



# Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Belirlenmesi Projesi Nihai Raporu

Proje Numarası: TR21/16/DFD/0023



Hazırlayan, Uludağ Çevre Teknolojileri

BURSA, 2017

# Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Belirlenmesi

## **PROJE SAHİBİ:**

Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi

## **DANIŞMAN FİRMA:**



**“ULUDAĞ ÇEVRE TEKNOLOJİLERİ AR-GE MÜHENDİSLİK MERKEZİ  
SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.”**

Görükle Mah. Üniversite 2. Sk. Uludağ Teknoloji Geliştirme Bölgesi  
(ULUTEK) No:17-3/329

**Tel:** 0224- 280 84 61 **Fax:** 0224- 280 84 40

**web:** www.ulucev.com.tr **e-mail:** info@ulucev.com

## **PROJE KADROSU:**

Prof. Dr. Kadir KESTİOĞLU (Proje Koordinatörü)

Prof. Dr. İbrahim ALYANAK (Teknik Danışman)

Çev. Müh. O. Erdem KESTİOĞLU (Proje Sorumlusu)

**BURSA, 2017**

## ÖNSÖZ

Artan dünya nüfusu ile beraber, bu nüfusun gıda ve giyecek ihtiyaçlarını karşılamak için çoğalan tarımsal faaliyetler ve sanayi üretimi nedeniyle ortaya çıkan atık miktarında artışlar meydana gelmiştir. Atıkların kontrolsüz bir şekilde depolanması, yer altı suyuna sızmaları, hastalık ve patojenlerin ve diğer zararlıların gelişeceği bir ortam oluşturmaları ve sera gazlarının üretimine neden olmak yoluyla çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedir. Biokütlenin bu şekilde kontrolsüz bertarafı yerine önemli sorunlara neden olan bu atıklar, mikroorganizmalar vasıtasıyla kompost ya da biyogaz a dönüştürülerek, çöp olmaktan ziyade daha çok ekonomik katma değer oluşturabilecek bir ham madde olarak kullanılabilir.

Biokütleden enerji kazanımı, ülkemizdeki mevcut enerji açığının kapatılmasına, arazilere uygulanan gübre ihtiyacında dışarı bağımlılığın azalmasında, yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda toprakların azalan verimlilik potansiyelin artırılmasında ve çevre kirliliğinin azaltılmasında katkılar sağlayacaktır. Ülkemizde ve özellikle bölgemizde kompost ve biyogaz tesislerinin önemi yeterince anlaşılammış ve henüz yaygınlaşmamıştır. Avrupa Birliğince 2012 yılına kadar yapılması organik atık depolama kriterlerine uyum sürecinde, açığa çıkan atıkların uluslar arası kriterlere uygun bir biçimde bertaraf edilmesi kararına göre ülkemiz dahil tüm gelişmekte olan ülkelerde bu tür tesislerin yaygınlaşması gerekmektedir.

2012 yılında yapılan araştırmaya göre dünyada halen %80-90 oranında ısı ve enerji üretimi için fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Aynı araştırmada yenilenebilir atıklar içi oran %1,6, sadece elektrik üretimi için ise %2'dir. Hidrolik enerjiyi yenilenebilir enerji içerisinde değerlendirmede bu oran %8 mertebesine ulaşmaktadır. Türkiye, gelişme süreci devam eden ve nüfusu hızla artmakta olan bir ülke olarak her geçen gün daha çok enerji talebi duymaktadır ve yılda yaklaşık 55 milyar dolarlık enerji ithal etmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum seviyede yararlanmak zorundadır. Ülkemiz tarım ülkesi olması nedeniyle biyogaz potansiyeli çok fazladır. Ancak yeteri kadar değerlendirilmemektedir. Mevcut durumda 120 bin MW/yıl potansiyel varken ancak 1000 MW/yıl biyogaz enerjisi elde edilebilmektedir.

Ülkenin yenilenebilir enerji üretimine katkı sağlamak amacıyla, “**Trakya Kalkınma Ajansı**” bölgenin tarım atıkları ve biyogaz üretim potansiyelini belirleyebilmesi için “**Doğrudan Faaliyet Destek Programını**” açmıştır.

Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı Atık Yönetimi Şube Müdürlüğü, Trakya Kalkınma Ajansı Doğrudan Faaliyet Destek Programına ‘**Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Belirlenmesi**’ projesi için başvurmuş ve desteklemeye uygun bulunmuştur.

‘**Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Belirlenmesi**’ konulu ve TR21/16/DFD/0023 nolu projeyi gerçekleştirmek üzere Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Başkanlığı ile Uludağ Çevre Teknolojileri Ar-Ge Mühendislik Merkezi Ltd. Şti. arasında 03.04.2017 tarihinde imzalanan sözleşme gereği “**Teknik Şartnameye**” göre bu proje hazırlanmıştır.

Bu proje; Tekirdağ İlinde oluşan tarım faaliyetleri ve tarımsal üretimden kaynaklı atıkların türlerinin ve miktarlarının belirlenmesi, hayvansal kaynaklı atıkların miktarının belirlenmesi ve potansiyelin haritada gösterilmesi işlerinin yanında kurulacak tesisler için potansiyel bertaraf yöntemlerinin maliyetinin ne olacağı ve ne kadar enerji elde edilebileceği, bu enerjinin nerede ve nasıl kullanılacağı ve proses sonucu oluşan gübreden nasıl faydalanılacağı, tesislerin nerede kurulacağı ve oluşan diğer atıkların uzaklaştırılması çalışmalarını içeren “**Etüt-Fizibilite Raporunun Hazırlanması**” işlerini kapsamaktadır.

Trakya Kalkınma Ajansı’nın “**Doğrudan Faaliyet Destek Programı**” kapsamında gerçekleştirilen “**Etüt- Fizibilite Raporu**”, bölgede önemli miktarlarda yer alan organik ve hayvansal atıkların çevresel yönden zararlı olacak şekilde depolanmasının yerine, onların kompost gübre veya biyogaz - enerji şeklinde geri dönüşümü yapılarak bölge ekonomisine, istihdamına, sürdürülebilir tarıma ve toplumda geri dönüşüm bilincinin arttırılmasına katkılar sağlayacaktır

## ÖZET

Bu projede; Tekirdağ İli Merkezi(Süleymanpaşa) ve ilçeleri (Çorlu, Çerkezköy, Kapaklı, Ergene, Malkara, Saray, Hayrabolu, Şarköy, Muratlı ve Marmara Ereğlisi) kapsayan tarım faaliyetleri ve tarımsal üretimden kaynaklı atıkların türleri ve miktarları belirlenmiş, hayvansal kaynaklı atık miktarları belirlenmiş ve organik atıklardan enerji elde etmek için kurulabilecek potansiyel bertaraf yöntemlerinin maliyetinin ne olacağı ve ne kadar enerji elde edilebileceği, bu enerjinin nerede ve nasıl kullanılacağı ve proses sonucu oluşan gübreden nasıl faydalanılacağı ve oluşan diğer atıkların nasıl uzaklaştırılacağı belirlenmiş ve elde edilen buldular “NİHAİ RAPOR” olarak sunulmuştur.

