarının değerlendirilmesi ile elektrik enerjisinin elde edilmesini incelemiştir. Sera gazının en büyük sebeplerinden birisi olan atmosfere hayvancılık faaliyetleri sonucunda salınan metan ve nitröz oksit gazlarının değerlendirilecek potansiyele sahip olduğunu incelemiştir. Türkiye'de bulunan hayvansal atık potansiyelini iki farklı senaryo üzerinden irdelemiştir. Birinci senaryo da teorik hesaplamalara yer verilerek Türkiye'nin 8,41 milyar m³/yıl biyogaz potansiyeli, 5,04 milyar m³/yıl ise biyometan potansiyeli olduğuna dair araştırmalar yapmıştır. İkinci senaryoda ise hayvansal atıklardan elde edilen biyometan enerji üretimi ile Türkiye'nin 2015 yılında tükettiği 265,72 milyar kWh/yıl enerjinin kişi başi tüketimindeki miktarının % 2'sini karşılayabileceği hesaplanmıştır.

Baran (2017), yapmış olduğu çalışmada Adıyaman ilinin hayvan potansiyeline göre elde edilebilecek olan enerji miktarını incelemiştir. Öncelikle 2015 yılına ait Adıyaman ili hayvan sayıları bulunmuş ve bu sayılara göre enerji potansiyelini hesaplamıştır. Büyükbaş hayvanlardan 294,238.80 ton/yıl, küçükbaş hayvanlardan 214,006.80 ton/yıl, kanatlı hayvanlardan ise 5,089.88 ton/yıl atık elde edildiğini incelemiştir. Bu atıkların değerlendirilmesi sonucunda toplamda 15,012,856.7 m³/yıl biyogaz üretmiştir. Elde edilen biyogazın değerlendirilmesi ile beraber yaklaşık olarak 70.5 GWh enerji üretiminin mümkün olduğunu incelemiştir.

Karaca (2017), Hatay ilinin bulunan hayvanlardan sığır ve yumurta tavuğunun atık ve biyogaz miktarlarını incelemiştir. Hatay'da bulunan kaynak yoğunluğunun Kırıkhan, Samandağ ve Yayladağı ve merkez ilçelerinde olduğunu irdelemiştir. Sığır ve yumurta tavuklarının elde edilen yaş gübrelerin değerlendirilmesi ile yıllık 15 milyon m³ biyogaz elde etmiştir. Bu biyogazın tamamı elektrik enerjisi üretimi için kullanılması ile birlikte 37.7 GWh'lık üretim gerçekleşebileceğini incelemiştir.

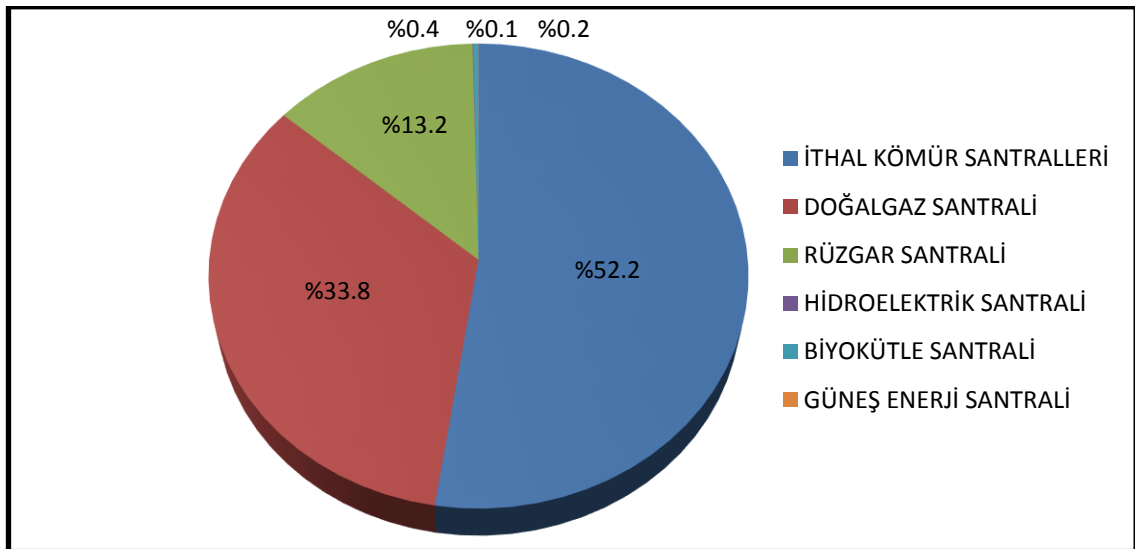
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hatay İli Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Son yıllarda Türkiye'nin 2023 vizyonu doğrultusunda yapmış olduğu 10. enerji eylem planı ile beraber olarak alınmış olan stratejik kararlar neticesinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmaktadır. Hatay ili Türkiye'nin güneyinde İskenderun Körfezi'nin doğu kıyılarında uzanan birçok yenilenebilir enerji kaynağının değerlendirilebileceği bir coğrafyaya sahiptir. Kırsal kesimlerin hâkim olduğu dağınık coğrafi kuşaklarında hayvancılığın geliştiği gözlemlenmiştir ve ciddi anlamda değerlendirilebilir biyogaz potansiyeline sahiptir.

Hatay ili, Türkiye'nin en büyük demir çelik sektörlerinden birisini barındırmaktadır. Bunun ile birlikte deniz kıyısında bulunan bir il olduğu için gelişmiş bir liman sektörü bulunmaktadır. Sanayiciliğin yoğun olarak gelişmesi ile birlikte enerji ihtiyacı da doğru orantılı olarak artmaktadır. Hatay ili bulunduğu coğrafi konum gereği birçok yenilenebilir enerji kaynağının değerlendirilmesi konusunda elverişli bir zemine sahiptir. Hatay ili enerji üretiminde santral tiplerinin sınıflandırılması Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Türkiye geneli incelendiğinde ise yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilebileceği bölgeler arasında listenin ön sıralarında Hatay ili yer almaktadır.



Şekil 3.1. Hatay ili enerji üretiminde santral tiplerinin sınıflandırılması

Şekil incelendiğinde Hatay ilinde gerçekleşen enerji üretiminin % 52.2'si ithal kömür kaynaklı çalışan santrallerden, % 33.8'i doğalgaz santrallerinden, % 13.2'si rüzgar enerji santrallerinden, % 0.4'ü hidroelektrik santrallerinden, % 0.2'si biyokütle santrallerinden, % 0.1'i ise güneş enerji santrallerinden elde edilmektedir (Anonim 2017d).

Hatay ilinde bulunan biyogaz kaynakları ilçeler bazında incelenerek biyogaz santrallerinin kurulması için en uygun olan yerler belirlenerek yatırım maliyetleri üzerinde araştırmalar yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Hatay ilinde bulunan mevcut hayvan sayılarının ilçelere göre dağılımı

İlçe Adı	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanatlı Kümes
	H. Sayısı (Adet)	H. Sayısı (Adet)	H. Sayısı (Adet)
Altınözü	10,273	9,234	4,176
Antakya	39,200	139,518	423,807
Belen	1,315	12,200	29,950
Dörtyol	4,162	6,058	20,000
Erzin	2,714	10,420	17,760
Hassa	7,850	90,852	47,850
İskenderun	12,962	47,651	21,540
Kırıkhan	10,817	95,516	3,010
Kumlu	3,487	21,814	6,243
Samandağ	19,833	3,525	79,330
Yayladağı	9,913	46,712	23,120
Reyhanlı	11,490	6,940	8,010
TOPLAM	134,016	490,440	684,796

Hatay ilinde bulunan mevcut hayvan sayılarının ilçelere göre dağılımı Çizelge 3.1'de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde hayvanların yoğunluğunun Antakya'da olduğu görülmektedir. Antakya ilçesini büyükbaş ve kanatlı kümes hayvanlarında Samandağ ilçesi, küçükbaş hayvanlarda ise Kırıkhan ilçesi takip etmektedir.

3.1.2. Biyogaz Tesisi Çalışma Prensibi

Biyokütle enerjisi, kaynak potansiyeli yüksek ve üretimi kolay olan çevreci enerji çeşidi olarak düşünülmektedir. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre kullanımı daha avantajlıdır. Çünkü enerji kaynağı olarak veriminin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre yüksek olması ile birlikte depolanabilir hammaddeli kaynak olması, biyokütle enerjisini ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca, kaynak olarak çevreye hem görüntü hem de koku kirliliği veren organik atık ve artıkların kullanılması da çevresel olarak olumlu karşılanmaktadır.

Organik atık ve artıklardan elde edilen enerji ürünleri günümüzde yoğunlukla kırsal alanlarda elektrik enerjisi ve ısı enerjisi amacı ile kullanılmaktadır. Ayrıca, enerji üretimi esnasında organik atıkların kullanılması ile asıl ürün olan enerji elde edilirken yan ürün olarak da tarımsal alanlarda kullanılmak üzere birinci sınıf gübre elde edilmektedir. Biyokütle enerjisinden günümüz şartlarında genel olarak biyogaz, biyoetanol, biyodizel gibi yakıtlar ürün olarak çıkarılmaktadır. Biyodizel ve biyogaz enerjisi ufak modifikasyonlar ile mevcut şartlarda kullanılan dizel yakıtlı motorlarda ve doğalgaz ile çalışan makine ve cihazlarda kullanılabilir. Ayrıca, biyodizel ve biyogaz enerjisi ufak modifikasyonlar ile mevcut şartlarda kullanılan dizel yakıtlı motorlarda ve doğalgaz ile çalışan makine ve cihazlarda kullanılabilir.

Bahsedilen organik atıklardan enerji elde edilmesi teorik olarak bakıldığında biyolojik yaşam piramidinin dönüşüm evresidir. Yani, organik atık ve artıkların doğaya karışarak ayrıştırılıp yok olması ile fosil yakıtların kaynağının oluşması olayı olarak düşünülmektedir. Ancak, organik atık ve artıkların doğal yollar ile gerçekleşen fermantasyonlar sonucu doğaya karıştırılarak fosil yakıt kaynağı olması işlemi yüzyıllar sürmektedir. Bu sürecin kısaltılmaması enerji sorununun gündeme gelmesi için kaçınılmazdır. Diğer yandan bu sürecin kısaltılması ile için atık ve artıkların biyokütle enerjisi kaynağı olarak kullanılabilmesi önemli bir alternatiftir. Ancak, bu dönüşüm için entegre bir sisteme ihtiyaç duyulur. Entegre sistemler ile birlikte bu ayrıştırma işlemi çok kısa sürelerle indirilerek hızlı bir şekilde enerji kaynağı oluşturulmaktadır. Entegre sistemlerde fermantasyon işleminin hızlandırılması için katalizör görevinde mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Ayrıca, bu sistemin aktif edilmesi ile birlikte fosil yakıtların kullanımında açığa çıkan çevre sorunları ortadan kaldırılır. Böylece, bu sistem ile birlikte biyokütle enerjisinin üretimi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi tüketiminden daha hızlı gerçekleştirilebilir.

Biyokütle enerjisinden elde edilmek istenen ürünün mevcut şartlar itibariyle biyogaz olması en uygundur. Çünkü biyogaz ürünü küçük sistem modifikasyonları ile LPG ve doğalgaz yerine kullanılabilir. Ancak, biyogaz sistemi kurulurken dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. Tesis inşa edilirken öncelikle enerji üretimi için uygun hammaddenin teminin rahat bir şekilde sağlanması gerekir. Bu yüzden tesisi coğrafi konumu oldukça önemlidir. Çünkü daha önceki yapılan çalışmaların başarısızlarındaki en büyük sorun organizasyon eksikliklerinden dolayı kaynak sorunun ortaya çıkmasıdır. Bu yüzden tesis kurulumu yapılırken, kaynak nakil ve depolama seçenekleri ön planda tutulur. Ayrıca, tesis içinde bulunan üniteler arası ulaşım ve tesisin genel ulaşımının da göz önüne alınması gereklidir. Biyogaz tesisi içerisinde saha yerleşimi yapılırken ana ünitelerin işlem sırası baz alınarak sahaya yerleştirilmesi ile hammadde tedarik ve işlem basamaklarının geçişinde kolaylıklar sağlar. Tesisin kurulduğu bölgede sıcaklık değişimlerinin en düşük seviyede olması uygun olacaktır. Böylece enerji üretimi için hammaddeler reaksiyon başlangıç ısılarına daha kısa sürede ve daha az enerji ile ulaşırlar.

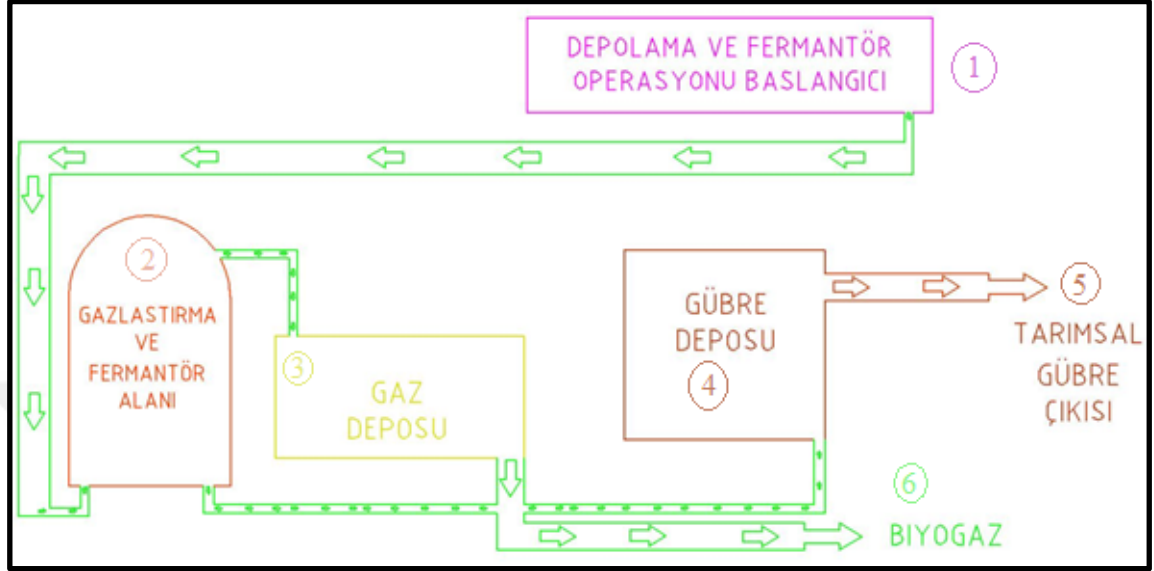
Biyogaz üretimi için besleme türüne göre en genel olarak üç farklı çalışma sistemi mevcuttur (Koçar, 2010). Bu sistemler:

1. Kesik beslemeli sistem
2. Sürekli beslemeli sistem
3. Depolamalı akış besleme sistemi

3.1.2.1. Kesik Beslemeli Sistem

Bu sistemde temin edilen hammadde depolanarak beklenir. Hammadde olarak depolanan materyal bozduğunda işleme alınarak biyogaz üretim prosesleri devreye girer. Bu sistemde fermantasyon işleminin büyük bir boyutu materyalin ilk depolandığı alanda gerçekleştirilir. Materyalin bozunması ile beraber depolama yapılan alandan hepsi alınmaz. Depolama alanına yeni eklenecek olan ham madde için aşım işlemi yapılması amacıyla belli miktarda bozunmuş materyal bırakılır. Bu sistem de ilk aşılama işlemi uzun sürse de daha sonra gerçekleşecek olan aşılamlar daha hızlı gerçekleştirilir. Kesik beslemeli biyogaz santral sistemi Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Sistemin besleme kabının

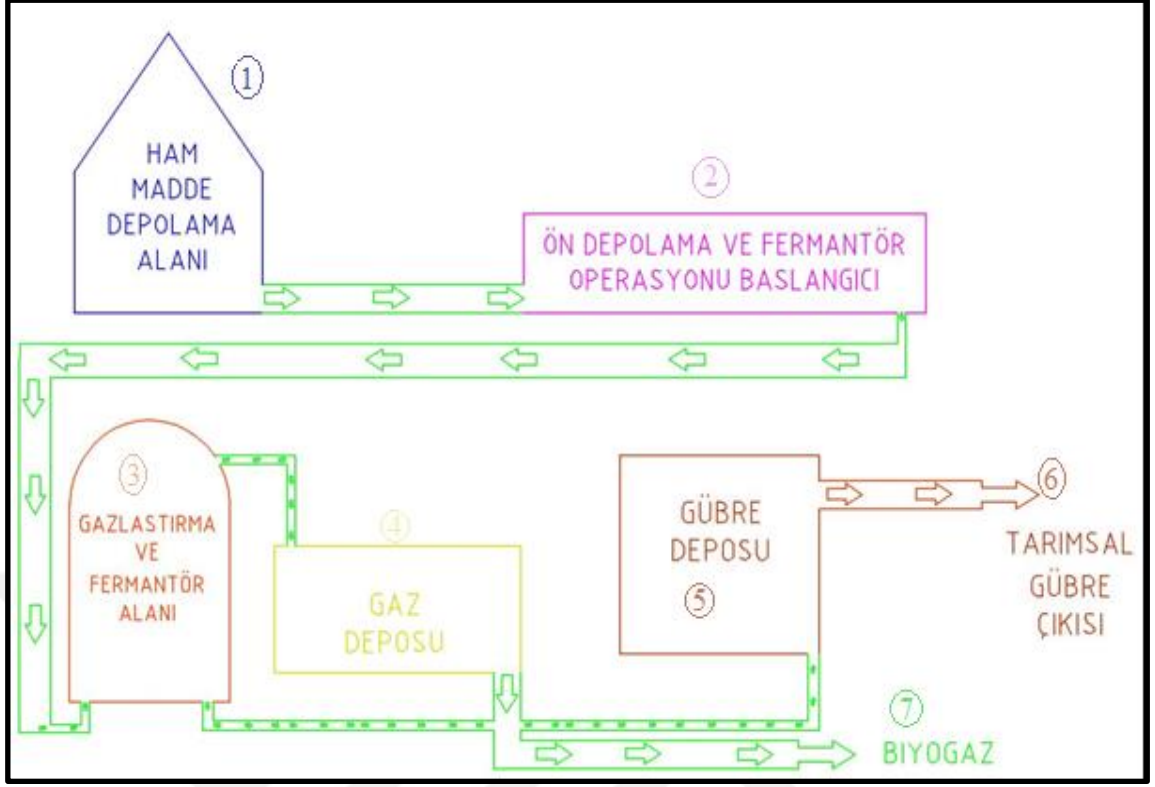
hızlı bir şekilde doldurulup boşaltılması gerektiği için yeni gelen hammaddenin depolanması için ayrıca bir depolama alanına ihtiyaç duyulacağı için sürekli olan sistem veriminde dalgalanmalar görülür.



Şekil 3.2. Kesik besleme sistemi diyagramı

3.1.2.2. Sürekli Beslemeli Sistem

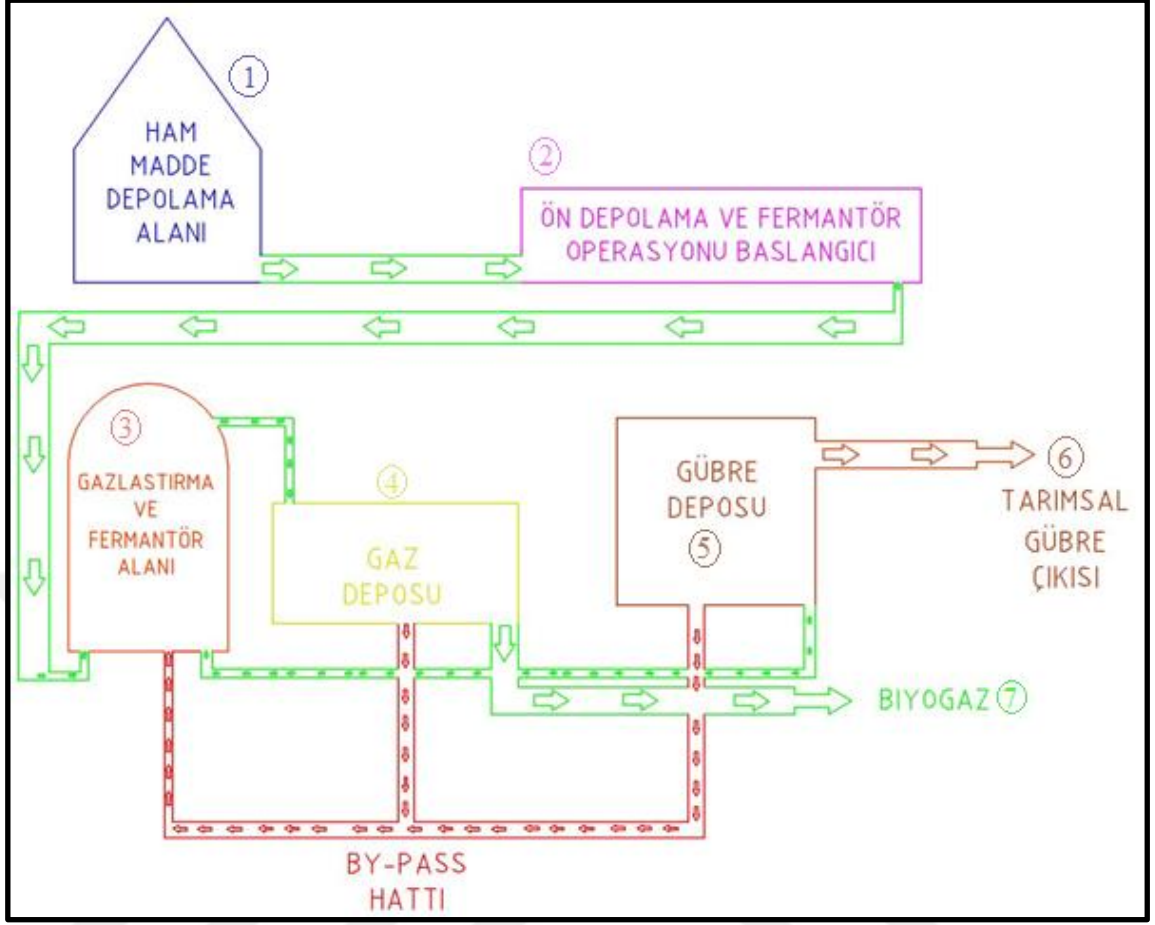
Bu sistem içerisinde gelen hammaddenin depolanabilmesi için ayrıca bir depolama alanı bulunur. Bu depolama alanına sürekli olarak hammadde takviyesi yapılır. Sürekli akış beslemeli biyogaz santralinin şematik görünümü Şekil 3.3'de gösterilmektedir. Böylece, üretim için fermantör işlem basamağına sürekli olarak materyal desteği sağlanabilmektedir. Fermantör alanı sadece bakım ve onarım süreçlerinde boş bırakılırken geri kalan süreçlerde tam performans ile çalıştırılabilir. Bu sistemde by-pass sistemi uygun olmadığı için üretim esnasındaki kaçaıklardan dolayı verim düşebilir ve çevre kirliliğine gözlemlenebilir. Ayrıca, sistem içerisinde yer alan akış deposu açık alanda bulunacağı için atmosfere metan gazı sızıntısı gerçekleşecektir. Dışarı sızıntının gerçekleşmesinden dolayı uzun süreçlerde uygun bir sistem olmaktan çıkacaktır.