Sunulan çalışmaları gerçekleştirmek için;

Tekirdağ İlinde Yetiştirilen Bitki Türlerinin İlçelere göre miktar ve Dağılımları, İlçelere Göre Ayçiçeği Yetiştirme Miktarları ve dağılımları, İlçelere Göre Buğday Yetiştirme Miktarları ve dağılımları belirlenmiş, Tarımsal Atıklardan Elde Edilebilecek Potansiyel Biyogaz Miktarları belirlenmiştir. Ayrıca Tekirdağ İli Tarımsal ‘**Atık Potansiyeli Yönetim Planının Toplama Sistemi Dahil Olacak Şekilde**’ belirlenmiştir. Bununla beraber ilçelerdeki mahallelere göre oluşan atık miktarları harita üzerinde gösterilmiştir.

Diğer taraftan, Tekirdağ ili ve ilçelerinde bulunan büyükbaş ve küçükbaş hayvan miktarları, İlçe ve mahalle bazındaki dağılımları, hayvansal atıklarından elde edilebilecek potansiyel biyogaz miktarı ayrı ayrı belirlenmiştir. Ayrıca hem bitkisel hem hayvansal biyogaz potansiyelleri toplanarak toplam biyogaz potansiyelleri belirlenmiştir. Bununla beraber ilçelerdeki mahallelere göre oluşan atık miktarları harita üzerinde gösterilmiştir.

Bu çalışmalarda, Tarım ve Hayvan Atık Miktarına Bağlı Tekirdağ İli ve İlçelerinde Elde Edilebilecek Biyogaz ve Enerji Miktarı ve bu miktarlarla alakalı olan en fizibil noktada kurulabilecek en az 3 alternatifli (4MW, 2MW,1MW)Biokütle Enerji Tesisi ve Yer Seçimi alternatif uygun yer önerisi ön fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Günlük Üretilecek Elektrik Miktarları ve organik gübreden elde edilebilecek gelir belirlenmiştir.

Ön fizibilite çalışmalarında; tesis teknolojileri belirlenmiş, tesislerin kuruluş maliyetleri ve amortisman süreleri ayrı ayrı belirlenmiş, tesislerin işletme modeli önerisi ortaya konmuş, işletme gelir- gider tahmini bedelleri belirlenmiş ve ön fizibilite hesaplamalarında gelir ve

giderler için duyarlılık analizleri yapılmıştır. Aynı zamanda biyogaz verimliliğinin artmasını sağlamak amacıyla modern çiftliklerin kurulabilmesi için öneriler sunulmuştur.

Tekirdağ ilinde mevcut durumda 225MW'lık potansiyel bulunmaktadır. Ancak toplanabilirlik hesabı ile hayvansal atıklardan 47 MW enerji elde edilirken bitkisel atıklardan 88 MW enerji elde etmek mümkündür . İlk etapta büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıkları ile buğday ve ayçiçeği atıklarının alındığı tesisler tasarlanmıştır. Ancak yayılma safhasında kanatlı hayvanlar, mezbahane atıkları, çim, park bahçe, arıtma tesisi çamurları gibi atıklar da kullanılabilirlerdir.

Senaryolar kısmında 6 adet farklı kombinasyon bulunmaktadır. Bu senaryoların her biri için 4MW, 2MW ve 1MW'lık 3 alternatif biyogaz enerji tesisi ve her bir tesis iinde 3 adet en uygun yer seçimi yapılmıştır. Bu çalışmalara ilave olarak **“Tarımsal üretim faaliyetleri sırasında kullanılan ilaç (pestisit) ve gübre ambalaj atıklarının türüne göre uzaklaştırma, toplama ve bertaraf edilmesine yönelik sistem önerisi”** geliştirilmiştir.

## ABSTRACT

In this project, the types and amounts of wastes, which are formed in the districts of Tekirdağ province (Süleymanpaşa) and Çorlu, Çerkezköy, Kapaklı, Ergene, Malkara, Saray, Hayrabolu, Şarköy, Muratlı and Marmara Ereğlisi due to agricultural activities and agricultural production, are determined. The "FINAL REPORT" which has been presented as a result of final findings include in the followings; the determination of animal waste kinds and amount; determination of the amount of animal-origin wastes and the cost of potential disposal methods that can be used to generate energy from organic wastes; and the determination of the amount of energy that can be obtained from them; determination of how and where this energy will be used and how the process can be utilized as well as how to remove other wastes that are generated.

In order to carry out the studies presented, the followings are determined;

Quantities and Distributions of Plant Species which Grow in Tekirdag Province According to Districts, Sunflower Growth Amounts and their Distribution according to Districts, Amounts of Wheat Growth and their Distribution According to Districts, Potential Biogas Amounts Obtained from Agricultural Wastes. It is also determined in such a way that the Collecting System of Tekirdağ Agricultural Waste Potential Management Plan is included.

On the other hand, The amounts of cattle and sheep animals in Tekirdağ province and districts, their distribution based on district and neighborhood and Potential Biogas Amount to be Obtained from Animal Wastes have been determined separately. In addition, both plant and animal biogas potentials were summed up and total biogas potentials were determined. Also waste amounts from plants and animals are pointed on maps.

In this study, Biogas and energy amount of Tekirdağ City and its districts which occurred by agricultural and animal wastes are determined and most feasible places which are related to biogas and energy amount are picked and shown on map with 3 alternatives (4MW, 2MW and 1 MW). Also, daily production of electricity and organic fertilizer are determined and expected income is calculated.

In pre-feasibility studies, the followings have been determined: Facility technologies were determined, the establishment costs and depreciation periods of the facilities were determined separately, the operating model of the facilities has been proposed, facility's income-expense

estimation was done and sensitivity analyzes have been carried out for income and expenses in the pre-feasibility calculations. At the same time, proposals have been made to establish modern farms in order to increase biogas productivity.

In present conditions, 225 MW energy potential exists in Tekirdağ City, but availability of organic waste is around 60% of total capacity, thereof real potential of animal waste is 47 MW while agricultural waste potential is 88 MW. Totally 135 MW potential is readily available in Tekirdağ City. In the first stage, facilities were designed for bovine and ovine animal wastes as well as wheat and sunflower wastes. However, in the spreading phase, wastes such as poultry, slaughterhouse waste, grass, park gardens, sludge of treatment plant will also be able to be used.

There are 6 different combination in scenarios. For 4 scenarios, 3 alternative biogas plant which are 4 MW, 2 MW, 1 MW capacity for 5 th scenario 400 kW, 200 kW and 100 kW capacity is picked and 3 alternative places are choose for every biogas plant. In addition to these studies, system proposal has been developed regarding "According to their type, removal, collection and disposal of pesticide and fertilizer packaging wastes used in agricultural production activities."