Şekil 3.3.Sürekli akış besleme sistemi diyagramı

3.1.2.3. Depolamalı Akış Besleme Sistemi

Bu sistem çalışma prensibi olarak sürekli beslemeli sistem ile aynı mantığa sahip olup depolamalı akış beslemeli biyogaz santrali Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Sürekli beslemeli sisteme ek olarak fermantasyon artık deposunun bulunması ve sistemin üstünün kapalı olmasından dolayı by-pass hattına uygun bir sistemdir. Fermantasyon artık deposunun bulunması ve by-pass hattının bulunmasından dolayı atık olarak çıkan biyogaz yeniden materyal olarak sisteme geri verilerek işlem aşamalarından geçerek kaynak olarak kullanılmaktadır. Sistemin çalışma prensibi gereği gaz üretimi daimi olarak sağlanabilmektedir. Veriminin yüksek ve çalışmasının sürekli olmasına karşın sistem içerisinde by-pass hattının olmasından kaynaklı olarak üretim zamanlama çalışması bulunmamaktadır.



Şekil 3.4. Depolamalı akış besleme sistemi diyagramı

Biyogaz üretim tesislerinin çalışma prensipleri aynı zamanda tesisin kapasitesi ile de doğru orantılı olarak incelemek mümkündür. Biyogaz üretim santrallerinin üretim kapasiteleri Çizelge 3.2’de görülmektedir (Anonim 2017g). Çizelge ve Hatay ili için mevcut biyogaz kaynak potansiyeli ile beraber incelendiğinde ticari üretim tipi biyogaz santrali yapılması söz konusu olmaktadır. Göz önüne alınan biyogaz santralinin de en iyi verim ile faaliyet gösterebilmesi için üretim sisteminin depolamalı akış besleme sistemi seçilmesi uygun görülmüştür.

Çizelge 3.2. Biyogaz üretim santral kapasiteleri (Anonim 2017g)

SANTRAL TİPİ	SANTRAL KAPASİTESİ (m³)
Aile tipi biyogaz santrali	6 - 12
Çiftlik tipi biyogaz santrali	50 - 100 - 150
Köy tipi biyogaz santrali	100 - 200
Sanayi tipi biyogaz santrali	1000 - 10000
Ticari üretim tipi biyogaz santrali	100000 -

Yapılan bu tez çalışmasında Şekil 3.4' de gösterilen depolamalı akış besleme sistemine sahip olan Biyogaz enerji tesisi düşünülmüştür. Sistem içerisinde entegre edilen sistemleri temel olarak katı besleyici karıştırma kuyusu, birleşik reaktör, nihai depolama, yoğun sıcaklık desteği, ısı koruma deposu, merkezi ısıtma olmak üzere altı ana bölüm sınıflandırılmıştır. Biyogaz enerji tesisinin aktif hale getirilebilmesi için öncelikle hammadde olarak kullanılacak atık ve artıkların aralıksız temin edilebilmesi için şekilde 1 numara ile gösterilen hammadde depolama alanında depolanması gereklidir. Burada atık ve artıkların depolanacağı alan fermantör sindirgeç olarak tanımlanmaktadır. Bu bölümde atıkların depolandığında sıcaklıklarının sabit tutulabilmesi için depo içerisinde bir ısıtıcı bulunması gerekmektedir. Ayrıca, çevresel etkilerden etkilenmemesi için deponun hava almayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Hammadde olarak tedarik edilen katı atık ve artıkların tesis girişi için ilk depolanma alanı ön depolama alanıdır. Ön depolama işleminin asıl önemi ham madde akışını sürekli hale getirerek sistemin hiç durmadan üretim yapabilmesini sağlamaktır. 2 numara ile gösterilen ön depolama ve fermantör operasyon başlangıç alanında işleme alınmadan önce hazırlık evresine sevk edilecek olan hammaddeler buradan gönderilmektedir. Ön depolama işleminde atık ve artıklar ilk tedarik edildiği şekilde karışık ve temizleme işlemi yapılmadan depolandığı için tesis operasyonlarına dahil edilmek üzere öncelikle karıştırma kuyusuna getirilmektedir. Karıştırma kuyusunda atıklar öncelikle substrat besleyicilerle karıştırılmaktadır. Bu karışım işleminin amacı atıklara dahil edilen substratlar ile beraber atıkların biyolojik olarak ayrıştırılıp parçalanması ve kuru ve yaş gübrenin ayrılarak sınıflandırılmasını sağlamaktır.

Karıştırma işleminde kullanılacak olan karıştırıcı sistemler seçilirken bazı şartlar büyük önem arz etmektedir. Çünkü karıştırma işlemi biyogaz üretimindeki verimliliği belirleyecek olan önemli unsurlardan bir tanesidir. Karıştırma kuyusunda ön depolamadan gelen ham maddenin bakterilerle tam olarak homojen karışması, oluşturulan karışımda zamanla heterojenleşme yaşanarak dibe çökelti oluşumunun önüne geçilmesi, tank içerisinde oluşan sıcaklığın homojen dağıtılması gibi kriterler karıştırıcı seçiminde etkin rol oynarlar. Bu yüzden yeni nesil depolamalı akış besleme sistemli biyogaz tesislerinde karıştırma kuyusunda daldırılmalı motorlara bağlı olarak çalışan mekanik marine tip karıştırıcılar tercih edilmesi daha uygun olmaktadır. Substrat besleyiciler ise bu işlemin yapılabilmesi için katalizör görevi gören malzemelerdir. Atık ve artıklar, sınıflandırma işleminin yapılmasının ardından asıl çürüme işleminin gerçekleştirileceği alan olan birleşik reaktör odasına gönderilmektedir.

Gazlaştırma ve fermantör alanı olarak tanımlanan 3 numaralı birleşik reaktör odasında organik atıklar, çürütücü bakterilerle karıştırılmaktadır. Burada organik atıkların içinde buldukları metan gazları çürüme işlemi ile ayrıştırılmaktadır. Birleşik reaktör odasında dikkat edilmesi gereken en önemli konu hidrolik bekleme süresidir. Bu süre atıkların çürüme işlemini gerçekleştirdiği reaktörlerin hacmine ve günlük olarak reaktör odasının beslenme debisine bağlıdır. Reaktör odası aslında metan gazının ayrıştırma işleminin gerçekleştirileceği tank boyutlarının belirlenmesindeki en önemli etken olarak gözlemlenir. Hidrolik bekleme süresi atıkların çürütücülerle işleme alınması ile ayrıştırmanın gerçekleşmesi için gerekli olan süre olarak tanımlanmaktadır. Ortalama olarak bu süre 20 ile 120 gün arasında değişkenlik göstermektedir (Deviren ve ark., 2011). Bu sürenin belirlenmesinde reaktörün türü, ortam sıcaklığı, atıkların katılık oranı ve hidroliz aşamaları etkili rol oynamaktadır. Hidrolik bekleme süresinin en iyi şekilde değerlendirilebilmesi için en uygun üretim tesisi sürekli beslemeli sistemler olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu sistemlerde birleşik reaktör tankına sürekli besleme yapılacağı için çürütücü bakterilerin tanktan uzaklaşması ve bakterilerin artırılarak atıklara daha sıkı etki göstermesi mümkündür. Ancak, burada ilk görünüşte sürekli beslemeli sistem için bekleme süresi bakterilerin artırılması ve tankların hacimsel büyüklüklerinden kaynaklı olarak reaktörlerin uzaklaşmasını önlemek sürenin uzamasına neden olsa da genel üretim basamaklarının kısalmasına ve üretimin hiç durmamasına sebep olduğu için daha verimli olduğu değerlendirilmektedir.

Birleşik reaktör odasında gerçekleştirilen ve hidrolik bekleme süresinin belirlenmesinde en önemli rolü oynayan basamak hidroliz aşamasıdır. Hidroliz aşaması, metan gazının elde edilmesi aşamasında gerçekleştirilen işlem esnasında biyolojik dengenin korunması için önemli bir evredir. 4 numaralı gaz deposu hidroliz aşamasının gerçekleştiği alandır. Burada bahsedilen biyolojik denge gerçekleştirilen çürütme fermantasyonu esnasındaki pH oranına bağlı olan asit dengesi olarak tanımlanmaktadır. Bu evrede fermantasyonlar gerçekleştirilirken metan oluşumu esnasında asit bozunması gerçekleşmektedir. Ancak, birinci basamakta asit bozunması gerçekleşirken ikinci basamakta asit bozunmasından daha hızlı asit oluşumu gerçekleşebilmektedir. Bu durum aşırı yüklenme, kısa bekleme süresine bağlı olarak materyal kullanım oranının düşmesi ile gerçekleşmektedir. Bu durumda asit oranı yükselerek biyolojik dengeye zarar verir ve metan üretimini engellemesi söz konusudur. Hidroliz aşamasında asit oranının kontrolsüz değişimi sonucunda biyolojik dengenin bozulmaması için fermantör asitlendirme aşamalarının birleşik reaktör tankından ayrı bir tankta paralel olarak yapılarak birleşik reaktör tankına iletilmesi ile yapılmaktadır. Asitlendirme tankı olarak tanımlayabileceğimiz bölümde ideal çalışma şartları olarak pH değerinin 4,5 ile 7 arasında tank sıcaklığının ise 25°C ile 35°C arasında belirlenmesi uygun olmaktadır (Koçar ve ark., 2010).

Hidroliz aşamasının verimini etkileyen en önemli konu ise hidroliz gazı içerisinde kullanılan hidrojen gazının yoğunluğudur. Biyogaz üretimi gerçekleştirilirken üretilen biyogaz miktarına bağlı olarak hidroliz gazı da dışarıya egzoz edilir. Dışarıya egzoz edilen hidroliz gazı üretim esnasında gerçekleştirilen enerji kaybı olarak da tanımlanabilir. Burada, üretim sonrasında hidroliz gazının açığa çıkarak hava ile temas etmesi patlamaya uygun bir hava şartı oluşturacağı için belirli güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir.

Güvenlik önlemleri belirlenirken öncelikle birleşik reaktör odasında çürütme işleminin tamamlanması ile metan gazından ayrıştırılarak biyogaz üretimi gerçekleştirilen ürünler 5 numaralı gübre depolama alanında nihai depolama yapılarak katı, sıvı, gaz olarak yoğunluk hallerine göre gruplandırılarak ayrı ayrı depolanırlar. Nihai depolama bölümünde ayrıştırılması biten ürünler öncelikle gazlardan başlanarak ara depolama

işlemi için gaz sıkıştırma bölümüne gönderilmektedir. Gazların ardından elde edilen katı ürünler fermante atık depolarına yönlendirilmektedir.

Elde edilen sıvı atıklar ise yoğun sıcaklık deposuna gönderilerek fermantasyon için istenilen sıcaklığa ulaştırılarak yeniden birleşik reaktör odasına gönderilerek tepkimeye sokulmaktadır. Nihai depolama alanında gazların depolanması gazların içerdiği metan oranlarına göre gruplandırılmaktadır. Bu gruplandırma gerçekleştirilirken patlama bölgelerine ayrılarak güvenlik bölgeleri oluşturulur. Bu bölgeler arasında koruma mesafeleri belirlenerek depolama tankları yerleştirilir. Böylece herhangi bir kaçak sonrasında patlama riski oluştuğunda diğer depolama tankları korunabilmektedir.

Gazların geçici depolanma işleminin sonlanması ile birlikte depolanan gazlar, motor odası olarak tanımlanan hijyenleştirme alanına yönlendirilerek temizliği yapılmaktadır. Bu alanda yapılan temizlik biyogaz üretimi için kullanılacak olan gazların içerisinde bulunabilme ihtimali olan bulaşıcı hastalık riski oluşturan materyalleri temizlemek için yapılır. Biyogaz tesislerinde fitohijyen yasal olarak üretimin gerçekleşebilmesi için temizleme işleminin gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu yüzden biyogaz üretimi için kullanılacak olan gazlar motor odasında termik ön işleme tutulurlar. Temizleme işlemi için ön görülen yöntem ise üretim için kullanılacak olan materyallerin içlerinde barındırdıkları mikroorganizmaların zarar görmeden hijyenleştirilmesi için en az bir saat boyunca sabit sıcaklıkta ortalama 70°C ısıtılması gerekmektedir (Maki, 2010). Burada, gübre cinsine göre mikroorganizmalar farklılık göstereceği için ve mikroorganizmaların reaksiyon sıcaklıkları farklı olduğundan dolayı ortalama sıcaklık değeri değişkenlik gösterebilmektedir.

Hijyenleştirme işleminde görev alan mikroorganizmaları sakrofilik, mezofilik ve termofilik mikroorganizmalar olarak gruplandırılmaktadır. Hijyenleştirme esnasında görev alacak olan mikroorganizmaların tercih edilmesindeki en önemli parametre tesis içerisine kurulan tank ve ekipmanların teknik parametreleridir. Sakrofilik mikroorganizmaların bulunduğu bir tesis içerisinde ekstra bir ısıtma ünitesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Çünkü sakrofilik mikro organizmalar 25°C ve altında tepkimeye girebilirler. Ancak, tepkime sıcaklığının diğer mikroorganizmalara göre oldukça düşük olmasına karşın tepkime verimlerine bağlı olarak gaz üretimleri de oldukça düşüktür. Mezofilik mikroorganizmalar ise verimlilik olarak sakrofilik mikroorganizmalara göre

daha yüksek verimli olsalar dahi sadece 37°C ve 42°C sıcaklıkları arasında çalışma kapasitesi uygun olan tesislerde tepkimeye girebilirler (Koçar, 2010). Termofilik mikroorganizmalar ise zararlı bakterilerin yok edileceği tepkimelerde ve yüksek öz ısıları bulunan materyale bağlı olarak atık madde kullanımının gerçekleşeceği fermantasyon işlemleri için en uygun mikroorganizmalardır. Hızlı sıcaklık değişimlerinin neticesinde mikroorganizmaların zarara gördüğü tepkimelerde yavaş sıcaklık değişim tepkimeleri göstererek zarar görmeden sıcaklık değişimlerine cevap verirler. Karbon ve azot ile beslenerek kullanılan materyalden en verimli şekilde metan üretimi gerçekleştirebilirler. Mikroorganizmalar arasındaki karşılaştırmalar incelendiğinde biyogaz üretimi için en uygun şartları taşıyan mikroorganizmaların termofilik mikroorganizmalar olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra bakterilerden kaynaklı olarak oluşan reaksiyon sıcaklık farkı yüksek ise basınç sterilizasyon yöntemi daha uygun olmaktadır. Bu temizleme yönteminde ise sterilizasyon işlemi görecektir olan materyaller 20 dakikalık bir süreç boyunca 133 °C sıcaklıkta 3 bar'lık basınç altında işleme alınmaktadır.

Tesis içerisinde hijyenleştirme işlemi için gerekli olan motor odasının büyüklüğü tamamen enerji ihtiyacına bağlı olmaktadır. Motor odasında temizlik operasyonu gerçekleştirilen gazlar biyogaz üretimi için kolererasyon odasına pompalanmaktadır. Pompalanan gazlar kolererasyon odasına taşınırken filtreleme sistemlerinden geçerek gözlem geri besleme noktalarından geçer. Burada, filtreleme sisteminden geçemeyen veya geri besleme noktalarında kalan biyogaz drenaj sistemi ile tesisin üst kısmında gaz depolama alanının üst bölgesinde bulunan gaz kubbesinde toplanır. Gaz kubbesinde toplanan artık gazlar sisteme yeniden verilerek işlemlere tabi tutulur. Son olarak temizlenerek depolanan biyogaz enerji üretimi için hazır hale gelir.

Gaz üretimi ve drenaj işlemi sonrasında kalan kompost olarak tanımlanan katı gübre ayrıca depolanır. Kompost gübre günümüzde tezek olarak adlandırılan tarım sektöründe kullanılan gübre çeşididir. Biyogaz üretimi için atık ve artıklara uygulanan işlemler sonucunda elde edilen gübre 1.sınıf yüksek verimli tezek haline geldiği için önemli bir ara ürün olarak depolanmaktadır.

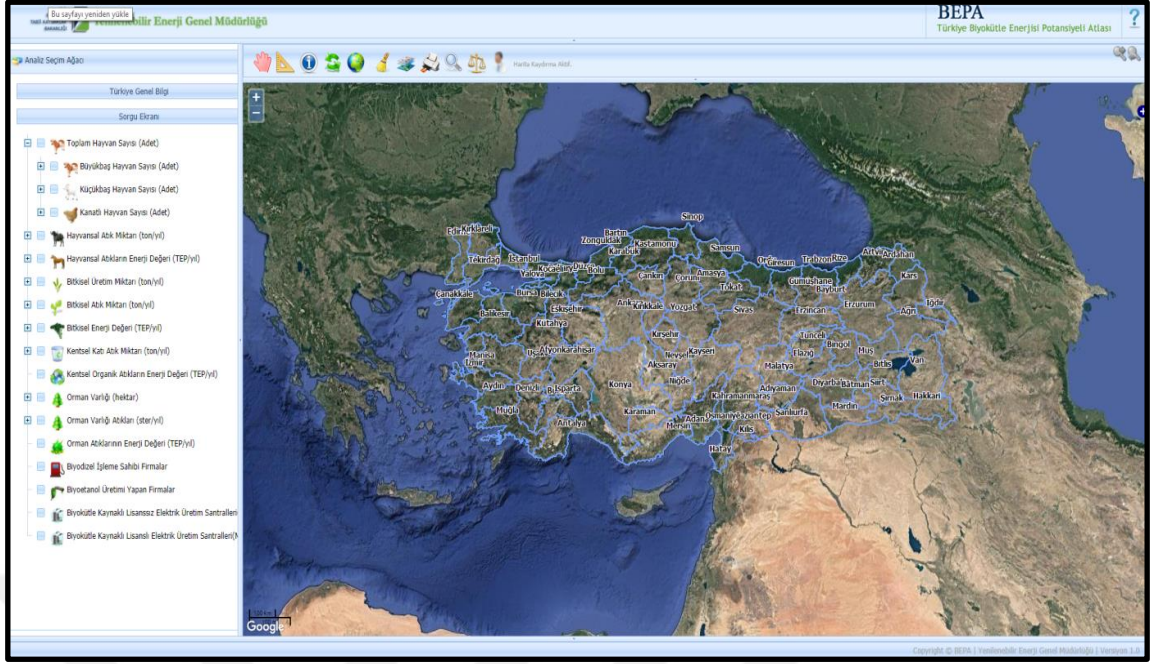
3.2. Yöntem

3.2.1. Biyogaz Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA)

Türkiye bulunduğu konum itibari ile yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli olarak oldukça elverişli bir alanda bulunmaktadır. Türkiye’de rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi gibi değerlendirilmesi gereken en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de biyokütle enerjisidir. Biyokütle enerji kaynağı diğer yenilenebilir enerji kaynağı gibi çevresel bir enerji kaynağı olup bünyesindeki metan gazını enerjiye dönüştürerek çevreye verilen zararın önüne geçilmektedir. Temelini metan gazının oluşturduğu, yenilenebilir enerji kaynakları arasında verimi yüksek olan biyogaz, elektrik enerjisi, ısı enerjisi olarak kullanılmak istendiği gibi birçok alanda kaynak olarak kullanılmak üzere elde edilmektedir. Ancak, ilk kurulum maliyeti yüksek olan biyogaz sistemlerinin kurulmadan önceki ilk adımı biyogaz enerjisinin potansiyelinin hesaplanması büyük önem arz etmektedir.

Türkiye’de son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına verdiği önem ve teşvikler ile birlikte bu konuda destekleyici çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu desteklerden bir tanesi de biyogaz araştırmaları için Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü’nün faaliyete geçirmiş olduğu BEPA yazılımı Şekil 3.5’de gösterilmektedir. Sanal ortamda Türkiye’nin biyogaz ile ilgili Türkiye genelinde yüzeysel ve detaylı bilgiler elde etmek için oluşturulmuş bir potansiyel değerlendirme atlasıdır. Bu atlasın uygulama ana ekranı üç temel bölümden oluşmaktadır.

Bu bölümlerden birincisi olan Türkiye’nin bölgesel olarak incelenebildiği Şekil 3.6’da gösterilen Türkiye haritasıdır. İkinci araç ise Şekil 3.7’de incelenen araç penceresidir. Bu pencerede uygulamanın kullanılması için gerekli olan araçlar gösterilmektedir. En son temeli oluşturan bölüm, istenilen analiz bilgilerinin seçileceği analiz ağacı Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Analiz ağacında elde edilmek istenen bilgiler seçilerek yazılımdan rapor oluşturulması sağlanmaktadır.



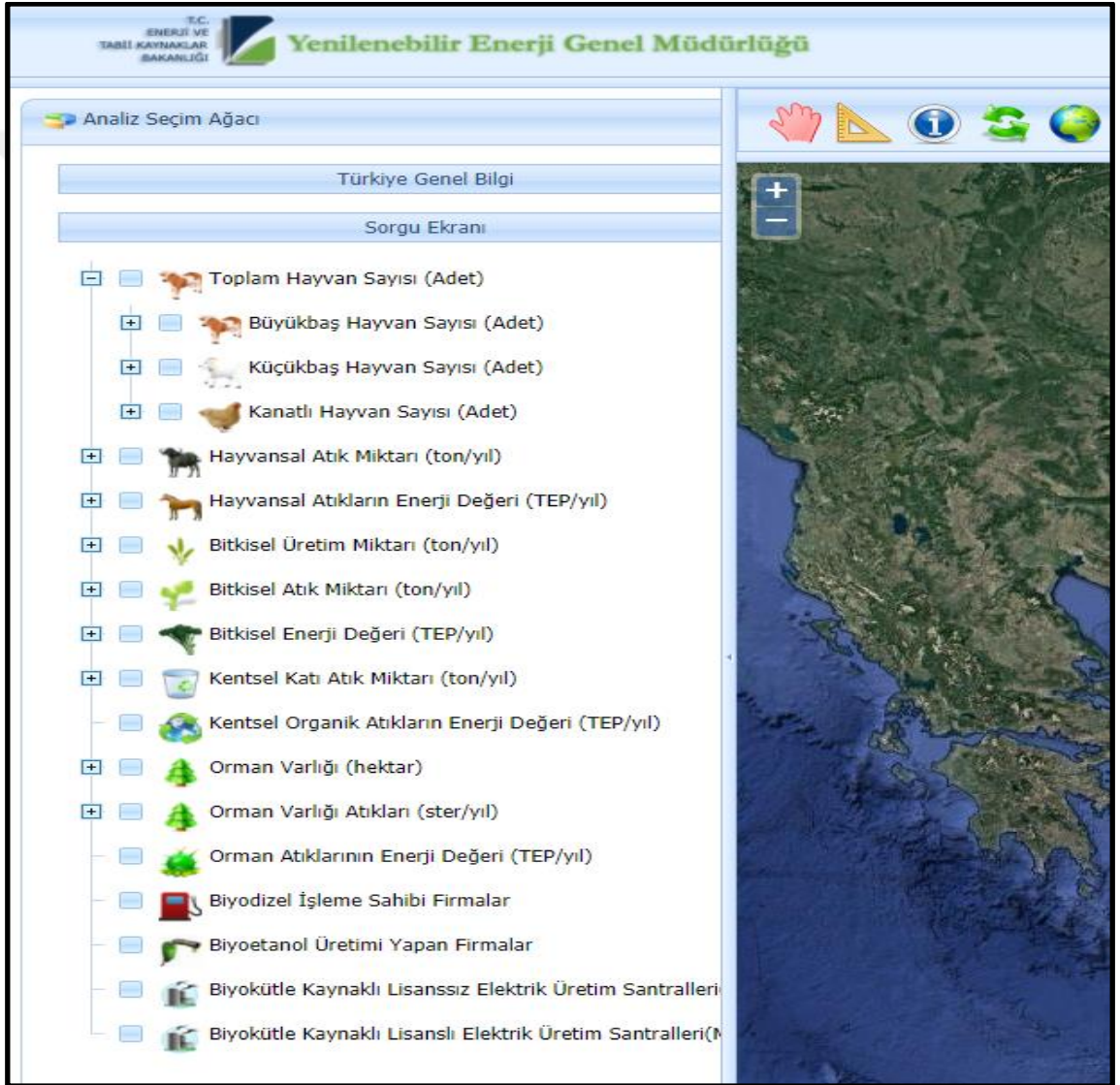
Şekil 3.5. BEPA yazılımı genel görünümü



Şekil 3.6. BEPA yazılımı Türkiye haritası genel görünümü



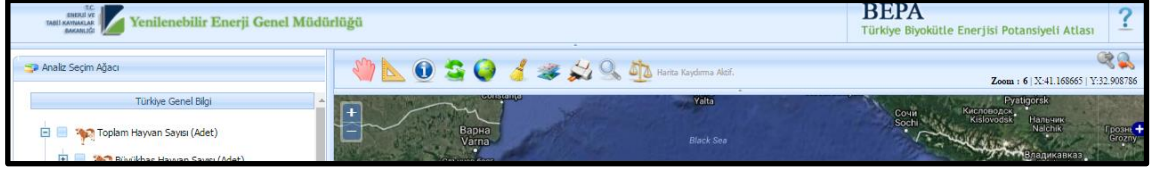
Şekil 3.7. BEPA yazılımı araç penceresi



Şekil 3.8. BEPA yazılımı analiz ağacı

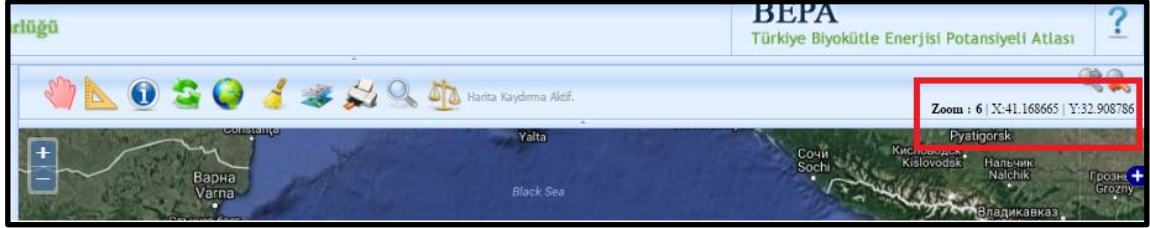
3.2.1.1. Harita Araçları

BEPA harita araçları Şekil 3.9’de görülmektedir. Bu araçlar kaydırma, mesafe ölçme, bilgi alma, haritayı yenileme, harita ilk görünümü, haritayı temizleme, katman görünürlüğü ayarlama, çıktı alma ve adres arama ve birim çeviriciden oluşmaktadır.



Şekil 3.9. BEPA harita araçları

Ayrıca, BEPA koordinat panosu Şekil 3.10’da görülmektedir. Bu panoda araçlar kutusuna dahil edilebilecek olan noktasal X ve Y koordinatları verilmektedir.



Şekil 3.10. BEPA koordinat panosu

3.2.1.1.1. BEPA Kaydırma Aracı

BEPA kaydırma aracı Şekil 3.11’de verilmektedir. Şekilde el simgesi ile gösterilen araç ile birlikte biyokütle enerji potansiyelini inceleyebileceğimiz 81 ilin gösterildiği haritanın sağa, sola, aşağı, yukarı hareket ettirilerek kaydırılmasını sağlamaktadır.



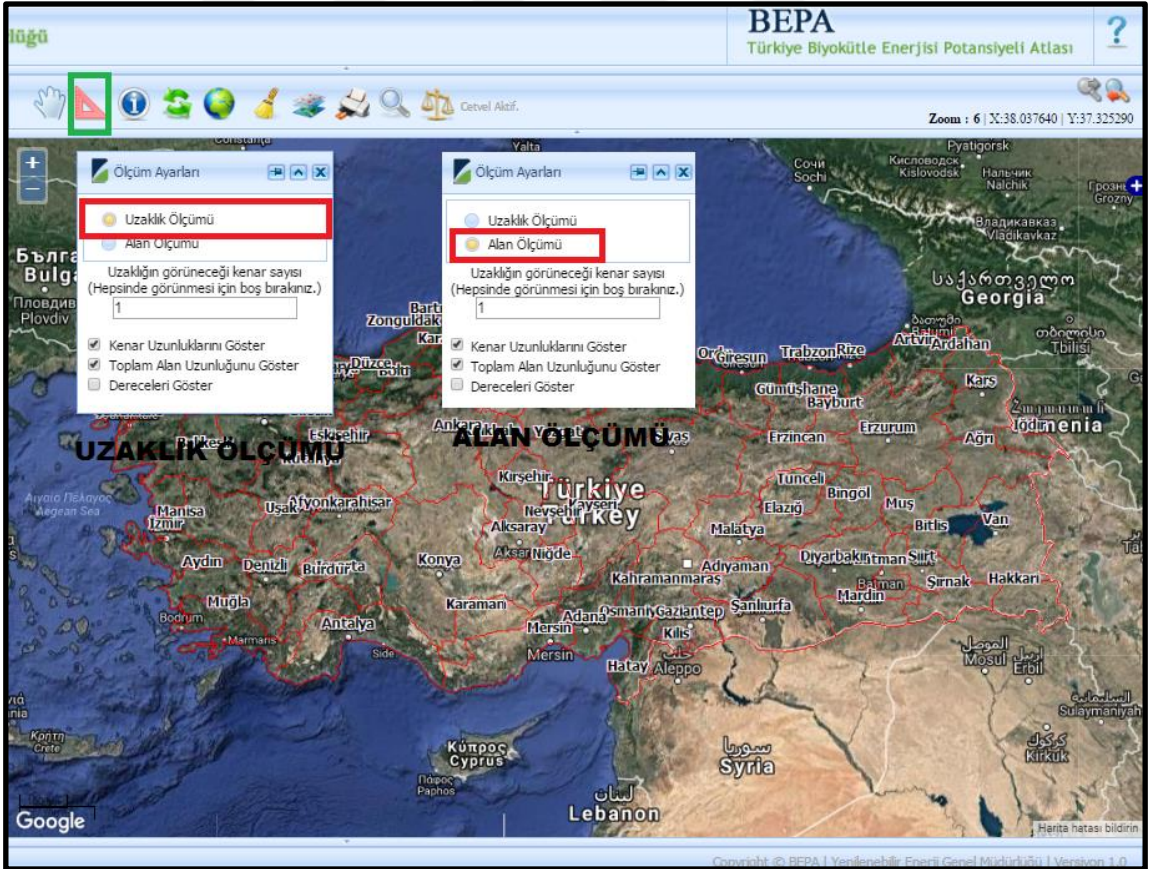
Şekil 3.11. BEPA kaydırma aracı

3.2.1.1.2. BEPA Ölçüm Aracı

BEPA haritasında BEPA ölçüm aracı Şekil 3.12’de gösterilmektedir. Şekilde gösterilen ölçüm aracı, aktif edilerek istenilen seçeneğin seçilmesi ile birlikte alan ve uzaklık ölçümü verilmektedir. İstenilen seçenek tercihe göre alan ölçümü yapılırken alanı oluşturan kenarların her birinin uzunlukları ve bağlantı açılarını verebilmektedir. Uzunluk ölçümünde ise istenilen ölçü ile beraber o kenara çıkan tüm yollar kesikli çizgiler ile belirtilerek ölçülendirilmesi verilmektedir.



Şekil 3.12. BEPA ölçüm aracı

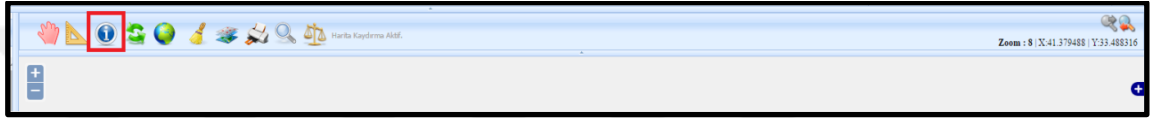


Şekil 3.13. BEPA uzunluk ve alan ölçümü ayarlanması

BEPA uzunluk ve alan ölçümü ayarlanması Şekil 3.13’de verilmektedir. Ölçüm aracı aktif edilmesi ile beraber sonra uzunluk ölçümü ve alan ölçümü için ayrı iki farklı ekran açılır ve yapılmak istenen ölçüm seçilmektedir.

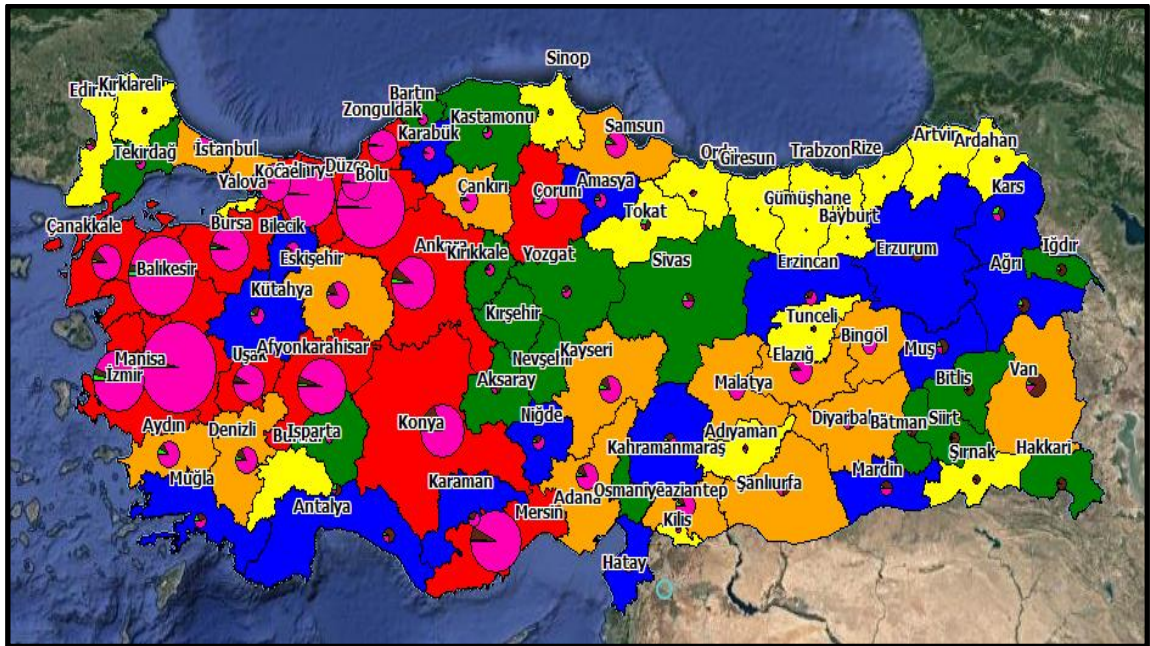
3.2.1.1.3. BEPA Bilgi Alma Aracı

Bu araç Şekil 3.14’de gösterilmiştir. Bu araç ile birlikte önceden verileri istenilen bölge üzerine gelinerek seçim yapılır ve seçilmiş bölgenin genel bilgisi veya analiz ağacından daha önce opsiyonel olarak seçilen bilgiler elde edilir.



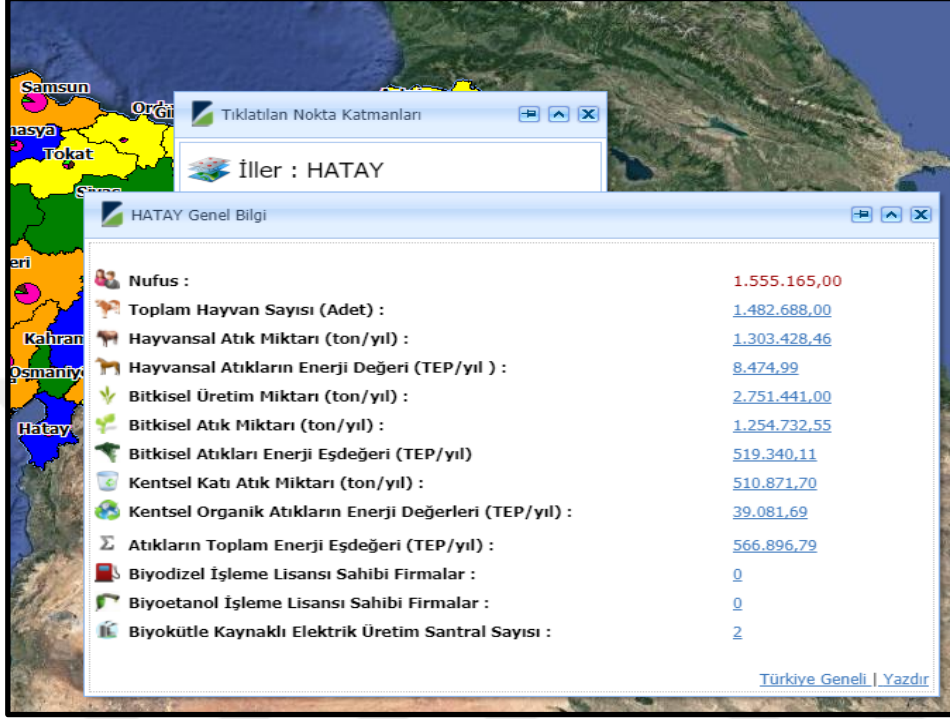
Şekil 3.14. BEPA bilgi alma aracı

Bilgi alma aracı aktif edildiğinde 'Bilgi Al' butonu kırmızı renk olarak aktif hale gelmektedir. Renk değişikliğinden dolayı 'Bilgi Al' komutunun açık olduğu belirlenir. Ardından bilgi alınmak istenen bölge il veya ilçe bazında seçilir. Fare imleci komut açıkken Şekil 3.15’de gösterildiği gibi mavi renkli dairesel bir şekil almaktadır.



Şekil 3.15. BEPA aktif edilmiş bilgi alma aracı ve bölge seçim ekranı

Bölge seçimi yapıldıktan sonra nokta katmanı işaretlenerek incelenen il veya ilçe için nokta katmanı seçimi yapılır ve ardından işaretlenen nokta katmanı ile ilgili analiz ağacından seçilmiş genel bilgilerin hepsi rapor halinde elde edilir.



Şekil 3.16. BEPA bilgi al komutuyla alınan genel bilgi raporu

3.2.1.1.4. BEPA Harita Yenileme Aracı

Harita yenileme aracı Şekil 3.17’de gösterilmiştir. BEPA programı ile istenilen bölge için bilgiler elde edilirken program online çalıştığı için internet erişiminde sorun yaşandığında web sayfası yenilenirken işlemler tamamen başa döner. Bu araç ile yenileme yapılması halinde ise tüm veriler sabit tutulur. Böylece yapılan çalışmaya zarar gelmeden ve bilgi kaybı olmadan prosese devam edilmektedir.



Şekil 3.17. BEPA harita yenileme aracı

3.2.1.1.5. BEPA İlk Görünüm Aracı

İlk görünüm aracı Şekil 3.18’de gösterilmiştir. Uygulama çalıştırıldığı ilk anda haritanın standart görüntü ayarları mevcuttur. Çalışma yapılırken harita standart görünümü bozulmuş olabilir. Bu sekme ile birlikte harita ilk çalışma esnasındaki gibi ortak ve Zoom 6 seviyesine getirilmektedir.



Şekil 3.18. BEPA ilk görünüm aracı

3.2.1.1.6. BEPA Harita Temizleme Aracı

Harita temizleme aracı Şekil 3.19’da gösterilmiştir. Bu araç ile beraber program üzerinde yapılan bütün analizler temizlenerek BEPA programının ilk açılışına dönmekte ve yeni analiz çalışması için hazır hale gelmektedir.



Şekil 3.19. BEPA harita temizleme aracı

3.2.1.1.7. BEPA Katman Çözünürlüğü Aracı

Bu araç Şekil 3.20’de gösterilmiştir. Harita üzerinde il çizgileri ve renklendirilmiş harita görüntüsü standarttır. Bu harita üzerinde istenilen veriler analiz edilerek farklı renklerle belirtilir. Katman çözünürlüğü aracı ile veri sonuçları haritanın saydamlığı değiştirilerek ortaya çıkarılmaktadır.



Şekil 3.20. BEPA katman çözünürlüğü aracı

3.2.1.1.8. BEPA Yazdırma Aracı

Bu araç Şekil 3.21’de gösterilmektedir. Yapılan analizler ile ilgili BEPA raporu doküman olarak elde edilir. Araç aktif olduktan sonra A4 veya A3 olarak kağıt boyutu seçilir. Yazdırma talimatı öncesi sayfanın ön izlemesinin yapılacağı buton ile yazdırılacak sayfanın son hali görülebilmektedir.



Şekil 3.21. BEPA aktif yazdırma aracı

3.2.1.1.9. BEPA Adres Arama Aracı

Bu araç daha çok bu sistemi noktasal araştırmalar için kullanacak kişi tarafından kullanılabilir hiyerarşik adres arama işlemi yapılarak adres bulunur. ‘Git’ butonu ile harita üzerinde Zoom yapılır. Adres arama aracı Şekil 3.22’de gösterilmiştir.