## MATERYAL VE YÖNTEM

Son yıllarda devlet destekli teşvikler ile biyogaz tesisi sayıları artmaya başlasa da, hala başlangıç aşamasının üstüne çıkılamamıştır. Bu nedenle proje kapsamında etüt-fizibilite yapılırken, başlangıç aşaması şartları hesaba katılarak değerlendirme yapılmış ve seçilen teknolojiler kurulumu ve işletilmesi kolay sistemlerden seçilmiştir. Tesis yeri seçimleri ve enerji miktarı hesaplamaları aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

- 1) Atık Türü ve Miktarı
- 2) Kurulması Planlanan Tesislerin Kapasitesi ve Teknolojisi
- 3) Yer Seçimi

### 1)Atık Türü ve Miktarı

Kullanılacak atık türlerine karar verilirken ilk olarak tesisin getiri açısından ekonomik şartlar sağlanması gerekliliği ön plandadır. Bu nedenle gelir gider seviyesinin amortisman süresine göre iyi yapılması gerekmektedir. Tekirdağ ili biyogaz sistemi ile yeni tanışmakta ve ahır yapısı, tarımsal eğitim düzeyi gibi konular istenilen seviyede değildir. Bu nedenle ilk planda toplanabilecek ürünlerin en kolayları ve fazla olanları üzerinde durulmuştur. Şehirde en fazla bulunan ham madde türleri Buğday ve Ayçiçek artıkları ile, küçük ve büyükbaş hayvan gübreleridir. Bu atıklar ile kurulabilecek tesisler başlangıç aşaması olarak değerlendirilmiştir. Sonraki adımlar yaygınlaştırma seviyesi olarak düşünülerek, park bahçe hal atıkları, mezbaha atıkları, kanatlı hayvan gübreleri, daha düşük miktardaki bitkisel atıklar gibi miktarı az olan ham maddelerin de dikkate alınması düşünülebilir.

### 2)Kurulması Planlanan Tesislerin Kapasitesi ve Teknoloji Seçimi

Tesislerin planlaması yapılırken nakliye maliyetleri ve bölgenin atık potansiyeli aynı anda değerlendirilerek gelir gider dengesi uygun olabilecek alanlarda ve kapasitede seçilmiştir. Tarımsal atıklar ve 100 baş ve üstü hayvan sayıları için 4MW, 2MW ve 1MW'lık tesisler alternatif olarak incelenmişken 100 baş ve altındaki yerler için 400kw, 200kw ve 100kw'lık tesisler incelenmiştir. Aile işletmeleri için ise basit ve uzun ömürlü 3 adet alternatif tesis önerisinde bulunulmuştur.

### 3)Yer Seçimi

Yer seçimi planlamasında bitki ve hayvan atıklarının yoğunlaştığı bölgeler üzerinde durulmuştur. Tekirdağ ilinde yetiştirilen bitki ve hayvan sayıları mahalle mahalle analiz edilmiş ve ağırlıklı enerji ortalamaları alınmıştır. Bu sayede nakliye gideri en az olabilecek ve potansiyeli en yüksek yerler değerlendirilmiştir. Tarımsal ve hayvansal atık potansiyeli **Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Dairesi'nden alınan haritalar üzerinde gösterilmiştir. Verilen haritaların üzerinde bulunan mahallelerdeki bitki ve hayvan miktarları gösterilmiş ancak harita üzerinde olmayan mahallelerdeki bitki ve hayvan miktarları haritaların yanında liste şeklinde verilmiştir. Aynı şekilde kurulabilecek biokütle tesisleri için uygun yerler aynı haritalar üzerinde mahalle bazında gösterilmiştir.**

## İçindekiler

### BÖLÜM 1

<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
1.1.PROJENİN NUMARASI ve ADI.....	5
1.2.PROJENİN AMACI.....	5
1.3.PROJENİN KAPSAMI.....	8
1.3.1.Tekirdağ İli Tanıtımı.....	8
1.3.2.Projenin Türü.....	10
1.3.3.Projenin Teknik İçeriği.....	10
1.3.4.Hedef Aldığı Kitle ve/veya Bölge.....	10
1.3.5.Proje Sahibi Kuruluş.....	11

### BÖLÜM 2

<b>2.YASAL ÇERÇEVE</b> .....	12
2.1.ATIK MEVZUATI.....	12
2.2.ÇEVRE MEVZUATI.....	14
2.3.TARIM MEVZUATI.....	15

### BÖLÜM 3

<b>3.TEKİRDAĞ İLİ ATIK POTANSİYELİNİN VE BERTARAF YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ</b> .....	17
<b>3.1.TEKİRDAĞ İLİ TARIMSAL ATIK POTANSİYELİNİN VE BERTARAF YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ</b> .....	19
<b>3.1.1.Tekirdağ İli Tüm İlçe ve Mahallelerinde Açığa Çıkacak Tarımsal Atıkların Miktarlarının Belirlenmesi ve Bu Atıkların Mahalle Bazında Yerlerinin Haritada Gösterilmesi</b> .....	19
3.1.1.1. Hayrabolu İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	24
3.1.1.2.Malkara İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	25
3.1.1.3.Süleymanpaşa İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	26
3.1.1.4.Çorlu İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	27
3.1.1.5.Muratlı İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	28
3.1.1.6.Saray İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	29

3.1.1.7.Marmara Ereğlisi İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	30
3.1.1.8.Çerkezköy İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	31
3.1.1.9.Şarköy İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi 32	
3.1.1.10.Ergene İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi .....	33
3.1.1.11.Kapaklı İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi .....	34
3.1.2.Tarımsal Atık ve Orman Atık Miktarına Göre Biokütle Enerji Tesisinden Elde Edilecek Enerji Miktarının Tespiti ve Uygun Olarak Kurulabilecek Bertaraf Tesisinin Kapasitesi.....	35
3.1.3.Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyeli Yönetim Planının Toplama Sistemleri Dahil Belirlenmesi.....	37
<b>3.2.TEKİRDAĞ İLİ HAYVANSAL ATIK POTANSİYELİNİN VE BERTARAF YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2.1.Tekirdağ İli Tüm İlçe ve Mahallelerinde Açığa Çıkacak Hayvansal Atıkların Miktarlarının Belirlenmesi ve Bu Atıkların Mahalle Bazında Yerlerinin Haritada Gösterilmesi.....</b>	<b>39</b>
3.2.1.1.Malkara İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi .....	44
3.2.1.2.Süleymanpaşa İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	45
3.2.1.3.Hayrabolu İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	46
3.2.1.4.Saray İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi .	47
3.2.1.5.Şarköy İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi	48
3.2.1.6.Ergene İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi	49
3.2.1.7.Çorlu İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi .	50
3.2.1.8.Muratlı İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi .....	51
3.2.1.9.Kapaklı İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi. ....	52
3.2.1.10.Marmara Ereğlisi İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	
3.2.1.11.Çerkezköy İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi.....	53