Şekil 3.22. BEPA adres arama aracı

3.2.1.1.10. BEPA Birim Çevirici

Birim çevirme aracı Şekil 3.23’de gösterilmiştir. Bu araç ile birlikte çeşitli enerji birimleri arasında dönüşümler yapılabilir.



Şekil 3.23. BEPA birim çevirici aracı

3.2.1.1.11. BEPA Zoom Aracı

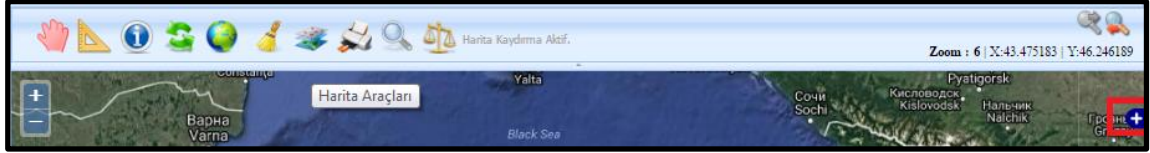
Bu araç Şekil 3.24’de gösterilmiştir. Haritanın sol üstünde bulunur. Bu araç ile birlikte harita üzerinde yakınlaşma ve uzaklaşma Zoom işlemleri yapılmaktadır.



Şekil 3.24. BEPA zoom aracı

3.2.1.1.12. BEPA Katman Değiştirme Aracı

Katman değiştirme aracı Şekil 3.25’de gösterilmiştir. Haritanın sağ üst köşesinde (+) butonu ile gösterilen araçtır. Bu araç ile birlikte harita üzerinde uygulanabilecek alt katmanlar açılır. Yapılan araştırmaya göre ihtiyaç duyulan alt katman seçilir. Alt katmanlar içerisinde, Türksat fiziki, uydu ve karma haritaları Google fiziki, uydu ve karma haritaları, sokak haritaları ve YEGM haritası bulunmaktadır.



Şekil 3.25. BEPA katman değiştirme aracı

3.2.2. Hesaplama Formülleri

BEPA programından hayvan sayıları, hayvansal atık enerjisi gibi gereken bilgiler için analizler yapılabilmektedir. Yapılan analizler neticesinde elde edilen veriler ile birlikte aşağıda belirtilen formülasyonlar işleme alınır. Bu işlemler sonucunda biyogaz enerjisi potansiyeli için teorik hesaplamalar yapılmış olur. Ancak, gübre miktarları ve verimleri hayvanların cinslerine göre farklılık göstermektedir. Bu yüzden büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanları için ayrı ayrı hesaplama formülasyonu oluşturularak hesaplamalar yapılmalıdır.

Bunun yanı sıra formülasyon işlemlerinden başlamadan önce göz önünde bulundurulması gereken bazı belirlenmiş kabuller yapılması zorunluluğu bulunmaktadır. Bu kabuller ile beraber işlemler yapıldığında teorik hesaplamalar yapılabilmektedir. Bu kabuller sırasıyla hayvanların günlük atık miktarı Çizelge 3.3’de gösterilmiştir. Bir ton hayvan gübresinden elde edilen biyogaz miktarı Çizelge 3.4’de belirtilmiştir. Kuru gübre katsayısı Çizelge 3.5’de verilmektedir. 1 m³ biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı ise Çizelge 3.6’da görülmektedir (Ergür, 2010). Burada günlük gübre miktarı 1 ton hayvan gübresinden elde edilen biyogaz miktarı ve kuru gübre katsayısı hayvan cinsine göre farklılık gösterirken enerji katsayısı ise sabit kabul edilmektedir.

Çizelge 3.3. Hayvan cinslerine göre elde edilen günlük gübre miktarı

Hayvan Cinsi	Günlük elde edilen gübre miktarı (kg)
Büyükbaş Hayvanı	9.86
Küçükbaş Hayvanı	1.92
Kanatlı Kümes Hayvanı	0.060

Çizelge 3.4. Bir ton hayvan gübresinden cinslerine göre elde edilen biyogaz miktarı

Hayvan Cinsi	1 ton Gübreden Elde Edilen Biyogaz (m ³)
Büyükbaş Hayvan	33
Küçükbaş Hayvan	58
Kanatlı Kümes Hayvanı	78

Çizelge 3.5. Hayvan cinslerine göre kuru gübre katsayısı

Hayvan Cinsi	Kuru Gübre Katsayısı (%)
Büyükbaş Hayvan	65
Küçükbaş Hayvan	13
Kanatlı Kümes Hayvanı	99

Çizelge 3.6. Biyogazdan elde edilen enerji miktarı

Biyogaz miktarı (m ³)	Enerji Miktarı (kWh)
1	4.7

Yukarıda yapılan kabuller ile birlikte öncelikle büyükbaş hayvanların enerji potansiyelini hesaplayabilmek için kullanılacak formüller oluşturulmuştur.

3.2.2.1. Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Enerji Potansiyeli

Günlük büyükbaş hayvandan elde edilen toplam yaş gübre miktarının hesaplanması (GBTYGM) için günlük büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarının toplam büyükbaş hayvan sayısı ile çarpılmasından elde edilir. Günlük bir adet büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı GBYGM olarak tanımlanırken büyükbaş hayvan sayısı ise BHS ile tanımlanır.

$$GBYGM \times BHS = GBTYGM \dots \dots \dots (1)$$

Günlük olarak elde edilen yaş gübre miktarı ile bir yıldaki gün sayısı çarpılarak YBTYGM olarak tanımlanan yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen toplam yaş gübre miktarı elde edilir.

$$GBTYGM \times 365 = YBTYGM \dots \dots \dots (2)$$

Bu işlemler neticesinde yukarıda elde edilen sonuçlar kilogram (kg) cinsindedir. İşlemlerin devamı için elde edilen sonucun birimi tona (t) dönüştürülür.

Bir ton büyükbaş hayvan yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı BTYBGBM olarak tanımlanır ve yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen toplam yaş gübre miktarı ile çarpılarak TBYGBM tanımlanan toplam büyükbaş hayvan yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı elde edilir.

$$YBTYGM \times BTYBGBM = TBYGBM \dots \dots \dots (3)$$

Büyükbaş hayvan yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı bulunduktan sonra yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen toplam gübre miktarı YBTGM tanımlanır ve yıllık

büyükbaş hayvandan elde edilen toplam yaş gübre miktarından çıkarılır. Bu işlem sonucunda YBTKGM elde edilir. YBTKGM ise yıllık büyükbaş hayvan atığından elde edilen kuru gübre miktarıdır.

$$YBTGM - YBTYGM = YBTKGM \dots\dots\dots(4)$$

Büyükbaş hayvandan yıllık elde edilen kuru gübre miktarı ile KGK tanımlanan kuru gübre katsayı ile çarpımında biyogaz için kullanılacak kuru gübre miktarı elde edilir.

$$YBTKGM \times KGK = YBKGBG \dots\dots\dots(5)$$

Bir ton büyükbaş hayvan kuru gübresinden elde edilen biyogaz miktarı BTKBGBM olarak tanımlanır ve yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen toplam kuru gübre miktarı ile çarpılarak TBKGBM tanımlanan toplam büyükbaş hayvan kuru gübresinden elde edilen biyogaz miktarı elde edilir.

$$YBTKGM \times BTKBGBM = TBKGBM \dots\dots\dots(6)$$

Büyükbaş hayvanların kuru ve yaş gübrelerinin değerlendirilmesi ile elde edilen biyogaz miktarları toplanarak büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı elde edilir ve TBBM olarak tanımlanır.

$$TBKGBM + TBYGBM = TBBM \dots\dots\dots(7)$$

Büyükbaş hayvan atıklarından elde edilen toplam biyogaz miktarı ile 1 m³ biyogazdan elde edilen elektrik enerji katsayısı ile çapıldığında mevcut biyogaz potansiyelinden elde edilebilecek enerji potansiyeli elde edilir. Elde edilebilecek enerji potansiyeli ise TBBEP olarak tanımlanır.

$$TBBM \times 4,7 = TBBEP \dots\dots\dots(8)$$

3.2.2.2. Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Enerji Potansiyeli

Küçükbaş hayvanların enerji potansiyelinin hesaplanabilmesi için gerekli olan formülasyon sistemi de ayrı olarak belirtilmiştir. Burada, GKTYGM olarak tanımlanan,

günlük küçükbaş hayvandan elde edilen toplam yaş gübre miktarının hesaplanması için günlük küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarının toplam küçükbaş hayvan sayısı ile çarpılmasından elde edilir. Günlük bir adet küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı GKYGM olarak tanımlanırken küçükbaş hayvan sayısı ise KHS ile tanımlanır.

$$GKYGM \times KHS = GKYGM \dots\dots\dots (9)$$

Günlük olarak elde edilen toplam yaş gübre miktarı ile bir yıldaki gün sayısı çarpılarak YKTYGM olarak tanımlanan yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen toplam yaş gübre miktarı elde edilir.

$$GKYGM \times 365 = YKTYGM \dots\dots\dots (10)$$

Bu işlemler neticesinde yukarıda elde edilen sonuçlar kilogram (kg) cinsindedir. İşlemlerin devamı için elde edilen sonucun birimi tona (t) dönüştürülür.

Bir ton küçükbaş hayvan yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı BTYKGBM olarak tanımlanır ve yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen toplam yaş gübre miktarı ile çarpılarak TKYGBM tanımlanan toplam küçükbaş hayvan yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı elde edilir.

$$YKTYGM \times BTYKGBM = TKYGBM \dots\dots\dots (11)$$

Küçükbaş hayvan yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı bulunduğundan sonra yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen toplam gübre miktarı YKTGM tanımlanır ve yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen toplam yaş gübre miktarından çıkarılır. Bu işlem sonucunda YKTKGM elde edilir. YKTKGM ise yıllık küçükbaş hayvan atığından elde edilen kuru gübre miktarıdır.

$$YKTGM - YKTYGM = YKTKGM \dots\dots\dots(12)$$

Küçükbaş hayvandan yıllık elde edilen kuru gübre miktarı ile KGK tanımlanan kuru gübre katsayı ile çarpımında biyogaz için kullanılabilecek kuru gübre miktarı elde edilir.

$$YKTKGM \times KGK = YKKGBG \dots\dots\dots(13)$$

Bir ton küçükbaş hayvan kuru gübresinden elde edilen biyogaz miktarı BTKKGBM olarak tanımlanır ve yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen toplam kuru gübre miktarı ile çarpılarak TKKGBM tanımlanan toplam küçükbaş hayvan kuru gübresinden elde edilen biyogaz miktarı elde edilir.

$$YKTKGM \times BTKKGBM = TKKGBM \dots\dots\dots (14)$$

Küçükbaş hayvanların kuru ve yaş gübrelerinin değerlendirilmesi ile elde edilen biyogaz miktarları toplanarak küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı elde edilir ve TKBM olarak tanımlanır.

$$TKKGBM + TKYGBM = TKBM \dots\dots\dots (15)$$

Küçükbaş hayvan atıklarından elde edilen toplam biyogaz miktarı ile 1 m³ biyogazdan elde edilen elektrik enerji katsayısı ile çapıldığında mevcut biyogaz potansiyelinden elde edilebilecek enerji potansiyeli elde edilir. Elde edilebilecek enerji potansiyeli ise TKBEP olarak tanımlanır.

$$TKBM \times 4,7 = TKBEP \dots\dots\dots (16)$$

Hayvanlardan elde edilen gübrelerin enerji potansiyelini hesaplariken hayvan cinsleri üç farklı grupta incelenmiştir. Son olarak kümes hayvanları için oluşturulan formülasyon sistemi de aşağıda belirtilmiştir.

3.2.2.3. Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilebilecek Biyogaz Enerji Potansiyeli

Burada GKHTYGM olarak tanımlanan, günlük kanatlı kümes hayvanından elde edilen toplam yaş gübre miktarının hesaplanması için günlük kümes hayvanından elde edilen yaş gübre miktarının toplam kanatlı kümes hayvanı sayısı ile çarpılması sonucunda elde edilir. Günlük kanatlı kümes hayvanından elde edilen yaş gübre miktarı GKHYGM olarak tanımlanırken kanatlı kümes hayvanı sayısı ise KKHS ile tanımlanır.

$$GKHYGM \times KHHS = GKHTYGM \dots\dots\dots (17)$$

Günlük olarak elde edilen yaş gübre miktarı ile bir yıldaki gün sayısı çarpılarak YKHTYGM olarak tanımlanan yıllık kanatlı kümes hayvanından elde edilen toplam yaş gübre miktarı elde edilir.

$$GKHTYGM \times 365 = YKHTYGM \dots\dots\dots(18)$$

Bu işlemler neticesinde yukarıda elde edilen sonuçlar kilogram (kg) cinsindedir. İşlemlerin devamı için elde edilen sonucun cinsi tona (t) dönüştürülür.

Bir ton kanatlı kümes hayvanı yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı BTYKHGBM olarak tanımlanır ve yıllık kanatlı kümes hayvanından elde edilen toplam yaş gübre miktarı ile çarpılarak TKHYGBM tanımlanan toplam kanatlı kümes hayvanı yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı elde edilir.

$$YKHTYGM \times BTYKHGBM = TKHYGBM \dots\dots\dots (19)$$

Kanatlı kümes hayvanı yaş gübresinden elde edilen biyogaz miktarı bulunduğundan sonra yıllık kümes hayvanından elde edilen gübre miktarı YKHTGM tanımlanır ve yıllık kanatlı kümes hayvanından elde edilen toplam yaş gübre miktarından çıkarılır. Bu işlem sonucunda YKHTKGM elde edilir. YKHTKGM ise yıllık kanatlı kümes hayvanı atığından elde edilen kuru gübre miktarıdır.

$$YKHTGM - YKHTYGM = YKHTKGM \dots\dots\dots(20)$$

Kanatlı kümes hayvanından yıllık elde edilen kuru gübre miktarı ile KGK tanımlanan kuru gübre katsayı ile çarpımında biyogaz için kullanılabilecek kuru gübre miktarı elde edilir.

$$YKHTKGM \times KGK = YKHKGBG \dots\dots\dots (21)$$

Bir ton kanatlı kümes hayvanı kuru gübresinden elde edilen biyogaz miktarı BTKHKGBM olarak tanımlanır ve yıllık kanatlı kümes hayvanından elde edilen toplam kuru gübre miktarı ile çarpılarak TKHKGBM tanımlanan toplam kanatlı kümes hayvanı kuru gübresinden elde edilen biyogaz miktarı elde edilir.

$$YKHTKGM \times BTKHKGBM = TKHKGBM \dots\dots\dots(22)$$

Kanatlı kümes hayvanlarının kuru ve yaş gübrelerinin değerlendirilmesi ile elde edilen biyogaz miktarları toplanarak kümes hayvanından elde edilen biyogaz miktarı elde edilir ve TKHBM olarak tanımlanır.

$$TKHKGBM + TKHYGBM = TKHBM \dots\dots\dots(23)$$

kümes hayvanı atıklarından elde edilen toplam biyogaz miktarı ile 1 m³ biyogazdan elde edilen elektrik enerji katsayısı ile çarpıldığında mevcut biyogaz potansiyelinden elde edilebilecek enerji potansiyeli elde edilir. Elde edilebilecek enerji potansiyeli ise TKHBEP olarak tanımlanır.

$$TKHBM \times 4,7 = TKHBEP \dots\dots\dots(24)$$

3.3. Karbon Salınımı

Hatay ilinde kurulacak olan Biyogaz enerji santrali ile elde edilecek elektrik enerjisi neticesinde karbon salınımının düşürülmesi ile küresel ısınmanın yaratacağı felaketlerin de azaltılmasını sağlamak mümkün olmaktadır. Genel olarak elektrik tüketimine bağlı karbon salınım miktarı, elektrik tüketimi ile emisyon faktörünün çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Dünyadaki tüm ülkelere ait emisyon faktörü değeri, ülke içerisinde üretilen elektriğe bağlı emisyon değerinin, o ülkede üretilen toplam elektrik miktarına oranı ile hesaplanmaktadır (Brander ve ark., 2011). Türkiye için birim kilovat saat elektrik üretimine bağlı salınım miktarı''0.865664547'' kg CO₂ olarak belirlenmiş olup salınım miktarı;

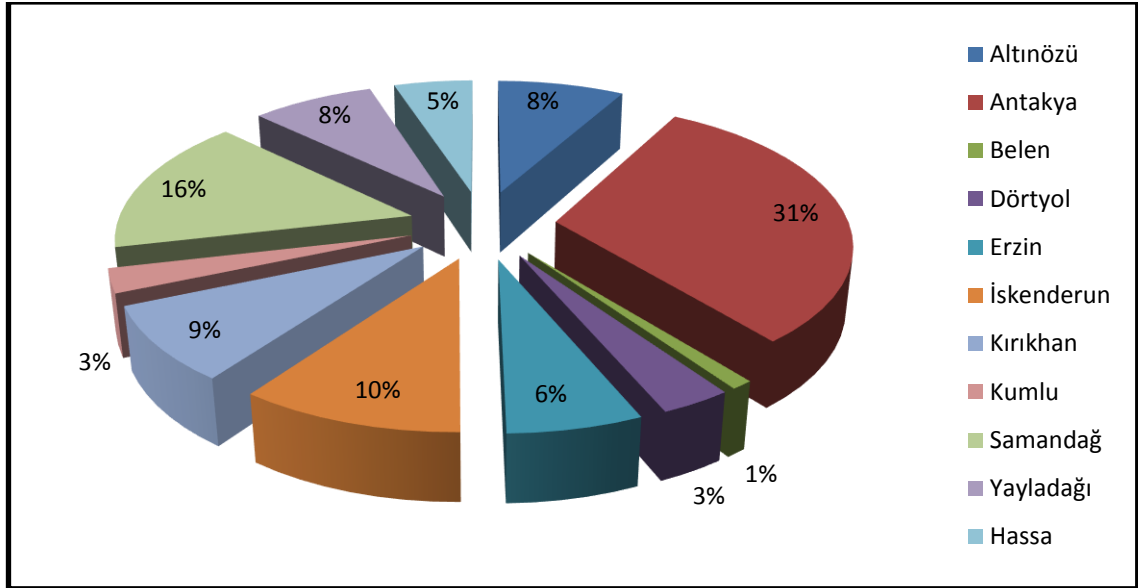
$$\text{Salınım Miktarı (kgCO}_2\text{)} = \text{Üretilen Elektrik (kWh)} \times 0.865664547 \dots\dots\dots(25)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır.

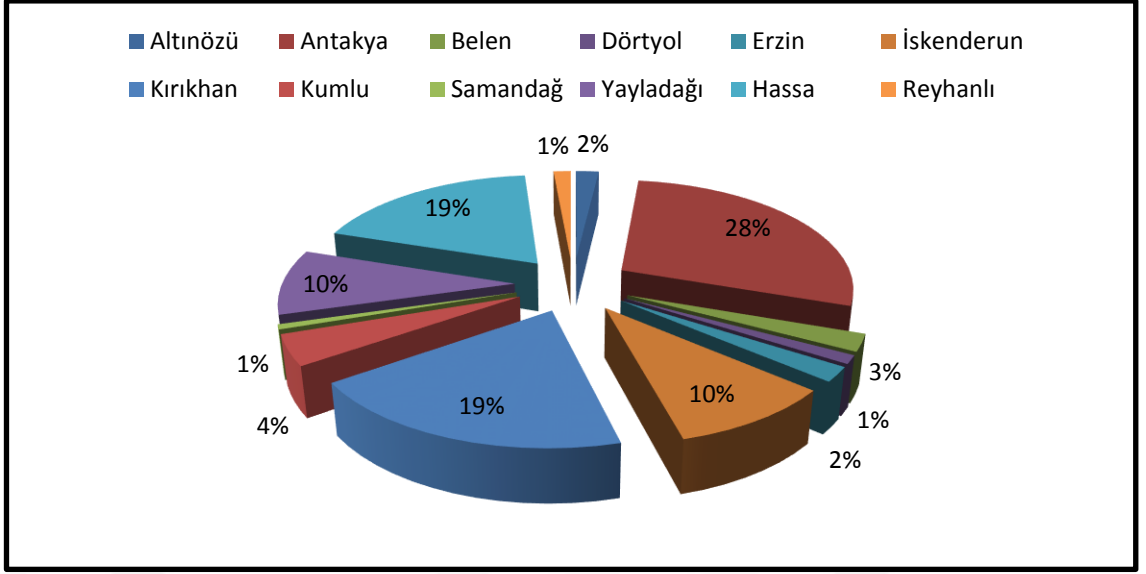
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Hatay ilinin geçim kaynakları arasında hayvancılığın önemi ve mevcut hayvan sayıları düşünüldüğünde biyogaz enerji üretimi için sıkıntı yaşanması mümkün görülmemekte olup değerlendirilebilecek önemli bir biyogaz potansiyeli mevcuttur. Bu potansiyeli kaynak olarak kullanılacak olan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı kümes hayvanlarının atık ve artıkları oluşturmaktadır. Hayvansal organik atık ve artıkların oluşturduğu biyogaz enerjisi potansiyelini entegre bir sistem kurularak değerlendirmek mümkündür. Tesisten istenilen verimin elde edilebilmesi, çalışabilmesi ve sürekliliğinin sağlanabilmesi için biyogaz enerji potansiyeli analiz sonuçlarının iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Tesiste üretilecek olan enerjinin potansiyelinin hesaplanabilmesi için öncelikle kaynakların temelini oluşturan hayvanların cinslerine göre yoğunlukları incelenmektedir.

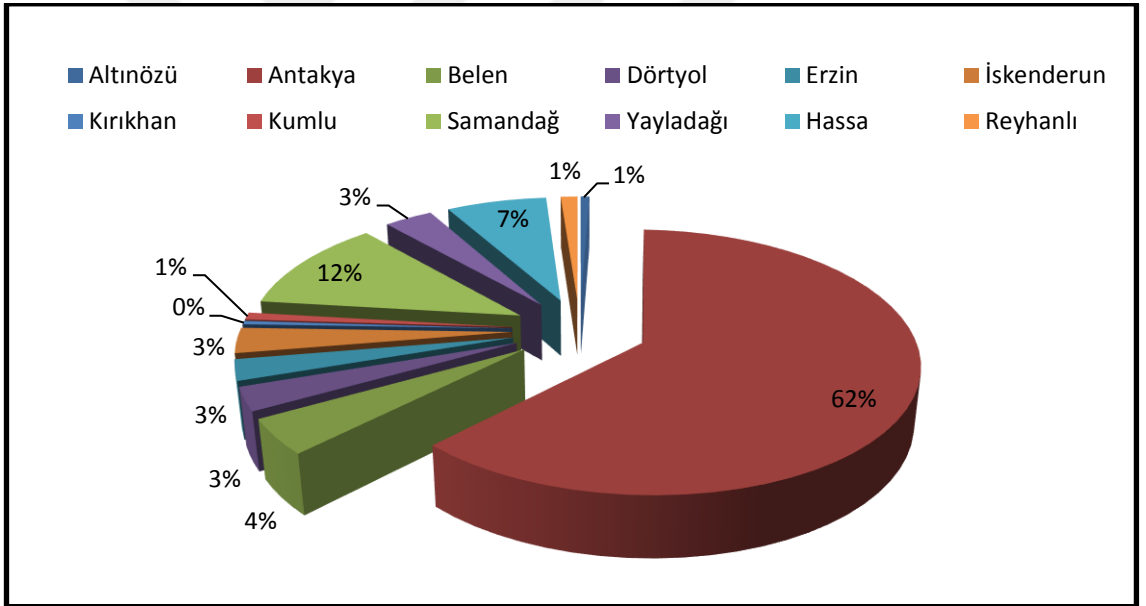
Hatay ili büyükbaş hayvanların yüzdeler olarak ilçelere dağılımı Şekil 4.1’de, Hatay ili küçükbaş hayvanların yüzdeler olarak ilçelere dağılımı Şekil 4.2’de, Hatay ili kanatlı kümes hayvanlarının yüzdeler olarak ilçelere dağılımı ise Şekil 4.3’de verilmektedir.



Şekil 4.1. Hatay ili büyükbaş hayvanların yüzdeler olarak ilçelere dağılımı



Şekil 4.2. Hatay ili küçükbaş hayvanların yüzdeler olarak ilçelere dağılımı



Şekil 4.3. Hatay ili kanatlı kümes hayvanlarının yüzdeler olarak ilçelere dağılımı

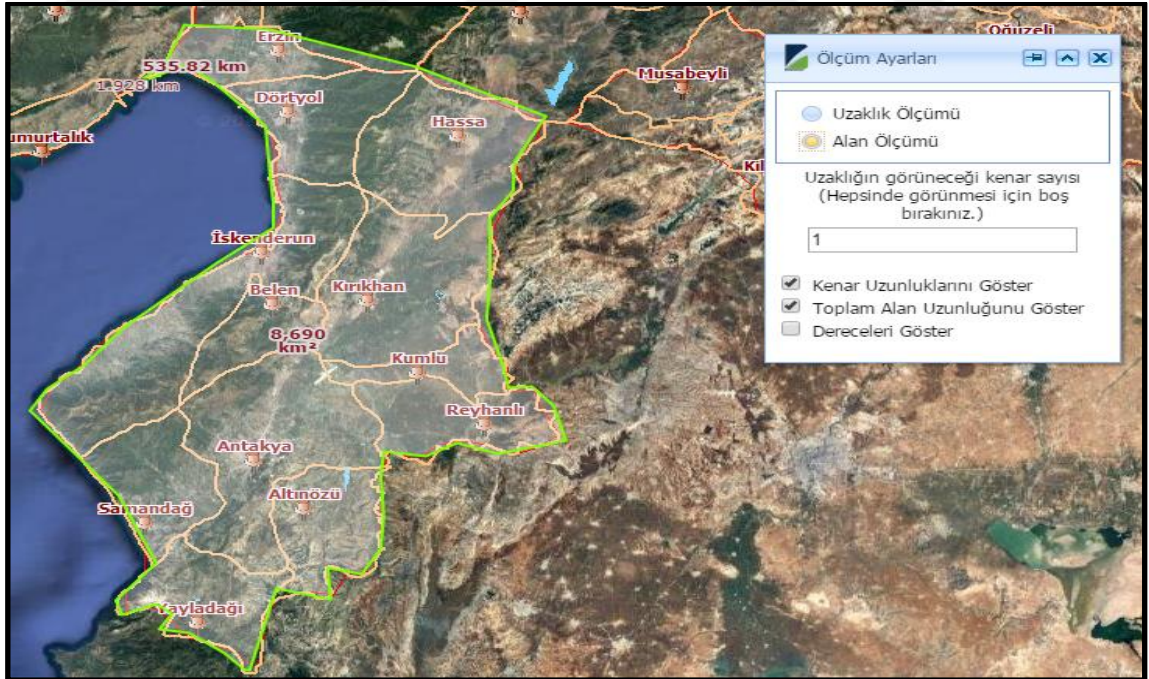
Yukarıdaki hayvan sayıları referans alınarak oluşturulan gruplaştırılmış ilçe bazındaki hayvansal yoğunluk grafikleri incelendiğinde biyogaz enerji üretimi için gerekli olan potansiyel yoğunluğunun büyükbaş hayvanlarda %31, küçükbaş hayvanlarda %28 ve kanatlı kümes hayvanlarında ise %62 ile Antakya ilçesinde en yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle Hatay ilinin coğrafi konumu ve iklim şartları göz önüne

alındığında biyogaz üretim tesisi için en uygun bölgenin Antakya ilçesine yakın alanda Amik Ovası üzerinde kurulmasının daha verimli olacağı değerlendirilmiştir. Tesis yerinin seçimi yapılırken tesis için ulaşım imkanları, nakil yolları mevsimsel çalışma olanakları, kaynak depolama bilirlilik alanları göz önünde bulundurulmuştur.

4.1. Hatay İli BEPA Analiz Çalışması

Hatay İlinde bulunan biyogaz enerjisi potansiyelini ve bu potansiyelden elde edilmesi mümkün olabilen enerjiyi hesaplayabilmek için öncelikle Hatay İlinin bulunduğu coğrafi konum incelenmiştir. Hatay ilinin BEPA programındaki hesaplanan yüz ölçümü yaklaşık olarak 8690 km² olup Şekil 4.4 verilmektedir.

Yüz ölçümünün ardından Hatay İlinde bulunan biyogaz enerji potansiyelinin hesaplanabilmesi için en önemli parametre Hatay ilinde bulunan hayvanların sayısıdır. BEPA programı yardımıyla Çizelge 4.1'de hayvan sayıları irdelenmiştir.



Şekil 4.4. BEPA Hatay ili yüz ölçümü

Çizelge 4.1. Hatay ilinde bulunan mevcut hayvan sayıları

Cinsi	Adet
Büyükbaş Hayvan Sayısı	134,016
Küçükbaş Hayvan Sayısı	490,440
Kanatlı Kümes Hayvan Sayısı	684,796
Toplam Hayvan Sayısı	1,309,252

Çizelge 4.1 incelendiğinde Hatay ilinde 134,016 adet büyükbaş hayvan olup Hatay ilinde bulunan toplam hayvanların yaklaşık % 10.23'nü oluşturmaktadır. Hatay ilinde mevcut şartlarda 490,440 adet küçükbaş hayvan olup toplam hayvanların yaklaşık % 37.45'ini, Kanatlı hayvan sayısı ise toplam 684,796 adet olup toplam hayvanların % 52,30'unu oluşturmaktadır. Üç grup olarak incelenen canlı hayvanlar Hatay ilinde toplam 1,309,252 adettir. Türkiye bazında incelendiğinde Hatay ilindeki büyükbaş hayvanlar Türkiyede bulunan mevcut büyükbaş hayvanların % 0,92'sini, küçükbaş hayvanlar % 0,67'sini ve kanatlı hayvanlar ise % 0,34'nü oluşturmaktadır.

Hatay ilindeki canlı hayvanların sayısı elde edildikten sonra mevcut hayvanların yıllık atık gübre miktarlarını incelenir. Çizelge 4.2'de yıllık atık gübre miktarları ilçe bazında ayrı ayrı incelenerek her ilçenin kendi içerisinde barındırdığı biyogaz enerji potansiyelini hesaplamak mümkündür. Çizelge incelendiğinde Hatay ilinin ilçelerindeki biyogaz enerjisi elde etmek için kullanılacak atık miktarlarının Antakya ve İskenderun ilçelerinde yoğun olduğu görülmektedir. Hatay ilinde yıllık büyükbaş hayvanlardan toplam 951,628.39 ton, yıllık küçükbaş hayvanlardan 440,525.42 ton, yıllık kanatlı hayvanlardan 23,664.34 ton atık elde edilmektedir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde hayvansal atıkların toplam enerji değeri 9,201.48 TEP/yıl'dır. Büyükbaş hayvanlar toplam enerji değerinin % 81.93'ünü, küçükbaş hayvanlar % 10,84'ünü ve kanatlı hayvanlar ise % 7,23'ünü oluşturmaktadır. BEPA uygulamasında analizler yapılarak elde edilen veriler ile birlikte biyogaz enerji üretimi için yapılan kabuller ile beraber işleme alındığında mevcut hayvanlar ile teorik olarak Hatay Bölgesi'nde ilçe bazında elde edilebilecek enerji potansiyelleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların ardından biyogaz santralının kurulması için en uygun yerin atanması daha doğru sonuç olarak daha verimli enerji üretimi sağlanabilecektir.

Çizelge 4.2. Hatay ilinde elde edilen hayvansal atıkların hayvan cinslerine ve ilçelere göre dağılımı

İlçeler	Büyükbaş H. Atık Miktarı (ton/Yıl)	Küçükbaş H. Atık Miktarı (ton/Yıl)	Kanatlı H. Atık Miktarı(ton/Yıl)
Altınözü	68,509.77	7,737.84	225.33
Antakya	277,865.92	122,747.93	12,502.22
Belen	29,550.2	10,125.61	916.39
Dört Yol	30,986.68	5,028	1,095
Erzin	55,640.8	8,648.43	1,387.6
Hassa	55,377.98	75,407.65	2,222.42
İskenderun	93,219.18	41,923.34	1,172.27
Kırıkhan	78,651.48	79,278.77	81.27
Kumlu	24,646.81	18,106.28	334.76
Reyhanlı	81,454.50	29,825.22	427.36
Samandağ	144,988.22	2,925.33	2,730.40
Yayladağı	66,568.34	38,771.02	987.37
TOPLAM	951,628.39	440,525.42	23,664.34

Çizelge 4.3. Hatay ili hayvansal atıkların enerji değeri analiz sonuçları

Cinsi	Miktar (Tep/Yıl)
Büyük Baş Atık Enerji Değeri	7,538.51
Küçük Baş Atık Enerji Değeri	997.41
Kanatlı Kümes Hayvan Atık Enerji Değeri	665.56
Toplam Hayvan Atık Enerji Değeri	9,201.48

4.2. Hatay İli Biyogaz Enerji Potansiyeli Hesaplaması

4.2.1. Altınözü İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.1.1. Altınözü İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $10,273 \times 9.86 = 10,579.78$ kg

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $10,579.78 \times 365 = 3,861.62$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $3,861.62 \times 33 = 127,433.46$ m³

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $68,509.77 - 3,861.62 = 64,648.15$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $64,648.15 \times (\% 65) = 42,021.29$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $42,021.29 \times 33 = 1,386,702.57$ m³

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $1,386,702.57 + 127,433.46 = 1,514,136.03$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $1,514,136.03 \times 4.7 = 7.11$ GWh

4.2.1.2. Altınözü İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $9,234 \times 1.92 = 17,129.28$ kg

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $17,129.28 \times 365 = 6,471.18$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı:
 $6,471.18 \times 58 = 375,328.44 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $7,737.84 - 6,471.18 = 1,266.66 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $1,266.66 \times (\% 13) = 164.67 \text{ ton}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı:
 $164.67 \times 58 = 9,550.86 \text{ m}^3$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $375,328.44 + 9,550.86 = 384,879.3 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $384,879.3 \times 4.7 = 1.80 \text{ GWh}$

4.2.1.3. Altınözü İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $4,176 \times 0,060 = 250.56 \text{ kg}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $250.56 \times 365 = 91.45 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $91.45 \times 78 = 7,133.10 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $225.33 - 91.45 = 133.88 \text{ ton}$

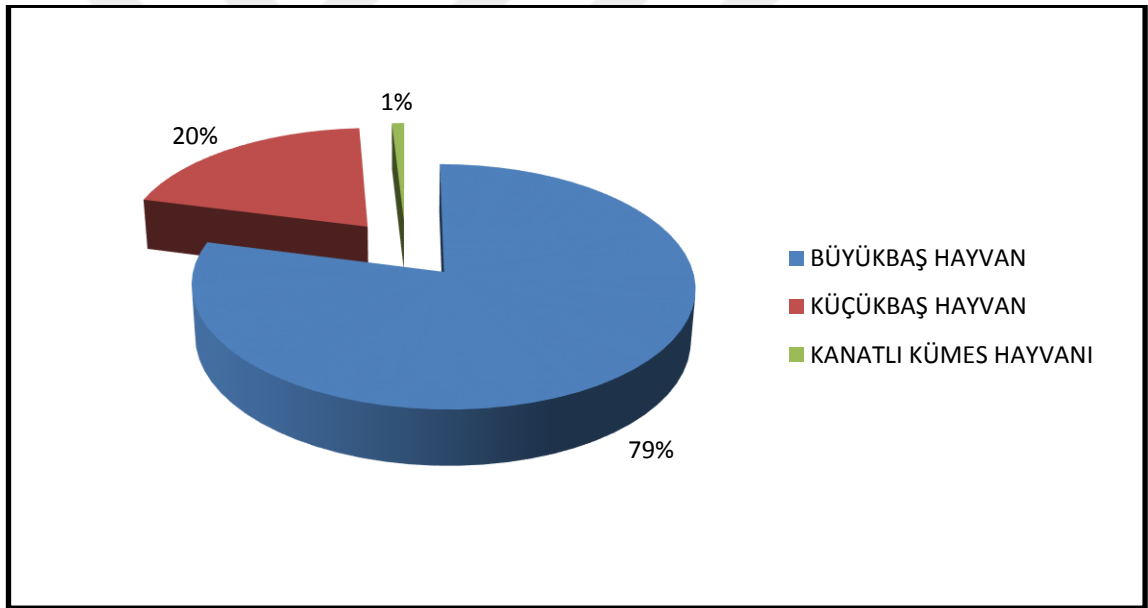
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $133.88 \times (\% 99) = 132.54 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $132.54 \times 78 = 10,338.2 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $7,133.10 + 10,338.2 = 17,471.31 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $17,471.31 \times 4.7 = 0.082 \text{ GWh}$

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Altınözü ilçesindeki hayvan cinslerine göre biyogaz enerji potansiyeli oranları Şekil 4.5' de verilmektedir. Şekil incelendiğinde Hatay ili Altınözü ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 7.11 GWh ile % 79'u, küçükbaş hayvanlardan 1.80 GWh ile % 20'si, kümes hayvanlarından 0.082 GWh ile % 1'i olmak üzere toplamda 8.992 GWh'lık enerji elde edilmektedir.



Şekil 4.5. Hatay ili Altınözü ilçesi hayvan cinslerine göre biyogaz enerji potansiyeli oranları

4.2.2. Antakya İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.2.1. Antakya İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $39,200 \times 9.86 = 386,512 \text{ kg}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $386,512 \times 365 = 141,076.88$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $141,076.88 \times 33 = 4,655.537 \text{ m}^3$

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $277,865.92 - 141,076.88 = 136,789.04$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $88,912.87 \times (\% 65) = 57,793.36$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $57,793.36 \times 33 = 1,907,180.8 \text{ m}^3$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $1,907,180.8 + 4,655.5 = 6,562,717.8 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $6,562,717.8 \times 4.7 = 30.8 \text{ GWh}$

4.2.2.2. Antakya İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $139,518 \times 1.92 = 267,874.56$ kg

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $267,874.56 \times 365 = 97,774.214$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $97,774.214 \times 58 = 5,670,904.43 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $122,747.93 - 97,774.214 = 24,973.71$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $24,973.71 \times (\% 13) = 3,246.58$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı:
 $3,246.58 \times 58 = 188,301.64 \text{ m}^3$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $5,670,904.43 + 188,301.64 = 5,859.206 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $5,859.206 \times 4.7 = 27.5 \text{ GWh}$

4.2.2.3. Antakya İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Yaş Gübre Miktarı: $423,807 \times 0,060 = 25,428.42 \text{ kg}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $25,428.42 \times 365 = 9,281.37 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $9,281.37 \times 78 = 723,946.86 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $12,502.22 - 9,281.37 = 3,220.85 \text{ ton}$

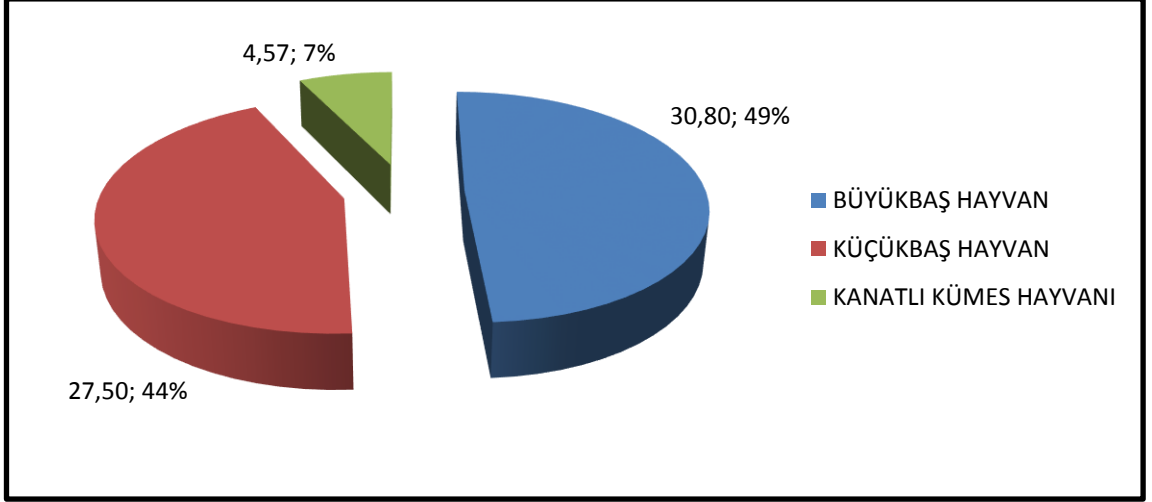
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $3,220.85 \times (\% 99) = 3,188.64 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $3,188.64 \times 78 = 248,714.03 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $723,946.86 + 248,714.03 = 972,660.89 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $972,660.89 \times 4.7 = 4.57 \text{ GWh}$

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Antakya ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.6' da incelenmiştir.



Şekil 4.6. Hatay ili Antakya ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Antakya ilçesindeki hayvan cinslerine göre biyogaz enerji potansiyeli oranları Şekil 4.6’ de verilmektedir. Şekil incelendiğinde Hatay ili Antakya ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 30.80 GWh ile % 49’u, küçükbaş hayvanlardan 27.50 GWh ile % 44’si, kümes hayvanlarından 4.57 GWh ile % 7’i olmak üzere toplamda 62,87 GWh’lık enerji elde edilmektedir.