**3.2.2. Hayvansal Atık Miktarına Göre Biokütle Enerji Tesisinden Elde Edilecek Enerji Miktarının Tespiti ve Uygun Olarak Kurulabilecek Bertaraf Tesisinin Kapasitesi .... 54**

**3.2.3. Tekirdağ İli Hayvansal Atık Potansiyeli Yönetim Planının Toplama Sistemi Dahil Belirlenmesi..... 56**

#### BÖLÜM 4

**4. ATIK MİKTARINA GÖRE BELİRLENECEK KAPASİTEDE TEKİRDAĞ İLİNDE KURULACAK BİOKÜTLE ENERJİ TESİSİ İÇİN EN AZ 3 ADET ALTERNATİF TESİS VE UYGUN YER ÖNERİSİNDE BULUNARAK ÖN FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARININ YAPILMASI.. 66**

**4.1. SENARYO 1: SADECE TARIM ATIKLARININ HAMMADDE OLARAK ALINDIĞINI ÖNGÖREN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ..... 67**

**4.1.1. SENARYO 1 İÇİN 4MW'LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ ..... 68**

4.1.1.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi ..... 68

4.1.1.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması..... 75

4.1.1.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi ..... 79

4.1.1.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması ..... 80

4.1.1.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması ..... 81

4.1.1.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi ..... 86

**4.1.2. SENARYO 1 İÇİN 2MW'LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ ..... 88**

4.1.2.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi ..... 88

4.1.2.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması..... 94

4.1.2.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi ..... 98

4.1.2.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması ..... 100

4.1.2.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması ..... 101

4.1.2.6. 2MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi ..... 106

**4.1.3. SENARYO 1 İÇİN 1MW'LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ ..... 108**

4.1.3.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi ..... 108

4.1.3.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması..... 114

4.1.3.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi ..... 119

4.1.3.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması .....	120
4.1.3.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	121
4.1.3.6. 1MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	126
<b>4.2. SENARYO 2: TARIM VE HAYVANSAL ATIKLARIN HAMMADDE OLARAK ALINDIĞINI ÖNGÖREN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>128</b>
<b>4.2.1. Senaryo 2 için 4MW'LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ .....</b>	<b>129</b>
4.2.1.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi .....	130
4.2.1.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	137
4.2.1.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi .....	140
4.2.1.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması .....	141
4.2.1.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	142
4.2.1.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	147
<b>4.2.2. SENARYO 2 İÇİN 2MW'LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ .....</b>	<b>149</b>
4.2.2.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi .....	149
4.2.2.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	155
4.2.2.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi .....	159
4.2.2.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması .....	161
4.2.2.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	162
4.2.2.6. 2MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	167
<b>4.2.3. SENARYO 2 İÇİN 1MW'LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ .....</b>	<b>169</b>
4.2.3.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi .....	169
4.2.3.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	175
4.2.3.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi .....	180
4.2.3.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması .....	181
4.2.3.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	182
4.2.3.6. 1MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	187

<b>4.3. SENARYO 3: 100 BAŞLI VE ÜSTÜ ÇİFTLİKLERDEN HAMMADDE ALINDIĞI DURUMUN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>190</b>
<b>4.3.1. SENARYO 3 İÇİN 4MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI .....</b>	<b>190</b>
4.3.1.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	190
4.3.1.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	196
4.3.1.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	201
4.3.1.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	202
4.3.1.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	203
4.3.1.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	208
<b>4.3.2. SENARYO 3 İÇİN 2MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI .....</b>	<b>210</b>
4.3.2.1.Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	210
4.3.2.2.Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	216
4.3.2.3.Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	220
4.3.2.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	221
4.3.2.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	222
4.3.2.6. 2MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	227
<b>4.3.3 SENARYO 3 İÇİN 1MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI .....</b>	<b>229</b>
4.3.3.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	229
4.3.3.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	235
4.3.3.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	239
4.3.3.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	240
4.3.3.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	241
4.3.3.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	246
<b>4.4. SENARYO 4: 100 BAŞLI VE ÜSTÜ ÇİFTLİKLERDEN VE KÜÇÜK AİLE İŞLETMELERİNDEN HAMMADDE ALINDIĞI DURUMUN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ.</b>	<b>248</b>

<b>4.4.1 SENARYO 4 İÇİN 4MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI</b>	<b>248</b>
4.4.1.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi	248
4.4.1.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması	254
4.4.1.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi	259
4.4.1.4. İşletme Modelinin Ortaya Konması	260
4.4.1.5. Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması	261
4.4.1.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi	266
<b>4.4.2. SENARYO 4 İÇİN 2MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI</b>	<b>268</b>
4.4.2.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi	268
4.4.2.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması	274
4.4.2.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi	279
4.4.2.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması	280
4.4.2.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması	281
4.4.2.6. 2MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi	286
<b>4.4.3 SENARYO 4 İÇİN 1MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI</b>	<b>288</b>
4.4.3.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi	288
4.4.3.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması	294
4.4.3.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi	299
4.4.3.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması	300
4.4.3.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması	301
4.4.3.6. 1MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi	306
<b>4.5.KÜÇÜK AİLE İŞLETMELERİNDEN HAMMADDE ALINDIĞI DURUMUN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ</b>	<b>308</b>
<b>4.5.1 SENARYO 5 İÇİN 200 KW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI</b>	<b>308</b>



4.5.1.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	308
4.5.1.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	314
4.5.1.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	319
4.5.1.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	320
4.3.1.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	321
4.5.1.6. 200kW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	326
<b>4.5.2 SENARYO 5 İÇİN 100 KW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI .....</b>	<b>328</b>
4.5.2.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	328
4.5.2.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	334
4.5.2.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	339
4.5.2.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	340
4.3.2.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	341
<b>4.5.3. SENARYO 5 İÇİN 400KW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI .....</b>	<b>346</b>
4.5.3.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	346
4.5.3.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	353
4.5.3.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	358
4.5.3.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	359
4.3.3.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	360
4.5.3.6. 400kW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi .....	365
<b>4.6. SENARYO 6: 10 HAYVANLI TESİSLERDEN ALINACAK HAYVAN ATIKLARI İLE KURULACAK TESİS TASARIMI .....</b>	<b>367</b>
<b>4.6.1.SABİT KUBBELİ 10 HAYVAN KAPSİTELİ BİYOGAZ TESİSİNİN TASARIMI.....</b>	<b>367</b>
4.6.1.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	367
4.6.1.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	371
4.6.1.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	372

4.6.1.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	372
4.6.1.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	373
<b>4.6.2.HAREKETLİ KUBBELİ 10 HAYVAN KAPSİTELİ BİYOGAZ TESİSİNİN TASARIMI.....</b>	<b>373</b>
4.6.2.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	373
4.6.2.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	375
4.6.2.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	376
4.6.2.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	377
4.6.2.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	377
<b>4.6.3. 10 HAYVANLI TESİSLER İÇİN DÜŞÜK MALİYETLİ POLİETİLEN TÜP BİYOGAZ TESİSİNİN TASARIMI.....</b>	<b>377</b>
4.6.3.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi .....	377
4.6.3.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması.....	378
4.6.3.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi .....	379
4.6.3.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması .....	380
4.6.3.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması .....	380