4.2.3. Belen İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.3.1. Belen İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $1,315 \times 9.86 = 12,965.9$ kg

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $12,965.9 \times 365 = 4,732.5$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $4,732.5 \times 33 = 156,172.5$ m³

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $29,550.2 - 4,732.5 = 24,817.5$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $24,817.5 \times (\% 65) = 16,131.3$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $16,131.3 \times 33 = 532,332.9$ m³

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $156,172.5 + 532,332.9 = 688,505.4$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $688,505.4 \times 4.7 = 3.23$ GWh

4.2.3.2. Belen İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $12,200 \times 1.92 = 23,424$ kg

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $23,424 \times 365 = 8,549.760$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $8,549.76 \times 58 = 495,886$ m³

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $10,125.61 - 8,549.760 = 1,575.85$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $1,575.85 \times (\% 13) = 204.86$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $204.86 \times 58 = 11,881.9$ m³

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $495,886 + 11,881.9 = 507,767.9$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $507,767.9 \times 4.7 = 2,38$ GWh

4.2.3.3. Belen İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $29,950 \times 0,060 = 1,797 \text{ kg}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $1,797 \times 365 = 655.9 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $655.9 \times 78 = 51,160.5 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $916.39 - 655.9 = 260.49 \text{ ton}$

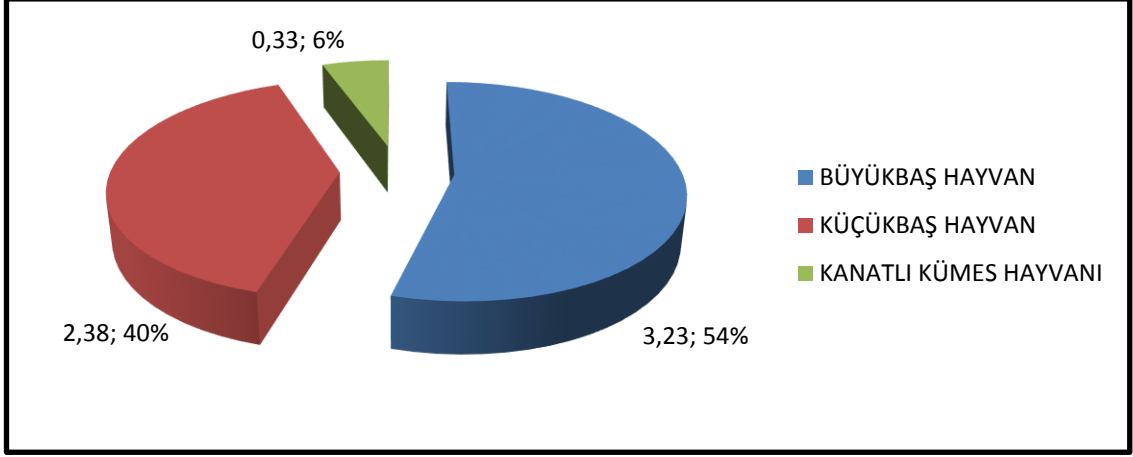
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $260.49 \times (\% 99) = 257.80 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $257.80 \times 78 = 20,115.03 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $51,160.5 + 20,115.03 = 71,275.5 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $71,275.5 \times 4.7 = 0,33 \text{ GWh}$

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Belen ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.7’de incelenmiştir.



Şekil 4.7. Hatay ili Belen ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Belen ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 3.23 GWh ile % 54'ü, küçükbaş hayvanlardan 2.38 GWh ile % 40'ı, kümes hayvanlarından 0.33 GWh ile % 6'sı olmak üzere toplamda 5.94 GWh'lık enerji elde edilmektedir.

4.2.4. Dört Yol İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.4.1. Dört Yol İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $4,162 \times 9.86 = 41,037.32 \text{ kg}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $41,037.32 \times 365 = 14,978.6 \text{ ton}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $14,978.6 \times 33 = 4,942,945.1 \text{ m}^3$

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $29,550.2 - 14,978.6 = 14,571.6 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılacak kuru gübre miktarı: $14,521.6 \times (\% 65) = 9,439$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $9,439 \times 33 = 311,487 \text{ m}^3$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $4,942,945.1 + 311,487 = 5,254,432.1 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $5,254,432.1 \times 4.7 = 24.6 \text{ GWh}$

4.2.4.2. Dörtüyl İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $6,058 \times 1.92 = 11,631.3 \text{ kg}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $11,631.3 \times 365 = 4,245.4 \text{ ton}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $4,245.4 \times 58 = 246,235.8 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $5,028 - 4,245.4 = 782,6 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılacak kuru gübre miktarı: $782,6 \times (\% 13) = 101.73$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı $101.3 \times 58 = 5,900.8 \text{ m}^3$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $246,235.8 + 5,900.8 = 252,136.6 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $252,136.6 \times 4.7 = 1.18 \text{ GWh}$

4.2.4.3. Dörtüyl İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $20,000 \times 0,060 = 1200 \text{ kg}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $1200 \times 365 = 438 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $438 \times 78 = 34,164 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $916.39 - 438 = 478.39 \text{ ton}$

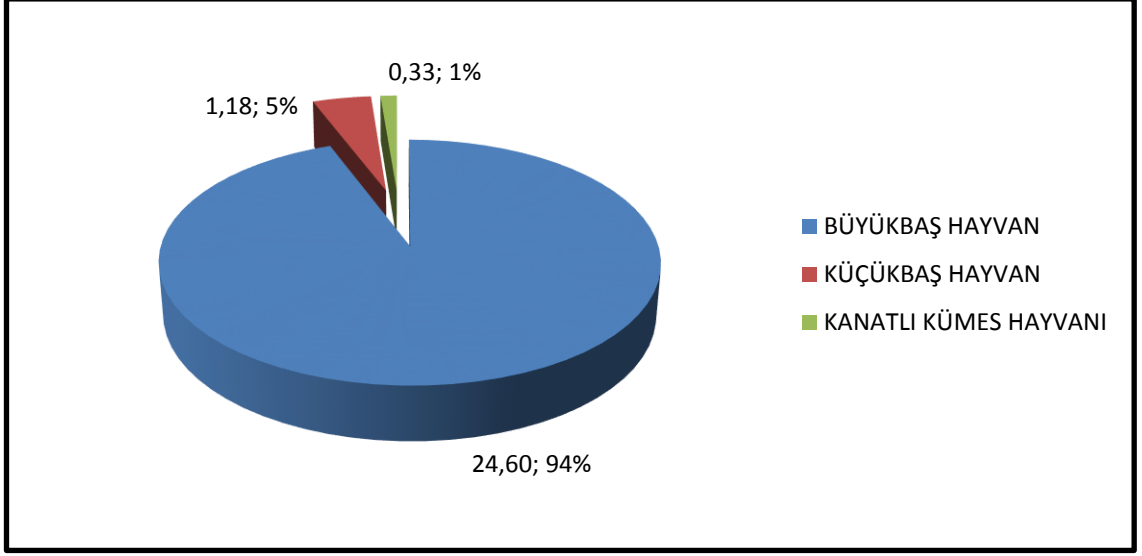
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $478.39 \times (\% 99) = 473.6 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $473.6 \times 78 = 36,941.27 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $34,164 + 36,941.27 = 71,105.2 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $71,105.2 \times 4.7 = 0,33 \text{ GWh}$

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Dörtüyl ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.8'de incelenmiştir.



Şekil 4.8. Hatay ili Dörtöyl ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Dörtöyl ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 24.60 GWh ile % 94'ü, küçükbaş hayvanlardan 1.18 GWh ile % 5'i, kümes hayvanlarından 1.18 GWh ile % 5'i olmak üzere toplamda 26.11 GWh'lık enerji elde edilmektedir.

4.2.5. Erzin İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.5.1. Erzin İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $2,714 \times 9.86 = 26,760$ kg

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $26,760 \times 365 = 9,767.4$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $9,767.4 \times 33 = 322,324.68 \text{ m}^3$

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $30,986.68 - 9,767.4 = 21,219.2$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $21,219.2 \times (\% 65) = 13,792.5$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $13,792.5 \times 33 = 455,153.5$ m³

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $322,324.7 + 455,153.5 = 777,478.23$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $777,478.23 \times 4.7 = 3.65$ GWh

4.2.5.2. Erzin İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $10,420 \times 1.92 = 20,006.40$ kg

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $20,006.40 \times 365 = 7,302.3$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $7,302.3 \times 58 = 423,535.4$ m³

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $8,648.43 - 7,302.3 = 1,346.1$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $1,346.1 \times (\% 13) = 174.996$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $174.996 \times 58 = 10,149.8$ m³

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $423,535.4 + 10,149.8 = 433,685.22$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $433,685.22 \times 4.7 = 2.03$ GWh

4.2.5.3. Erzin İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $17,760 \times 0,060 = 1,065.6 \text{ kg}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $1,065.6 \times 365 = 388.9 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $388.9 \times 78 = 30,334.2 \text{ m}^3$

Yıllık Kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $1,095 - 388.9 = 706.1 \text{ ton}$

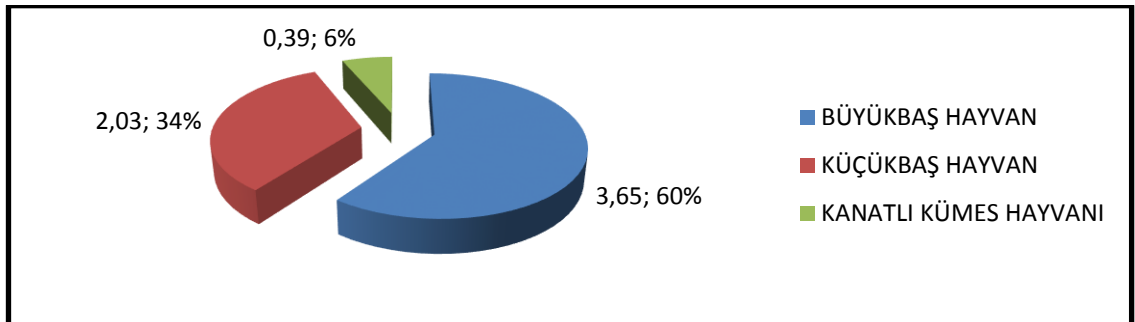
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $706.1 \times (\% 99) = 699.03 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $699.03 \times 78 = 54,525 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $30,334.2 + 54,525 = 84,859.2 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $84,859.2 \times 4.7 = 0.39 \text{ GWh}$

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Erzin ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.9'da incelenmiştir.



Şekil 4.9 Hatay ili Erzin ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Erzin ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 3.65 GWh ile % 60'ı, küçükbaş hayvanlardan 2.03 GWh ile % 34'ü, kümes hayvanlarından 0.39 GWh ile % 6'sı olmak üzere toplamda 6.07 GWh'lık enerji elde edilmektedir.

4.2.6. Hassa İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.6.1. Hassa İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $7,850 \times 9.86 = 77,401$ kg

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $77,401 \times 365 = 28,251.3$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $28,251.3 \times 33 = 932,295.04 \text{ m}^3$

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $55,377.98 - 28,251.3 = 27,126.6$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılacak kuru gübre miktarı: $27,126.6 \times (\% 65) = 17,632.3$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $17,632.3 \times 33 = 581,867.28 \text{ m}^3$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $932,295 + 581,867.28 = 1,514,162.3 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $1,514,162.3 \times 4.7 = 7.11 \text{ GWh}$

4.2.6.2. Hassa İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $90,852 \times 1.92 = 174,435.8 \text{ kg}$

$174,435.8 \times 365 = 63,669 \text{ ton}$ Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $63,669 \times 58 = 3,692,802 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $75,407.65 - 63,669 = 11,738.6 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $11,738.6 \times (\% 13) = 1,523.02 \text{ ton}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $1,523.02 \times 58 = 88,509.4 \text{ m}^3$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $3,692,802 + 88,509.4 = 3,781,311.4 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $3,781,311.4 \times 4.7 = 17.7 \text{ GWh}$

4.2.6.3. Hassa İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $47,850 \times 0.060 = 2,871 \text{ kg}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $2,871 \times 365 = 1,047.9 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $1,047.9 \times 78 = 81,736.2 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $2,222.42 - 1,047.9 = 1,174.5$ ton

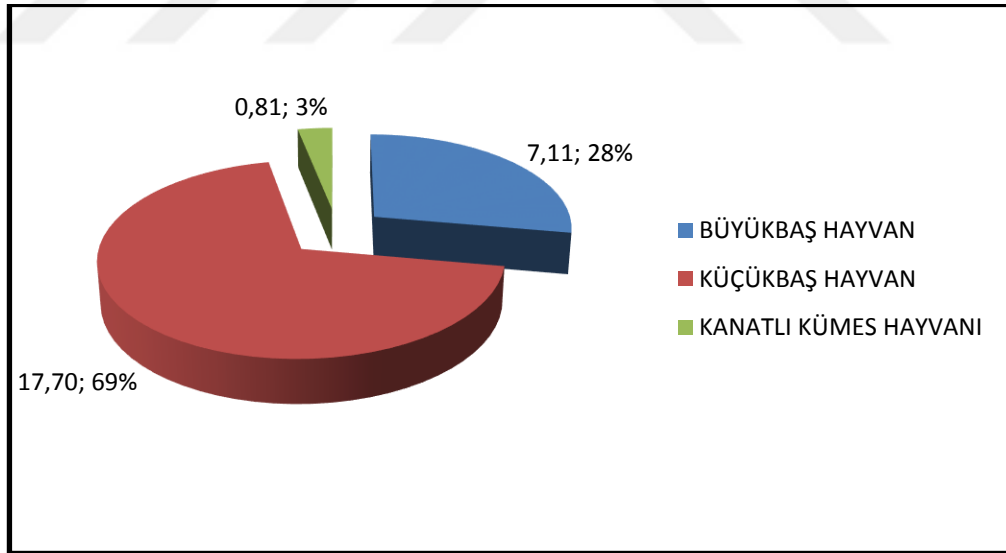
Biyogaz enerji üretimi için kullanılacak kuru gübre miktarı: $1,174.5 \times (\% 99) = 1,162.75$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $1,162.75 \times 78 = 90,694.5$ m³

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $81,736.2 + 90,694.5 = 172,430.7$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $172,430.7 \times 4.7 = 0.81$ GWh

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Hassa ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.10'da incelenmiştir.



Şekil 4.10. Hatay ili Hassa ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Hassa ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 17.70 GWh ile % 69'u, küçükbaş hayvanlardan 7.11 GWh ile % 28'i,

kümes hayvanlarından 0.81 GWh ile % 3'ü olmak üzere toplamda 25.62 GWh'lık enerji elde edilmektedir.

4.2.7.İskenderun İlçesi İçin Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.7.1. İskenderun İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $12,962 \times 9.86 = 127,805.3 \text{ kg}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $127,805.3 \times 365 = 46,468.9 \text{ ton}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $46,468.9 \times 33 = 1,533,473.7 \text{ m}^3$

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $93,219.18 - 46,468.9 = 46,750.2 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $46,750.2 \times (\% 65) = 30,387.6 \text{ ton}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $30,387.6 \times 33 = 1,002,793.5 \text{ m}^3$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $1,002,793.5 + 1,533,473.7 = 2,536,267.2 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $2,536,267.2 \times 4.7 = 11.9 \text{ GWh}$

4.2.7.2. İskenderun İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $47,651 \times 1.92 = 91,489.92 \text{ kg}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $91,489.92 \times 365 = 33,393.8$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $33,393.8 \times 58 = 1,936,840.4 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $41,923.34 - 33,393.8 = 8,529.54$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $8,529.54 \times (\% 13) = 1,108.84$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $1,108.84 \times 58 = 64,312.73 \text{ m}^3$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $1,936,840 + 64,312.73 = 2,001,153.13 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $2,001,153.13 \times 4.7 = 9.40$ GWh

4.2.7.3. İskenderun İlçesi Kanatlı Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $21,540 \times 0.060 = 1,292.4$ kg

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $1,292.4 \times 365 = 471.7$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $471.7 \times 78 = 36,792.6 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $1,172.27 - 471.7 = 700,5$ ton

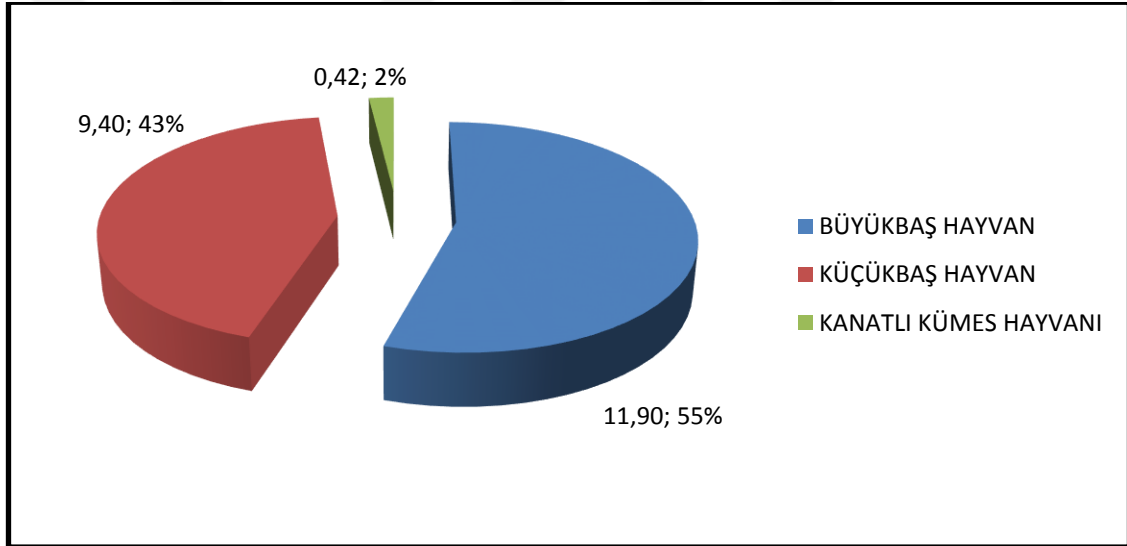
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $700,5 \times (\% 99) = 693.5$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $693.5 \times 78 = 54,093 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $36,792.6 + 54,093 = 90,885.6 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $90,885.6 \times 4.7 = 0.42 \text{ GWh}$

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında İskenderun ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.11’de incelenmiştir.



Şekil 4.11. Hatay ili İskenderun ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili İskenderun ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 11.90 GWh ile % 55’i, küçükbaş hayvanlardan 9.40 GWh ile % 43’ü, kümes hayvanlarından 0.42 GWh ile % 2’si olmak üzere toplamda 21.72 GWh’lık enerji elde edilmektedir.

4.2.8. Kırıkhan İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.8.1. Kırıkhan İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $10,817 \times 9.86 = 106,655.62 \text{ kg}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $106,655.62 \times 365 = 38,929.3 \text{ ton}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $38,929.3 \times 33 = 1,284,666.90 \text{ m}^3$

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $78,651.48 - 38,929.3 = 39,722.18 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $39,722.18 \times (\% 65) = 25,819.4 \text{ ton}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $25,819.4 \times 33 = 852,040.2 \text{ m}^3$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $1,284,666.90 + 852,040.2 = 2,136,707.1 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $2,136,707.1 \times 4.7 = 10.04 \text{ GWh}$

4.2.8. Kırıkhan İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $95,516 \times 1.92 = 183,390.72 \text{ kg}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $183,390.72 \times 365 = 66,937.6 \text{ ton}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $66,937.6 \times 58 = 3,882,380.8 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $79,278.77 - 66,937.6 = 12,341.17$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $12,341.17 \times (\% 13) = 1,604.35$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $1,604.35 \times 58 = 93,052.3$ m³

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $93,052.3 + 3,882,380.8 = 3,975,433.1$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $3,975,433.1 \times 4.7 = 18.68$ GWh

4.2.8. Kırıkhan İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $3,010 \times 0.060 = 180.6$ kg

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $180.6 \times 365 = 65.9$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $65.9 \times 78 = 5,140.2$ m³

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $81.27 - 65.9 = 15.37$ ton

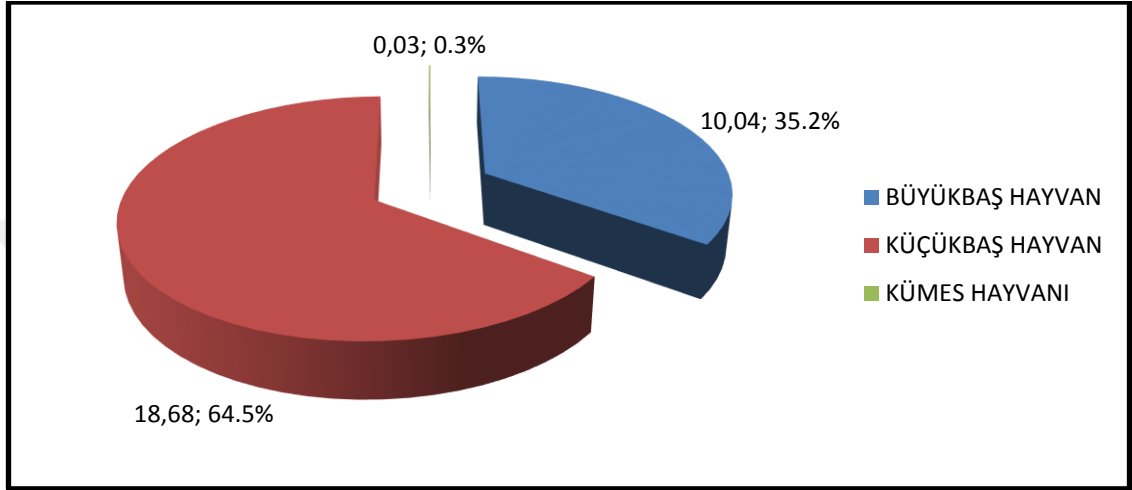
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $15.37 \times (\% 99) = 15.21$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $15.21 \times 78 = 1,186.8$ m³

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $5,140.2 + 1,186.8 = 6,326.8$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $6,326.8 \times 4.7 = 0.029$ GWh

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Kırıkhan ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.12’de incelenmiştir.



Şekil 4.12. Hatay ili Kırıkhan ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Kırıkhan ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 10.04 GWh ile % 35.2’si, küçükbaş hayvanlardan 18.68 GWh ile % 64.5’i, kümes hayvanlarından 0.03 GWh ile %0.3’ü olmak üzere toplamda 28.75 GWh’lık enerji elde edilmektedir.

4.2.9. Kumlu İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.9.1. Kumlu İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $3,487 \times 9.86 = 34,381.8$ kg

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $34,381.8 \times 365 = 12,549.3$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı:
 $12,549.3 \times 33 = 414,126.9 \text{ m}^3$

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $24,646.81 - 12,549.3 = 12,097.5 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $12,097.5 \times (\% 65) = 7,863.3 \text{ ton}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $7,863.3 \times 33 = 259,488.9 \text{ m}^3$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $414,126.9 + 259,488.9 = 673,615.8 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $673,615.8 \times 4.7 = 3.16 \text{ GWh}$

4.2.9.2. Kumlu İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $21,814 \times 1.92 = 41,882.8 \text{ kg}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $41,882.8 \times 365 = 15,287.2 \text{ ton}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı:
 $5,287.2 \times 58 = 886,657.6 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $18,106.28 - 15,287.2 = 2,819 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $2,819 \times (\% 13) = 366.4 \text{ ton}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı:
 $366.4 \times 58 = 21,255.8 \text{ m}^3$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $886,657.6 + 21,255.8 = 907,913.4 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $907,913.4 \times 4.7 = 4.26 \text{ GWh}$

4.2.9.3. Kumlu İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $6,243 \times 0.060 = 374.5 \text{ kg}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $374.5 \times 365 = 136.7 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $136.7 \times 78 = 10,662.6 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $334.76 - 136.7 = 198 \text{ ton}$

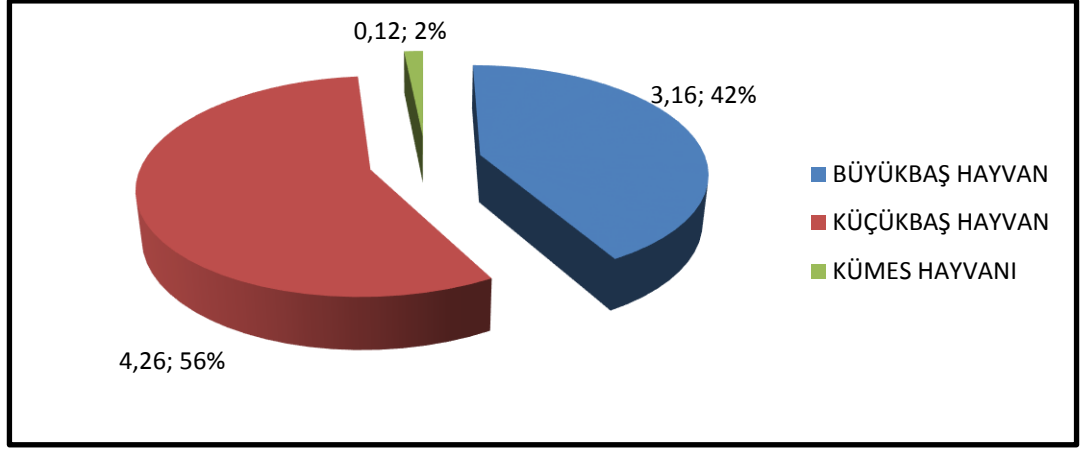
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $198 \times (\% 99) = 196.02 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $196.02 \times 78 = 15,289.5 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $10,662.6 + 15,289.5 = 25,952.16 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $25,952.16 \times 4.7 = 0.12 \text{ GWh}$

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Kumlu ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.13'da incelenmiştir.



Şekil 4.13. Hatay ili Kumlu ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Kumlu ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 3.16 GWh ile % 42'si, küçükbaş hayvanlardan 4.26 GWh ile % 56'sı, kümes hayvanlarından 0.12 GWh ile % 2'si olmak üzere toplamda 7.54 GWh'lık enerji elde edilmektedir.

4.2.10. Reyhanlı İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.10.1. Reyhanlı İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $11,490 \times 9.86 = 113,291.4 \text{ kg}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $113,291.4 \times 365 = 41,351.3 \text{ ton}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $41,351.3 \times 33 = 1,364,592.9 \text{ m}^3$

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $81,454.50 - 41,351.3 = 40,103.2 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $40,103.2 \times (\% 65) = 26,067 \text{ ton}$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $26,067 \times 33 = 860,211 \text{ m}^3$

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $1,364,592.9 + 860,211 = 2,224,803.9 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $2,224,803.9 \times 4.7 = 10.4 \text{ GWh}$

4.2.10.2. Reyhanlı İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $6,940 \times 1.92 = 13,324.8 \text{ kg}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $13,324.8 \times 365 = 4,863.5 \text{ ton}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $4,863.5 \times 58 = 282,083 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $29,825.22 - 4,863.5 = 24,961.7 \text{ ton}$

Biyogaz enerji üretimi için kullanılacak kuru gübre miktarı: $24,961.7 \times (\% 13) = 3,245 \text{ ton}$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $3,245 \times 58 = 188,210 \text{ m}^3$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $282,083 + 188,210 = 470,293 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $470,293 \times 4.7 = 2.21 \text{ GWh}$

4.2.10.3. Reyhanlı İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $8,010 \times 0.060 = 480.6 \text{ kg}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $480.6 \times 365 = 175.2 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $175.2 \times 78 = 13,665.6 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $427.36 - 175.2 = 252.16 \text{ ton}$

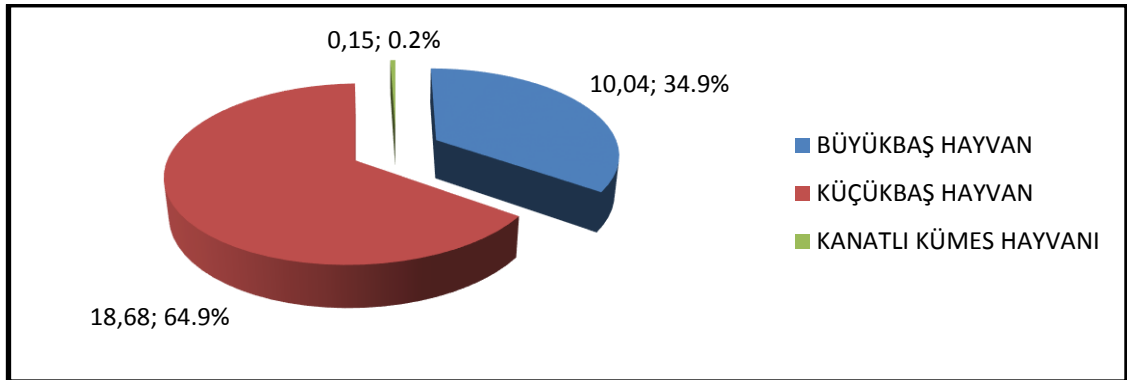
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $252.16 \times (\% 99) = 249.6 \text{ ton}$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $249.6 \times 78 = 19,468.8 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $13,665.6 + 19,468.8 = 33,134.4 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $33,134.4 \times 4.7 = 0.15 \text{ GWh}$

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Reyhanlı ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.14’de incelenmiştir.



Şekil 4.14. Hatay ili Reyhanlı ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Reyhanlı ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 10.04 GWh ile % 34.9'u, küçükbaş hayvanlardan 18.68 GWh ile % 64.9'u, kümes hayvanlarından 0.15 GWh ile % 0.2'si olmak üzere toplamda 28.87 GWh'lık enerji elde edilmektedir.

4.2.11. Samandağ İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.11.1. Samandağ İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $19,833 \times 9.86 = 195,553.3$ kg

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $195,553.3 \times 365 = 71,376.9$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $71,376.9 \times 33 = 2,355,437.7$ m³

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $144,988.22 - 71,376.9 = 73,611.3$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılacak kuru gübre miktarı: $73,611.3 \times (\% 65) = 47,847.3$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $47,847.3 \times 33 = 1,578,962.3$ m³

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $2,355,437.7 + 1,578,962.3 = 3,934,400$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $3,934,400 \times 4.7 = 18.4$ GWh

4.2.11.2. Samandağ İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $3,525 \times 1.92 = 6,768$ kg

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $6,768 \times 365 = 2,470.3$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $2,470.3 \times 58 = 143,277.4 \text{ m}^3$

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $2,925.33 - 2,470.3 = 455$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $455 \times (\% 13) = 59.15$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $59.15 \times 58 = 3,340.7 \text{ m}^3$

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $143,277.4 + 3,340.7 = 146,708.1 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $146,708.1 \times 4.7 = 0.68$ GWh

4.2.11.3. Samandağ İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $79,330 \times 0.060 = 4,759.8$ kg

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $4,759.8 \times 365 = 1,737.3$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $1,737.3 \times 78 = 135,509.4 \text{ m}^3$

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $2,730.40 - 1,737.3 = 993.1$ ton

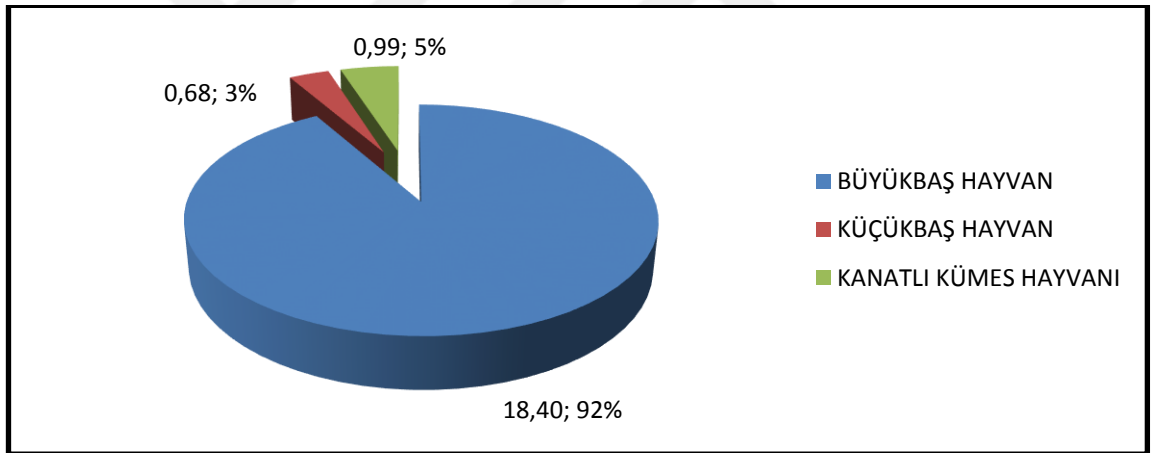
Biyogaz enerji üretimi için kullanılacak kuru gübre miktarı: $993.1 \times (\% 99) = 983.1$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $983.1 \times 78 = 76,687.1 \text{ m}^3$

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $135,509.4 + 76,687.1 = 212,196.5 \text{ m}^3$

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $212,196.5 \times 4.7 = 0.99$ GWh

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Samandağ ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.15’de incelenmiştir.



Şekil 4.15. Hatay ili Samandağ ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Samandağ ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 18.40 GWh ile % 92’si, küçükbaş hayvanlardan 0.68 GWh ile % 3’ü, kümes hayvanlarından 0.99 GWh ile % 5’i olmak üzere toplamda 20.07 GWh’lık enerji elde edilmektedir.

4.2.12. Yayladağı İlçesi Biyogaz Enerjisi Potansiyeli

4.2.12.1. Yayladağı İlçesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $9,913 \times 9.86 = 97,742.1$ kg

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $97,742.1 \times 365 = 35,675.8$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $35,675.8 \times 33 = 1,177,301.4$ m³

Yıllık büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $66,568.34 - 35,675.8 = 30,892.5$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılacak kuru gübre miktarı: $30,892.5 \times (\% 65) = 20,080.1$ ton

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $20,080.1 \times 33 = 662,644.9$ m³

Yıllık toplam büyükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $1,177,301.4 + 662,644.9 = 1,839,946.3$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $1,839,946.3 \times 4.7 = 8.64$ GWh

4.2.12.2. Yayladağı İlçesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $46,712 \times 1.92 = 89,687.04$ kg

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübre miktarı: $89,687.04 \times 365 = 32,735.7$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $32,735.7 \times 58 = 1,898,670.6$ m³

Yıllık küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübre miktarı: $38,771.02 - 32,735.7 = 6,035.3$ ton

Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $6,035.3 \times (\% 13) = 784.59$ ton

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $784.59 \times 58 = 45,506.2$ m³

Yıllık toplam küçükbaş hayvandan elde edilen biyogaz miktarı: $1,898,670.6 + 45,506.2 = 1,944,176.8$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $1,944,176.8 \times 4.7 = 9.13$ GWh

4.2.12.3. Yayladağı İlçesi Kanatlı Kümes Hayvanlarından Elde Edilen Enerji Hesabı

Günlük toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $23,120 \times 0.060 = 1,387.2$ kg

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübre miktarı: $1,387.2 \times 365 = 506.3$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen yaş gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $506.3 \times 78 = 39,491.4$ m³

Yıllık kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübre miktarı: $987.37 - 506.3 = 481$ ton

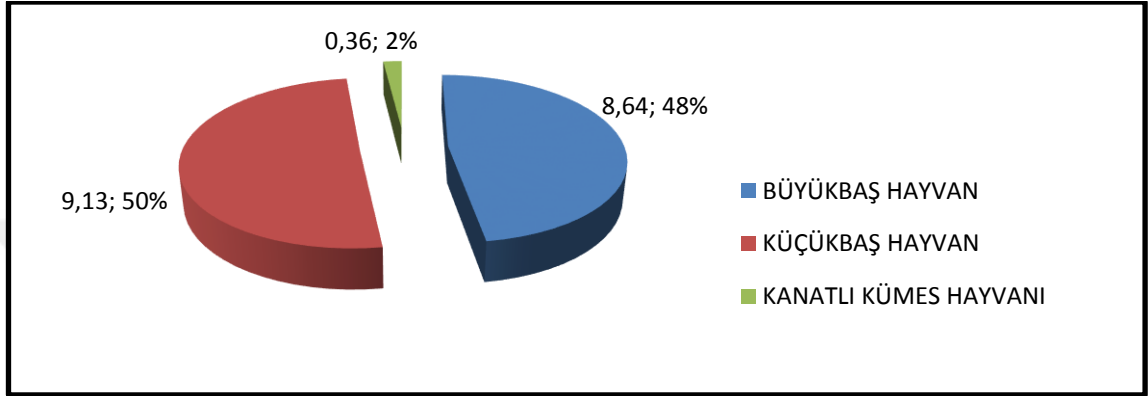
Biyogaz enerji üretimi için kullanılabilir kuru gübre miktarı: $481 \times (\% 99) = 476.25$ ton

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen kuru gübreden elde edilen biyogaz miktarı: $476.25 \times 78 = 37,147.5$ m³

Yıllık toplam kanatlı kümes hayvanlarından elde edilen biyogaz miktarı: $39,491.4 + 37,147.5 = 76,638.9$ m³

Yıllık toplam mevcut biyogazdan elde edilebilecek enerji miktarı: $76,638.9 \times 4.7 = 0.36$ GWh

Hatay ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazında incelenerek hesaplandığında Yayladağ ilçesindeki enerji potansiyeli Şekil 4.16'da incelenmiştir.



Şekil 4.16. Hatay ili Yayladağ ilçesi biyogaz enerji potansiyeli

Şekil incelendiğinde Hatay ili Yayladağ ilçesinde mevcut bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile birlikte biyogaz enerji potansiyelinin büyükbaş hayvanlardan 8.64 GWh ile % 48'i, küçükbaş hayvanlardan 9.13 GWh ile % 50'si, kümes hayvanlarından 0.36 GWh ile % 2'si olmak üzere toplamda 18.13 GWh'lık enerji elde edilmektedir.

Çizelge 4.4 Hatay ilinde bulunan hayvanlardan elde edilen atıkların kullanılması ile elde edilen biyogazın hayvan cinslerine göre dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4.4. incelendiğinde Hatay ilinde enerji üretimi için kullanılacak toplam 53,089,097.2 m³ biyogaz elde edilmektedir. Elde edilen biyogazın % 57.5 büyükbaş hayvanlardan, % 38'u küçükbaş hayvanlardan, %3.5 kanatlı kümes hayvanlarından elde edilir.

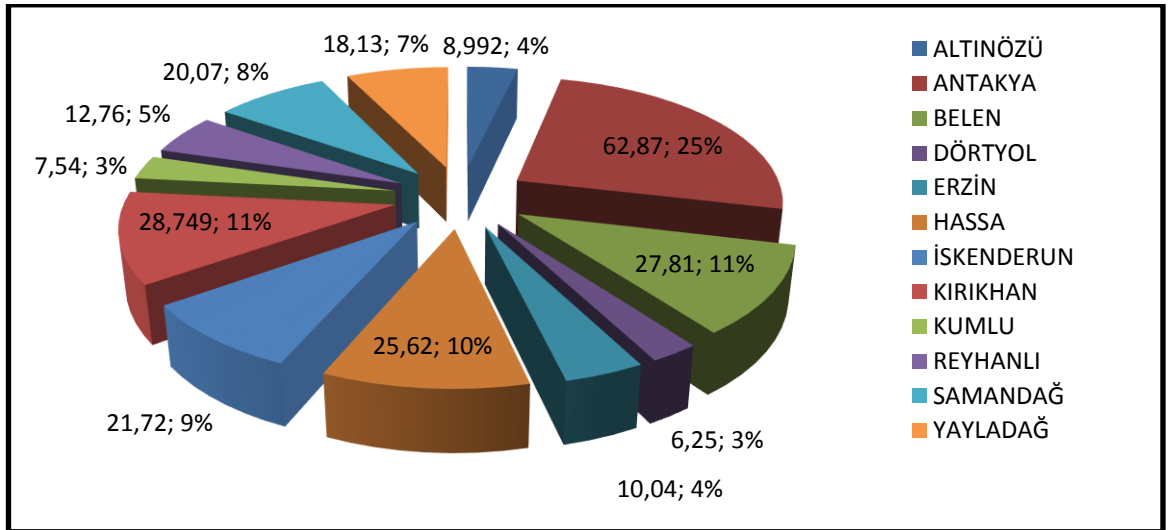
Çizelge 4.4. Hatay ilinde hayvan atıklarından elde edilen biyogazın hayvan cinslerine göre incelenmesi

İlçe/Cins	Büyükbaş H.	Küçükbaş H.	Kanatlı k. H.	Toplam
	Biyogaz miktarı (m ³)	Biyogaz miktarı (m ³)	Biyogaz miktarı (m ³)	biyogaz miktarı (m ³)
Altınözü	1,514,136	384,879	17,471	1,916,487
Antakya	6,562,718	5,859,206	972,661	13,394,585
Belen	688,505	507,768	71,276	1,267,549
Dört Yol	5,254,432	252,137	71,105	5,577,674
Erzin	777,478	433,685	84,859	1,296,023
Hassa	1,514,162	3,781,311	172,431	5,467,904
İskenderun	2,536,267	2,001,153	90,886	4,628,306
Kırıkhan	2,136,707	3,975,433	6,327	6,118,467
Kumlu	673,616	907,913	25,952	1,607,481
Reyhanlı	2,224,84	470,293	33,134	2,728,231
Samandağ	3,934,400	146,708	212,197	4,293,305
Yayladağı	1,839,946	1,944,177	76,639	3,860,762
Toplam	29,657,172	20,664,664	1,834,937	52,156,774

Hatay ilinde bulunan mevcut hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz enerjisinin değerlendirilerek elde edilebilecek toplam elektrik enerjisi potansiyeli Şekil 4.17’de ve Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Şekil 4.17 ve Çizelge 4.5 incelendiğinde Hatay ilinde bulunan mevcut hayvansal atıkların değerlendirilmesi ile birlikte teorik olarak yıllık toplam 244.31 GWh elektrik enerjisi üretilebilmektedir. Bu üretim ilçe bazında % 4’lük kısmı Altınözü ilçesinden, % 25’lik kısmı Antakya ilçesinden, % 11’lik kısmı Belen ilçesinden, % 2’lik bölümü Dört Yol ilçesinden, %4’lük kısmı Erzin ilçesinden, % 10’luk kısmı Hassa ilçesinden, % 9’luk kısmı İskenderun ilçesinden, % 12’lik kısmı Kırıkhan ilçesinden % 3’lük kısmı Kumlu ilçesinden, % 5’lik kısmı Reyhanlı ilçesinden, % 8’lik kısmı Samandağ ilçesinden, % 7’lik kısmı Yayladağı ilçesinden karşılanacaktır.

Çizelge 4.5. Hatay ilinde elde edilebilecek enerjinin ilçe ve hayvan cinsine göre incelenmesi

İlçe/Cins	Büyükbaş H. Enerji Miktarı (GWh)	Küçükbaş H. Enerji Miktarı (GWh)	Kanath K. H. Enerji Miktarı (GWh)	Toplam Enerji Miktarı (GWh)
Altınözü	7.11	1.80	0.082	8.99
Antakya	30.80	27.50	4.57	62.87
Belen	3.23	2.38	0.33	27.81
Dörtyol	24.60	1.18	0.39	6.25
Erzin	3.65	2.03	0.57	10.04
Hassa	7.11	17.70	0.81	25.62
İskenderun	11.90	9.40	0.42	21.72
Kırıkhan	10.04	18.68	0.029	28.75
Kumlu	3.16	18.68	0.12	7.54
Reyhanlı	10.40	2.21	0.15	12.76
Samandağ	18.40	0.68	0.99	20.07
Yayladağ	8.64	9.13	0.36	18.13
Toplam	138.53	96.95	8.82	244.31



Şekil 4.17. Hatay ili biyogaz enerjisinden elde edilebilecek elektrik enerji potansiyeli (GWh)

4.3. Biyogaz Enerji Santrali Maliyeti

Hatay ilinin enerji ihtiyacı incelendiğinde yıllık 285.6 GWh enerji tüketimi olduğu değerlendirilmektedir. 2017 yılı toptan enerji satış fiyatı ortalama olarak 39.48 krş/kWh olduğu (Anonim, 2017h) göz önüne alındığında Hatay ili elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmek için yıllık olarak 112,754,880 TL'lik elektrik enerji bedeli ödenmektedir.