## BÖLÜM 5

<b>5.TARIMSAL ÜRETİM FAALİYETLERİ SIRASINDA KULLANILAN İLAÇ, GÜBRE PESTİSİT ATIKLARININ AMBALAJLARI GİBİ BİTKİ KORUMA ÜRÜNÜ ATIKLARIN TÜRÜNE GÖRE UZAKLAŞTIRMA, TOPLAMA VE BERTARAF EDİLMESİNE YÖNELİK SİSTEM ÖNERİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ .....</b>	<b>381</b>
5.1.ZİRAİ MÜCADELE İLAÇLARI VE MEVCUT DURUM.....	383
5.1.1.Ziraat Mücadele İlaçları (Pestisitler) .....	384
5.1.2.Türkiye’de Pestisit Kullanımı.....	386
5.1.3.Zirai Mücadele İlaçlarının İnsan Sağlığı ve Doğal Çevreye Etkileri .....	386
<b>5.2.TEKİRDAĞ İLİ MURATLI İLÇESİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN PESTİSİT TOPLAMA UYGULAMALARI .....</b>	<b>387</b>
5.2.1.Pestisit Kullanımları .....	387
5.2.2.Gübre Kullanımı .....	391

5.3.TEKİRDAĞ İLİ BİTKİ KORUMADA KULLANILAN İLAÇLARIN (PESTİSİTLERİN) TOPLAMA, UZAKLAŞTIRMA VE BERTARAFINA YÖNELİK “ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ” NE GÖRE SORUMLULUK BELİRLEME .....	393
5.4.TEKİRDAĞ İLİ BİTKİ KORUMADA KULLANILAN İLAÇLARIN (PESTİSİTLERİN) TOPLAMA, UZAKLAŞTIRMA VE BERTARAFINA YÖNELİK SİSTEM ÖNERİSİ .....	395
5.4.1.Büyükşehir Belediyeleri, Büyükşehir İlçe Belediyeleri, İl, İlçe ve Belde Belediyeleri; .....	396
5.4.2.Büyükşehir Belediyeleri; .....	396
5.4.3.Büyükşehir İlçe Belediyeleri; .....	397
5.4.4.İl, İlçe ve Belde Belediyeleri; .....	397
5.5.ATIK ÜRETİCİSİNİN VE ATIK SAHİBİNİN YÜKÜMLÜLÜKLERİ VE YAPMASI GEREKENLER .....	398
5.5.1.Zirai Mücadele İlaç Uygulaması Sonrasında Yapılması Gerekenler .....	398
5.5.2.Boş Zirai Mücadele İlaç Ambalajlarının Temizlenmesi ve Bertarafında Yapılması Gerekenler .....	398
5.6.PESTİSİT VE GÜBRE AMBALAJ ATIKLARININ TOPLANMASINI VE BERTARAFINA YÖNELİK “ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİNE” GÖRE SORUMLU MAKAM VE BİREYLERİN BELİRLENMESİ ÖNERİSİ .....	400.
5.7.PESTİSİT VE GÜBRE AMBALAJ ATIKLARININ TOPLANMASINI VE BERTARAFINA YÖNELİK “ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİNE” GÖRE SORUMLU MAKAM VE BİREYLERİN BELİRLENMESİ ÖNERİSİ .....	401
5.7.1.Boş Tarım İlacı Ambalajlarının Doğaya Atılmasının Engellenmesi, .....	401
5.7.2.Cezai Uygulamalar Getirilmesi .....	401
5.7.3.Zirai İlaç Ambalajlarının Bertaraf Sorumluluğunun Getirilmesi, .....	402
5.7.4.Zirai İlaç Ambalajlarının Toplanması İçin En Uygun Yöntemin Belirlenmesi .....	402
5.7.5.Zirai İlaç Ambalajlarının En Etkili Şekilde Toplanması .....	402
5.7.6.Boş Zirai İlaç Ambalajlarının Toplanıp Bertaraf Edilmemesinin Finansal Kaynağın Sağlanması .....	403
5.8.TEKİRDAĞ İLİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ HUDUTLARI İÇİNDE PESTİSİT AMBALAJ ATIKLARININ TOPLAMA VE BERTARAFINA YÖNELİK UYGULAMALAR ( TEKİRDAĞ İLİ MURATLI İLÇESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ).....	404
5.9. PESTİSİT VE GÜBRE AMBALAJ ATIKLARININ BERTARAFINA YÖNELİK ÖNERİLER .....	408

## BÖLÜM 11

6.SONUÇ VE ÖNERİLER .....	410
---------------------------	-----

## TABLolar DİZİNİ

### BÖLÜM 1

Tablo 1.1.Dünya Biyogaz Tesis Sayıları (Çevre ve Orman Bakanlığı; Almanya Biyogaz Derneği, 2013; YEGM, 2013).....	2
Tablo 1.2.Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Durumu (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Müdürlüğü, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Stratejisi ve Politikaları, 2015).....	3
Tablo 1.3.Tekirdağ İli Nüfusu (TÜİK 2016 Verileri) .....	8

### BÖLÜM 2

Tablo 2.1.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektriğe Uygulanan Satış Fiyatı (5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun).....	12
--	----

### BÖLÜM 3

Tablo 3.1.Biyogazın Bileşimi ve Enerji Eşdeğeri(Kaya ve Öztürk, 2012) .....	17
Tablo 3.2.Biyogaz Üretiminde Kullanılan Bazı Hammaddelerin Özellikleri(Kaya ve Öztürk, 2012).....	18
Tablo 3.3.Tarım Alanları, Uygulamalara Göre Dağılımları ve Üretim Miktarları (Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü-2017) .....	19
Tablo 3.4.Buğday ve Ayçiçeği Atıkları Miktarı ve Toplanabilirlik değerleri (DTMK verileri 2007).....	23
Tablo 3.5.Tekirdağ İli Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları 2016 .....	37
Tablo 3.6.Atık Teslim Formu.....	45

### BÖLÜM 4

Tablo 4.1. Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli Buğday ve Ayçiçeği Atık Miktarı.....	68
Tablo 4.2.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	69
Tablo 4.3. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	75
Tablo 4.4.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Ayçiçeği ve Buğday Atık Miktarları.....	75
Tablo 4.5.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu.....	78
Tablo 4.6.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	78
Tablo 4.7.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	79
Tablo 4.8.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir -GiderTablosu .....	80
Tablo 4.9.Tesisin Gelir Gideri.....	81
Tablo 4.10.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	81
Tablo 4.11.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	82