Hatay ilinde incelenen biyogaz enerji potansiyelinin değerlendirilebilmesi için gerekli olan tesis için bir fizibilite çalışması hazırlanmıştır. Hatay ilinde bulunan enerji potansiyelin üretilmesi için yaklaşık olarak 300 MW'lık biyogaz enerji santrali yeterli ve uygun olduğu belirlenmiştir. Biyogaz enerji tesisinin kurulumu için Hatay ili Antakya ve İskenderun ilçeleri arasında bulunan Amik Ovası bölgesinde kurulması uygun olacaktır. Hammadde ve ulaşım sorunun yaşanmayacağı ve kaynak potansiyelinin yüksek olduğu ilçelere yakın olması bu konumu belirlemede öncü olmuştur. Tesis kurulum bedeli Çizelge 4.6'da gösterilmiştir (Anonim 2017ı).

Çizelge 4.6. Hatay ili için düşünülen biyogaz enerji santrali maliyeti

Tesis Materyalleri	Maliyet (TL)
Arsa bedeli	3,000,000
Tesis tasarım ve projelendirme bedeli	2,400,000
Tesis kurulum ve çalıştırma ekipmanları bedeli	174,000,000
Tesis inşaat bedeli	6,000,000
Tesis şebeke bağlantıları bedeli	47,350,000
ÇED, izin ve diğer belgelendirme bedelleri	1,350,000
Beklenmeyen giderler	800,000
Toplam kurulum bedeli	234,900,000

Çizelge incelendiğinde biyogaz santralinin belirlenen konumda kurulabilmesi için gerekli olan arsanın bedeli 3,000,000 TL'dir. Tesis arsası alındıktan sonra tesisin tasarlanarak arsanın kullanım konumuna ve kullanım alanlarına göre tesis bölümleri yerleştirilerek projelendirilir. Bu işlemler için 2,400,000 TL'lik maliyet ortaya çıkmıştır. Tesisin yerleşimi projelendirilirken bu aşamada aynı zamanda tesis için gerekli olan

ekipmanlar ve tesis faaliyete geçirildikten sonra ihtiyaç duyulacak olan araç ve gereçler için 174,000,000 TL ekipman bedeli belirlenmiştir. Tesis projelendirilmesinin sonlandırılması ile tesis inşasına başlayabilmek için gerekli inşaat izinlerinin alınması için 6,000,000 TL'lik inşa maliyeti bulunmuştur. Tesisin inşasının bitirilmesi ile birlikte ana dağıtım şebeke hatlarına bağlanması, bu bağlantılar için gerekli olan dönüşüm ve aktarım trafoları ve kontrol üniteleri için 47,350,000 TL'lik bağlantı maliyeti oluşturulur. Tesis kurumu ve bağlantı ekipmanları kurulumu bitirildikten sonra biyogaz enerji üretim tesisinin üretim için devreye alınabilmesi için Çevre Etki Değerlendirme Raporu (ÇED) ve çalışma izinlerinin tamamlanması ve uygunluklarının ilgili bakanlıklardan alınması gerekmektedir. Gerekli olan izin ve belgelendirmeler için 1,350,000 TL'lik belgelendirme bedeli bulunmaktadır. Ayrıca tesisin faaliyete geçirilene kadar geçen sürede beklenmeyen anlık giderler olarak da 800,000 TL'lik bir amortisman bedeli bütçesi ayrılmıştır. Bu maliyetler ile birlikte Hatay İlinde bulunan biyogaz enerji santralinin kurularak faaliyete geçirilmesi gerekli olan tesis maliyeti 234,900,000 TL'dir. Bu maliyet tutarı tesisin ilk üretim başlangıcı için gerekli olan kurulum ve ekipman ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli olan bedeldir.

Biyogaz enerji üretim tesisi faaliyete alındıktan sonra tesis içerisinde çalışan personel giderleri, tesis bakım ve servis giderleri, gübre nakil giderleri, tesisin aktif edilebilmesi için gerekli olan enerjinin üretilmesi için gerekli olan yakıt giderleri, depo sulama giderleri ve genel giderleri aylık olarak tesisin gider maliyeti olarak hesaplanır. Bu gider maliyeti aylık olarak yaklaşık olarak 10,650,000 TL hesaplanmıştır.

Hatay ili için planlanarak maliyeti çıkarılan 300 MW biyogaz enerji santrali tam kapasite ile çalıştırıldığında saatlik 300 MW enerji üretimi sağladığı ve tesisin ay içerisinde günlük 8 saat çalıştırılarak 18 gün üretim yaptığı düşünülerek amortisman süresi hesaplanmıştır.

Aylık Üretim Miktarı: $300\text{MW/gün} \times 18\text{gün/ay} = 5,400\text{ MW/ay} = 5,400,000\text{ kW} \times 8\text{ h} = 43,200,000\text{ kWh}$

$43,200,000 \times 0.39 = 16,848,000\text{ TL}$ Toplam Aylık Üretilen Enerji Geliri

$16,848,000 - 10,650,000 = 6,198,000\text{ TL}$ Tesisin Aylık Net Kazancı

$$234,900,000 / 6,198,000 = 37,89 \text{ ay} = 38 \text{ ay} = 3,5 \text{ yıl}$$

4.4. Karbon Salınımı Azalımı

Fosil yakıtların kullanımının artması ile birlikte artan karbon salınımı ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu yüzden biyogaz enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması elektrik enerjisinin üretiminin yapılmasının yanında karbon salınımının azaltılması olmaktadır. Biyogaz enerji santrali kurulumu neticesinde elektrik üretimi ve karbon salınımı azalımı Çizelge 4.7’de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde Hatay ilinde mevcut şartlar altında yapılan biyogaz enerji ile elektrik üretim yılda 244.31 GWh olup elektrik üretimine bağlı karbon salınım azalımı değeri ise 211,490 ton-CO₂ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.7. Biyogaz enerji santrali kurulumu neticesinde elektrik üretimi ve karbon salınımı azalımı

	Üretilen enerji miktarı (GWh)	Gerçekleşen karbon salınım miktarı azalımı (ton-CO₂)
Biyogaz enerji üretimi	244.31	211,490

5. SONUÇLAR

Hatay ilinde tarım ve hayvancılık en önemli geçim kaynakları arasında gelmektedir. Bu çalışmada Hatay ilinde hayvansal atıklardan biyokütle enerjisinin potansiyelinin tahmin edilebilmesi için hayvansal atıkların mevcut durumu incelenmiştir. Bölgedeki mevcut hayvan sayılarından elde edilebilecek enerji değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar özetlenecek olursa;

- Türkiye’de şu anda toplam 288,955 GWh enerji üretilmekte olup 292,415 GWh enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Hatay ilinde mevcut durumda 4,015.6 GWh enerji üretimi bulunmakta olup, Türkiye’nin enerji üretiminin % 1.4’si Hatay ili tarafından karşılanmaktadır. Ayrıca Hatay ilinde 2017 yılında 6,527 GWh’lık enerji tüketimi gerçekleşmiştir. Hatay ilinde gerçekleştirilen enerji üretiminin % 2.4’u yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu üretimin % 0.2’si ise biyokütle santrali ile sağlanmaktadır.
- Türkiye’de bulunan hayvansal atıklardan elde edilebilecek olan enerjinin %67’si büyükbaş hayvanlardan, % 25’i küçükbaş hayvanlardan, % 8’i kanatlı kümes hayvanlarından elde edilir.
- Hatay ili için kurulabilecek olan biyogaz santralinin en uygun santral arazinin Antakya ve İskenderun ilçeleri arasında bulunan Amik Ovası olmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir.
- Hatay ilinde mevcut kaynaklardan yapılan hesaplar neticesinde toplam 52,156,774.06 m³ biyogaz elde edilmektedir. Hatay ilinde tesis edilebilecek olan 300 MW’lık bir biyogaz santrali ile 244.31 GWh enerji elde edilebilmektedir. Hatay ilinde kurulacak 300 MW’lık bir biyogaz enerji santralinin maliyeti 234,900,000 TL olup 3.5 yılda tesisin geri ödemesi sağlanmaktadır. Böylece Hatay ilinde kullanılan enerji ihtiyacının yaklaşık % 27’si biyogaz enerji ile karşılanabilmektedir. Biyogaz enerjisi üretimi sonucunda gerçekleşen toplam karbon salınımı azalımı ise 211,490 ton-CO₂ olarak hesaplanmıştır.

- Enerji üretimi sonrası tesis içerisinde artık olarak tanımlanan tezekler tarım alanında kullanılabilir birinci sınıf kalite gübre olarak tarım sektöründe kullanılarak tarımcılık sektöründe verimi yüksek gübre olarak kullanılabilir.
- Hayvansal atık ve artıkların içerisindeki barındırdıkları metan gazı ve diğer kimyasal artıklı gazlardan dolayı koku oluşturmaktadırlar. Biyogaz üretimi için işleme alınan hayvansal atık ve artıklar metan gazı ve diğer gazlardan ayrıştırıldığından dolayı işlemlerden sonra atık ve artıkları kokusu önlenir. Böylece dışarıya bırakılan atıl gübreleri çevreye kötü koku yayması önlenir.
- Hayvansal atık ve artıkların tesis içerisinde intizamlı olarak depolanması ve üretim proseslerine uygun olarak sınıflandırılmasından dolayı normal şartlarda çevrede oluşturulan görüntü kirliliğinin önüne geçilir.

Sonuç olarak biyogaz entegre tesislerin tasarım boyutlarına göre kurulan depolama tesisleri sayesinde diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre depolanabilir ve gerektiğinde kullanılabilir konumda tutulabilmesi de göz önüne alınarak Hatay ilinin önemli derecede biyogaz potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2012. <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/yenilenebilir-enerji-biyogaz/4409#ad-image-0/> Erişim tarihi:13.01.2018
- Anonim, 2016. <http://www.tarimplus.com.tr/dunyada-ve-turkiyede-tarim/tarimin-turkiye-ekonomisindeki-yeri.aspx/> Erişim tarihi:02.01.2018
- Anonim, 2017a. <http://enerjienstitusu.com/2017/11/16/kuresel-enerji-tuketim-hizi-fosil-yakitlarin-olusum-hizinin-300-bin-katina-esit/> Erişim tarihi:27.12.2017
- Anonim, 2017b. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik/> Erişim tarihi:5.01.2018
- Anonim, 2017c. http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369/ Erişim tarihi:24.12.2017
- Anonim, 2017d. <http://www.enerjiatlası.com/sehir/hatay/> Erişim tarihi:25.12.2017
- Anonim, 2017e. <http://www.eie.gov.tr/mycalculator/default.aspx/> Erişim tarihi:30.12.2017
- Anonim, 2017f. <http://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2016/12/31/Subdued-Demand-Symptoms-and-Remedies/> Erişim tarihi:03.01.2018
- Anonim, 2017g. <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx/> Erişim tarihi:02.01.2018
- Anonim, 2017h. http://www.mfa.gov.tr/iktisadi-isbirligi_ve-gelisme-teskilati-oecd.tr.mfa/ Erişim tarihi:15.12.2018
- Anonim, 2017ı. http://www.dogaka.gov.tr/Haber/Dosya/www.dogaka.gov.tr_1744_NM2O39SU_1mw_Kapasiteli_Biyogaz_Santrali_Yatirim_Fizibilitesi.pdf/ Erişim tarihi:15.12.2017
- Anonim, 2017k. <http://www.karbonayakizi.com/> Erişim tarihi:14.12.2017
- Anonim, 2018a. <http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/> Erişim Tarihi: 15.02.2018
- Anonim, 2018b. <https://home.kpmg.com/tr/tr/home/insights/2018/02/ sektorel-bakis-2018.html/> Erişim Tarihi: 15.02.2018
- Anonim, 2018c. <http://bepa.yegm.gov.tr/> Erişim Tarihi: 15.02.2017
- Abbasi T., Tauseef S.M. 2012. Biogas Energy, **Springer Briefs In Enviromental Science 2**.
- Acaroglu, M., Kocar, G., Hepbasli, A. 2005. The potential of biogas energy. **Energy sources**, p. 251-259.
- Acaroğlu, M., Aydoğan, H. 2012. Biofuels energy sources and future of biofuels energy in Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 36, p. 69-76.
- Adıyaman, Ç. 2012. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları Doctoraldissertation, Niğde Üniversitesi.
- Akbulut, A., Dikici, A., 2004. Elazığ İlinin biyogaz potansiyeli ve maliyet analizi. **Fırat Üniversitesi**. Elazığ.

- Akpınar, A., Kömürcü, M. İ., Kankal, M., Özölçer, İ. H., Kaygusuz, K. 2008. Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. p. 2013-2039.
- Akın, G. 2017. Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. **DTCF Dergisi**, 46(2).
- Ataseven, M. 2017. Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu. **Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği**.
- Atik, K., Kayabaşı, R. 2009. Jeotermal enerji kullanılarak termoelektrik jeneratör ile elektrik enerjisi üretimi. **Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi**. p. 59-64.
- Avcioğlu, A. O., Türker, U. 2012. Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, p. 1557-1561.
- Arı, Ö., Bilgin, Ö., Özcan, Ö., 2017. Alternatif enerji kaynaklarından güneş enerjisinin günlük hayatta kullanılabilirliği ve güneş enerjisi ile çalışan piknik sepeti tasarımı. **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi** özel sayı 1: p. 163-171.
- Balaman, Ş.Y. 2016. A fuzzy goal programming based decision support system for design and management of biomass to energy supply chains. **Dokuz Eylül Üniversitesi**. İzmir.
- Baran, M. F., Fuat, E., Gökdoğan, O. 2017. Adıyaman ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli. **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**, p. 245-249.
- Boyacı, S. 2017. Kırşehir ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi-Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**. p. 447-455.
- Brander, M., Sood, A., Wylie, C., Haughton, A., and Lovell, J., 2011. Electricity-specific emission factors for grid electricity, Technical paper, ecometrica.
- Coşkun, A., Bolattürk, A. 2013. Jeotermal kaynaklar için çevrim seçimi ve optimizasyonu. **SDU Teknik Bilimler Dergisi**. 3. Süleyman Demirel Üniversitesi. Isparta
- Çoban, O. 2015. Yenilenebilir enerji tüketimi karbon ve emisyonu ilişkisi. TR Örneği. **Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi** Sayı:38 Yıl: 2015/1. p. 195-208.
- Deviren, H. İkkılıç, C. 2011. Biyogazın oluşumunu etkileyen fiziksel ve kimyasal parametreler. **6th International Advanced Technologies Symposium**. Fırat Üniversitesi. Elazığ
- Deler, B. 2013. Küresel iklim değişikliğinin ekolojik sistemler üzerindeki etkisi. **İklim Değişikliği Çalışma Grubu**. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Doğan, H., Yılankırkan, N. 2015. Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli ve projeksiyonu. *Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*. p. 375-384. Gazi Üniversitesi. Ankara
- Ediger, V. Ş., Kentel, E. 1999. Renewable energy potential as an alternative to fossil fuels in Turkey. *Energy conversion and management*, p. 743-755.
- Ergür, H. S., Okumuş, F. 2010. Cost and potential analysis of biogas in Eskisehir. **Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering**.

- Eroğlu, Y., Seçkiner, S. U. 2017. Performance analysis in wind farms by data envelopment analysis and Malmquist Index approaches. **Pamukkale University Journal of Engineering Sciences**. p. 45-54.
- Ersoy, A.E. 2017. Türkiye'nin hayvansal gübre kaynaklı sera gazı emisyonları durumu ve biyogaz enerjisi potansiyeli. **Hacettepe Üniversitesi**. Ankara
- Ertem, F. 2011. Türkiye'de Hayvansal Atıkların Biyogaz Yoluyla Kaynak Verimliliği Esasında ve İklim Dostu Kullanımı Projesi. **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**. Ankara
- Evrendilek, F., Ertekin, C. 2003. Assessing the potential of renewable energy sources in Turkey. **Renewable Energy**, p. 2303-2315.
- Güç, A., 2010. Büyükbaş hayvan atığından biyogaz üretimi ve Uşak İli için çevresel etkilerin değerlendirilmesi. **Ege Üniversitesi**. İzmir.
- Karaca, C. 2017. Hatay ilinin hayvansal gübre kaynağından üretilebilir biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**. p. 34-39.
- Karagöl, E., Kavaz, İ., 2017. Dünya'da ve Türkiye'de yenilenebilir enerji. **Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı**. Ankara
- Karamanav, M. 2007. Güneş enerjisi ve güneş pilleri. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s, Sakarya.
- Kobyay, M., 1992. Sığır gübresinden biyogaz üretimi ve Erzurum koşulları için biyogaz tesis tasarımı. **Atatürk Üniversitesi**. Erzurum.
- Kaygusuz, K., Türker, M. F. 2002. Biomass energy potential in Turkey. **Renewable Energy**, Syf. 661-678.
- Koçar, G., Eryaşar, A., Ersöz, Ö., Arıcı, Ş., Durmuş, A., 2010. **Biyogaz Teknolojileri** p. İzmir. 6-9.
- Karayılmazlar S., Saraçoğlu N., Çabuk Y., Kurt R. 2011. Biyokütlenin Türkiye'de enerji üretiminde değerlendirilmesi. **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, p. 63-75. Bartın.
- Koç, E., Şenel, M. C. 2013. Dünyada ve Türkiye'de enerji durumu-genel değerlendirme. **Mühendis ve Makina**, 54(639), p. 32-44. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Samsun.
- Kıymaz, Ö. 2015. Rüzgar santrallerinin melez elektrik sistemine entegrasyonu ve ekonomik analizi (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Maki, D.Y., 2010. Döner tip biyokütle gazlaştırıcı tasarımı ve prototip imalatı. **Gazi Üniversitesi**. Ankara.
- Narin, M. 2013. Kyoto Protokolü esneklik mekanizması: emisyon ticareti. **In International Conference on Eurasian Economies**. p. 17-18. Gazi Üniversitesi. Ankara.
- Nasl, B.M. 2015. Büyükbaş hayvan dışkısından biyogaz üreten bir reaktöre peyniraltı suyu eklenmesinin reaktörün biyogaz üretim verimine etkilerinin incelenmesi. **Gazi Üniversitesi**. Ankara.

- Okur, N., Altındışli A., Çengel M., Göçmez S., Kayıkçıoğlu H.H., 2008. Microbial biomass and enzyme activity in vineyard soils under organic and conventional farming system. **Ege university**. İzmir.
- Ozcan, M., Öztürk, S., Oguz, Y. 2015. Potential evaluation of biomass-based energy sources for Turkey. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, Syf. 178-184.
- Öcal F. 2015. Biyogaz enerjisi üretimi ve Eskişehir İli için uygulama' **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi**. Eskişehir.
- Özmen, T. 2009. Sera gazı- Küresel ısınma ve Kyoto Protokolü. TMH-453. p. 42-46.
- Özcan, M. Öztürk, S., Yıldırım, M., Kılıç, L. 2012. Electricity energy potential of different biomass sources based on different production technologies. *ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*. Kocaeli University.
- Sriram, N., Shahidehpour, M. 2005, Renewable biomass energy. In *Power Engineering Society General Meeting*. **IEEE**. p. 612-617.
- Şahbaz, C. 2015. Türkiye'de hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesinde yeni finans modelleri: hedefler, beklentiler ve sonuçlar. Doctoral dissertation, fen bilimleri enstitüsü. **İstanbul Teknik Üniversitesi**. İstanbul.
- Toprakçıoğlu, G. 2016. Siirt ve Batman İllerinin biyogazdan elektrik enerjisi üretim, potansiyellerinin belirlenmesi. **Siirt Üniversitesi**. Siirt.
- Üstün, A. K., Kurban, M. 2010. Determination and analysis of wave energy converters for Turkey. In **Electrical, Electronics and Computer Engineering National Conference** o. p. 62-66.
- Ünvar, S., Yılmaz, A. Koca, T., Koçer, A. 2017. Türkiye'de biyogaz üretimi ve biyogaz üretimi istatistik bilgileri. **Technological Applied Sciences**, p. 218-232.
- Yılmaz, M. 2012. Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**. p. 33-54.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 09.07.1991 tarihinde Ankara/Altındağ'da doğdu. İlk ve orta eğitimini Ankara'nın Etimesgut ilçesinde tamamladı. Lise öğrenimini Ankara 75. Yıl Lisesi'nde tamamladı. 2010 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimime başladı. Lisans öğrenim hayatı boyunca MKÜ Mekatronik Topluluğu Başkanlığı yaptı. Başkanlık süresince birçok projeyi hayata geçirdi. Üniversiteden 2014 yılında mezun oldu.2014-2017 yılları arasında Ankara'da çeşitli firmalarda üretim mühendisi olarak çalışmıştır. 2017 yılında Ankara'da bulunan MN GRUP MAKİNA firmasında Üretim ve Planlama Müdürü olarak çalışmaya başladı. Halen Üretim ve Planlama Müdürü olarak görevine devam etmektedir.