Tablo 4.12.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	82
Tablo 4.13.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	82
Tablo 4.14.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	82
Tablo 4.15.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	83
Tablo 4.16.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi.....	83
Tablo 4.17.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	83
Tablo 4.18.Duyarlılık Tablosu .....	84
Tablo 4.19 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	84
Tablo 4.20.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	89
Tablo 4.21. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW’lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	95
Tablo 4.22.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Ayçiçeği ve Buğday Atık Miktarları.....	95
Tablo 4.23.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .....	97
Tablo 4.24.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW’lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	98
Tablo 4.25.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW’lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	99
Tablo 4.26.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - Gider Tablosu.....	99
Tablo 4.27.Tesisin Gelir Gideri.....	101
Tablo 4.28.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	101
Tablo 4.29.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK ‘ya Etkisi.....	102
Tablo 4.30.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	102
Tablo 4.31.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	102
Tablo 4.32.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	102
Tablo 4.33.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	103
Tablo 4.34.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi.....	103
Tablo 4.35.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	103
Tablo 4.36.Duyarlılık Tablosu .....	104
Tablo 4.37 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	104
Tablo 4.38.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	109
Tablo 4.39. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW’lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	115
Tablo 4.40.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Miktarları ....	115
Tablo 4.41.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu ...	117
Tablo 4.42.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW’lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	118

Tablo 4.43.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	119
Tablo 4.44.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir –Gider Tablosu .....	120
Tablo 4.46.Tesisin Gelir Gideri.....	121
Tablo 4.47.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	122
Tablo 4.48.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	122
Tablo 4.49.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	122
Tablo 4.50.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	122
Tablo 4.51.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	122
Tablo 4.52.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	123
Tablo 4.53.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	123
Tablo 4.54.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	123
Tablo 4.55.Duyarlılık Tablosu .....	124
Tablo 4.56. Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	124
Tablo 4.57. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu ..	128
Tablo 4.58. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	129
Tablo 4.59.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları .....	130
Tablo 4.60. Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları .....	131
Tablo 4.62.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	139
Tablo 4.63.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	139
Tablo 4.64.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - Gider Tablosu .....	140
Tablo 4.65.Tesisin Gelir Gideri.....	142
Tablo 4.66.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	142
Tablo 4.67.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	143
Tablo 4.68.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	143
Tablo 4.69. Yıllık Kojenerasyon Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	143
Tablo 4.70 Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi. ....	143
Tablo 4.71.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	144
Tablo 4.72.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	144
Tablo 4.73.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	144
Tablo 4.74.Duyarlılık Tablosu .....	145
Tablo 4.75 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	145

Tablo 4.76.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	150
Tablo 4.77. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	155
Tablo 4.78.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları .....	156
Tablo 4.79.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu ...	158
Tablo 4.80.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	159
Tablo 4.81.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	160
Tablo 4.82.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - GiderTablosu .....	160
Tablo 4.83.Tesisin Gelir Gideri.....	162
Tablo 4.84.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	162
Tablo 4.85.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	163
Tablo 4.86.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	163
Tablo 4.87.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	163
Tablo 4.88.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	163
Tablo 4.89.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	164
Tablo 4.90.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	164
Tablo 4.91.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	164
Tablo 4.92.DuyarlılıkTablosu .....	165
Tablo 4.93 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	165
Tablo 4.94.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	170
Tablo 4.95. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Biyogaz Tesisi Sayısı .....	176
Tablo 4.96.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Hayvan Atık Miktarları.....	176
Tablo 4.97.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu ...	179
Tablo 4.98.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	179
Tablo 4.99.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	180
Tablo 4.100.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - GiderTablosu .....	180
Tablo 4.101.Tesisin Gelir Gideri.....	182
Tablo 4.102.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	182
Tablo 4.103.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	183
Tablo 4.104.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	183
Tablo 4.105.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	183

Tablo 4.106.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	183
Tablo 4.107.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	184
Tablo 4.108.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	184
Tablo 4.109.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	184
Tablo 4.110.Duyarlılık Tablosu .....	185
Tablo 4.111 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	185
Tablo 4.112.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları .....	191
Tablo 4.113. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	196
Tablo 4.114.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları .....	197
Tablo 4.115.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .	199
Tablo 4.116Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	200
Tablo 4.117.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	201
Tablo 4.118.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - Gider Tablosu .....	201
Tablo 4.119.Tesisin Gelir Gideri.....	203
Tablo 4.120.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	203
Tablo 4.121.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	204
Tablo 4.122.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	204
Tablo 4.123.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	204
Tablo 4.124.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	204
Tablo 4.125.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	205
Tablo 4.126.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	205
Tablo 4.127.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	205
Tablo 4.128.Duyarlılık Tablosu .....	206
Tablo 4.129 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	206
Tablo 4.130.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları .....	211
Tablo 4.131. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	216
Tablo 4.132.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları.....	216
Tablo 4.133.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .	219
Tablo 4.134.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	219
Tablo 4.135.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	220



Tablo 4.136.Tekirdağ İlnde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - GiderTablosu.....	221
Tablo 4.137.Tesisin Gelir Gideri.....	222
Tablo 4.138.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	222
Tablo 4.139.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	223
Tablo 4.140.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	223
Tablo 4.141.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	223
Tablo 4.142.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	223
Tablo 4.143.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	224
Tablo 4.144.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	224
Tablo 4.145.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	224
Tablo 4.146.DuyarlılıkTablosu .....	225
Tablo 4.147 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	225
Tablo 4.148.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	230
Tablo 4.149. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	235
Tablo 4.150.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları .....	235
Tablo 4.151.Tekirdağ İlnde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .	238
Tablo 4.152.Tekirdağ İlnde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	238
Tablo 4.153.Tekirdağ İlnde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	239
Tablo 4.154.Tekirdağ İlnde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - GiderTablosu .....	240
Tablo 4.155.Tesisin Gelir Gideri.....	241
Tablo 4.156.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	241
Tablo 4.157.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	242
Tablo 4.158.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	242
Tablo 4.159.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	242
Tablo 4.160.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	242
Tablo 4.161.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	243
Tablo 4.162.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	243
Tablo 4.163.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	243
Tablo 4.164.DuyarlılıkTablosu .....	244
Tablo 4.165 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	244
Tablo 4.166.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	249

Tablo 4.167. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	255
Tablo 4.168.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Miktarları ..	255
Tablo 4.169.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .	258
Tablo 4.170.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	259
Tablo 4.171.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	260
Tablo 4.172.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - GiderTablosu .....	260
Tablo 4.173.Tesisin Gelir Gideri.....	261
Tablo 4.174.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	261
Tablo 4.175.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	262
Tablo 4.176.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	262
Tablo 4.177.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	262
Tablo 4.178.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	262
Tablo 4.179.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	263
Tablo 4.180.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	263
Tablo 4.181.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	263
Tablo 4.182.Duyarlılık Tablosu .....	264
Tablo 4.183 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	264
Tablo 4.184.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	269
Tablo 4.185. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	274
Tablo 4.186.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları .....	274
Tablo 4.187.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .	277
Tablo 4.188.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	278
Tablo 4.189.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	279
Tablo 4.190.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - GiderTablosu .....	280
Tablo 4.191.Tesisin Gelir Gideri.....	281
Tablo 4.192.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	281
Tablo 4.193.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	282
Tablo 4.194.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	282
Tablo 4.195.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	282
Tablo 4.196.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	282

Tablo 4.197.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	283
Tablo 4.198.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi.....	283
Tablo 4.199.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	283
Tablo 4.200.Duyarlılık Tablosu .....	284
Tablo 4.201 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	284
Tablo 4.202.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları .....	289
Tablo 4.203. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW’lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	294
Tablo 4.204.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları .....	294
Tablo 4.205.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .	297
Tablo 4.206.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW’lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	298
Tablo 4.207.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW’lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	299
Tablo 4.208.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - Gider Tablosu .....	299
Tablo 4.209.Tesisin Gelir Gideri.....	301
Tablo 4.210.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	301
Tablo 4.211.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK ‘ya Etkisi.....	302
Tablo 4.212.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	302
Tablo 4.213.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	302
Tablo 4.214.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	302
Tablo 4.215.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	303
Tablo 4.216.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi.....	303
Tablo 4.217.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi .....	303
Tablo 4.218.Duyarlılık Tablosu .....	304
Tablo 4.219 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	304
Tablo 4.220.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları .....	309
Tablo 4.221. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 200kW’lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	314
Tablo 4.222.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları	
Tablo 4.223.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200kW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .....	314
Tablo 4.224.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200kW’lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	317
Tablo 4.225.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200kW’lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	318

Tablo 4.226.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - GiderTablosu.....	319
Tablo 4.227.Tesisin Gelir Gideri.....	320
Tablo 4.228.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	321
Tablo 4.229.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	321
Tablo 4.230.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	322
Tablo 4.231.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	322
Tablo 4.232.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	322
Tablo 4.233.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	322
Tablo 4.234.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	323
Tablo 4.235.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	323
Tablo 4.236.Duyarlılık Tablosu .....	323
Tablo 4.237 Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	324
Tablo 4.238.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	324
Tablo 4.339. Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 100kW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	329
Tablo 4.240.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları .....	334
Tablo 4.241.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 100kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu .....	334
Tablo 4.242.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 100kW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	337
Tablo 4.243.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 100kW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	338
Tablo 4.244.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 100kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - GiderTablosu.....	339
Tablo 4.245.Tesisin Gelir Gideri.....	340
Tablo 4.246.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	341
Tablo 4.247.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	341
Tablo 4.248.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	342
Tablo 4.249.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	342
Tablo 4.250.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	342
Tablo 4.251.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	342
Tablo 4.252.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	343
Tablo 4.253.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	343
Tablo 4.254.Duyarlılık Tablosu .....	343
Tablo 4.255. Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	344
Tablo 4.256.Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları.....	344

Tablo 4.256.Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 400'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı .....	348
Tablo 4.257.Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Hayvan Atık Miktarları .....	353
Tablo 4.258.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 400W'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu.	356
Tablo 4.259.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 400W'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri .....	357
Tablo 4.260.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 400W'lık Biyogaz Üretim Tesisi Kuruluş Maliyetleri ve Amortisman Süresi .....	358
Tablo 4.261.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 400kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir - Gider Tablosu .....	358
Tablo 4.262.Tesisin Gelir Gideri.....	360
Tablo 4.263.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	360
Tablo 4.264.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	361
Tablo 4.266.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	361
Tablo 4.268.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	361
Tablo 4.270.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	361
Tablo 4.272.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	362
Tablo 4.274.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi.....	362
Tablo 4.276.Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi .....	362
Tablo 4.278.Duyarlılık Tablosu .....	363
Tablo 4.280. Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu.....	363
Tablo 4.282. Basit Biyogaz tesisleri ile Büyük Ölçekli Tesislerin Karşılaştırılması .....	369
Tablo 4.284. Tesis Giderleri.....	372
Tablo 4.286.Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Süresi.....	372
Tablo 4.288. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek Ev Tipi Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu .....	372
Tablo 4.289. Hareketli Kubbeli Biyogaz Tesisi Avantaj ve Dezavantajları .....	374
Tablo 4.290. Tesis Giderleri.....	376
Tablo 4.291. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Süreleri .....	376
Tablo 4.292. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200 kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu .....	377
Tablo 4.293. Tesis Giderleri.....	379
Tablo 4.294. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Süreleri .....	379
Tablo 4.295. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek Ev Tipi Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu .....	380

## BÖLÜM 5

Tablo 5.1.2014 Yılında Tekirdağ İlçelerinde Kullanılan Tarımsal İlaç (Pestisit) Miktarları .....	388
Tablo 5.2.2015 Yılında Tekirdağ İlçelerinde Kullanılan Tarımsal İlaç (Pestisit) Miktarları .....	388
Tablo 5.3.2016 Yılında Tekirdağ İlçelerinde Kullanılan Tarımsal İlaç (Pestisit) Miktarları .....	389
Tablo 5.4.2014, 2015, 2016 Yılları Arasında Kullanılan Pestisitlerin Ambalaj Türleri ve Adetleri .....	389
Tablo 5.5.Ambalaj Adetleri .....	390
Tablo 5.6.Tekirdağ İli 2016 Yılı İlçelere Göre Gübre Kullanım Miktarları .....	391
Tablo 5.7.2016 Yılında Tekirdağ İline Bağlı İlçeler Bazında Toplam Gübre Kullanımları Ve Oluşan Gübre Torbası Sayıları.....	392

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### BÖLÜM 1

Şekil 1.Örnek Biyogaz Tesisi Şematik Göstemi ..... 6

### BÖLÜM 3

Şekil 3.1.Tekirdağ İlinde Üretilen Bitki Türleri Ve Miktarları (2016).....20

Şekil 3.2.Tekirdağ İli İlçelere Göre Ayçiçeği Ekim Alanları Dağılımı (2016 yılı Tarım Gıda ve Hayvancılık Müdürlüğü Verileri ) ..... 21

Şekil 3.3.Tekirdağ İli İlçelere Göre Buğday Ekim Alanları Dağılımı (Tarım Gıda ve Hayvancılık Müdürlüğü 2016 verileri) ..... 22

Şekil 3.4.Hayrabolu İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı..... 26

Şekil 3.5.Malkara İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 27

Şekil 3.6.Süleymanpaşa İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 28

Şekil 3.7.Çorlu İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 29

Şekil 3.8. Muratlı İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 30

Şekil 3.9. Saray İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 31

Şekil 3.10.Marmara Ereğlisi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 32

Şekil 3.11.Çerkezköy İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 33

Şekil 3.12.Şarköy İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 34

Şekil 3.13.Ergene İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı ..... 35

Şekil 3.14.Kapaklı İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı..... 36

Şekil 3.15.Tekirdağ İlinde Yetiştirilen Hayvan Türleri ve Miktarları ..... 37

Şekil 3.16.Tekirdağ İlinde İlçelere Göre Sığır Dağılımları..... 38

Şekil 3.17.Tekirdağ İlinde İlçelere Göre Koyun Dağılımları ..... 39

Şekil 3.18.Tekirdağ İlinde İlçelere Göre Keçi Dağılımları ..... 39

Şekil 3.19.Malkara İlçesi Mahalle Bazında Hayvansal Atık Adedi..... 52

Şekil 3.20.Süleymanpaşa İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi..... 53

Şekil 3.21.Hayrabolu İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi..... 54

Şekil 3.22.Saray İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi ..... 55

Şekil 3.23. Şarköy İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi ..... 56

Şekil 3.24.Ergene İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi ..... 57

Şekil 3.25.Çorlu İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi..... 58

Şekil 3.26.Muratlı İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi..... 59

Şekil 3.27.Kapaklı İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi ..... 60

Şekil 3.28.Marmara Ereğlisi Mahalle Bazında Hayvan Adedi ..... 61

Şekil 3.29.Çerkezköy İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi ..... 62

## BÖLÜM 4

Şekil 4.1Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	70
Şekil 4.2Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	71
Şekil 4.3.Kompost Gübre Tesisi .....	72
Şekil 4.4.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	76
Şekil 4.5.Kurulabilecek 4MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	80
Şekil: 4.6.4 MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	85
Şekil 4.7.Sadece Tarımsal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ....	87
Şekil 4.8Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	89
Şekil 4.9Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	90
Şekil 4.10.Kompost Gübre Tesisi .....	91
Şekil 4.11.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	95
Şekil 4.12.Kurulabilecek 2 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	100
Şekil: 4.13.2MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	105
Şekil 4.14.Sadece Tarımsal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ....	107
Şekil 4.15.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	109
Şekil 4.16.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	110
Şekil 4.17.Kompost Gübre Tesisi .....	111
Şekil 4.18.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	115
Şekil 4.19.Kurulabilecek 1 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	120
Şekil: 4.20.1 MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	125
Şekil 4.21. Tarımsal ve Hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler.....	127
Şekil 4.22Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	132
Şekil 4.23Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	133
Şekil 4.24.Kompost Gübre Tesisi .....	134
Şekil 4.25.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	137
Şekil 4.26.Kurulabilecek 4 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	141
Şekil: 4.27.4 MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	146
Şekil 4.28.Tarımsal ve Hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler.....	148



Şekil 4.29.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	150
Şekil 4.30.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	151
Şekil 4.31.Kompost Gübre Tesisi .....	152
Şekil 4.32.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	156
Şekil 4.33.Kurulabilecek 2 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	161
Şekil: 4.34.2 MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	166
Şekil 4.35 Tarımsal ve hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler.....	168
Şekil 4.36.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	170
Şekil 4.37.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	171
Şekil 4.38.Kompost Gübre Tesisi .....	172
Şekil 4.39.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	177
Şekil 4.40.Kurulabilecek 1 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	181
Şekil: 4.41.1MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	186
Şekil 4.42.Sadece Tarımsal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ....	189
Şekil 4.43Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	191
Şekil 4.44Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	192
Şekil 4.45.Kompost Gübre Tesisi .....	193
Şekil 4.46.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	197
Şekil 4.47.Kurulabilecek 4 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	202
Şekil: 4.48.4MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	207
Şekil 4.49.100 baş ve üstü Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ....	209
Şekil 4.50Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	211
Şekil 4.51Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	212
Şekil 4.52.Kompost Gübre Tesisi .....	213
Şekil 4.53.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	217
Şekil 4.54.Kurulabilecek 2MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	221
Şekil: 4.55.2 MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	226
Şekil 4.56.100 baş ve üstü hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler.....	228
Şekil 4.57.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	230
Şekil 4.58.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	231

Şekil 4.59.Kompost Gübre Tesisi .....	232
Şekil 4.60.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	236
Şekil 4.61.Kurulabilecek 1 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	240
Şekil: 4.62.1MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	245
Şekil 4.63.100 baş ve üstü hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ....	247
Şekil 4.64.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	249
Şekil 4.65.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	250
Şekil 4.66.Kompost Gübre Tesisi .....	251
Şekil 4.67.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	256
Şekil 4.68.Kurulabilecek 4MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	260
Şekil: 4.69. MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	265
Şekil 4.70.Hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ...	267
Şekil 4.71.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	269
Şekil 4.72Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	270
Şekil 4.73.Kompost Gübre Tesisi .....	271
Şekil 4.74.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	275
Şekil 4.75.Kurulabilecek 2MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	280
Şekil: 4.76.2MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	285
Şekil 4.77.Hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ...	287
Şekil 4.78.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	289
Şekil 4.79.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	290
Şekil 4.80.Kompost Gübre Tesisi .....	291
Şekil 4.81.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	295
Şekil 4.82.Kurulabilecek MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması .....	300
Şekil: 4.83.1MW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	305
Şekil 4.84.Hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ...	307
Şekil 4.85.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	309
Şekil 4.86.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	310
Şekil 4.87.Kompost Gübre Tesisi .....	311
Şekil 4.88.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	315
Şekil 4.89.Kurulabilecek 200kW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması.....	320
Şekil: 4.90.200kW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	325

Şekil 4.91.Hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. ...	327
Şekil 4.92.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	329
Şekil 4.93.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	330
Şekil 4.94.Kompost Gübre Tesisi .....	331
Şekil 4.95.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	335
Şekil 4.96.Kurulabilecek 100kW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması.....	340
Şekil: 4.97.100kW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	345
Şekil 4.98.Türkiyede kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi. ....	348
Şekil 4.99.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü.....	349
Şekil 4.100.Kompost Gübre Tesisi .....	350
Şekil 4.100.Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu) .....	354
Şekil 4.101.Kurulabilecek 400kW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması.....	359
Şekil: 4.102.400kW’lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi .....	364
Şekil 4.103.Hayvansal Atıklarla Yapılması Planlanan Biyogaz Tesisi İçin Seçilen Yerler. .	366
Şekil 4.104. Sabit Kubbeli Tesis. ....	368
Şekil 4.105. Hareketli Kubbeli Tesis .....	373
Şekil: 4.106. Hareketli Kubbeli Biyogaz Tesisi Tasarımı.....	375
Şekil 4.107. Polietilen Tüp Biyogaz Tesisi .....	378

## BÖLÜM 5

Şekil 5.1.Türkiye’de ki pestisit kullanımının bölgelere göre oranları .....	384
Şekil 5.2.Türkiye’de pestisit türlerine göre kullanım oranları .....	385
Şekil 5.3.Ek-3/A’da yer alan tehlikeli özellikler .....	394

## RESİMLER DİZİNİ

### BÖLÜM 1

Resim 1.1.Tekirdağ İli Genel Görünümü.....	9
Resim 1.2.Tekirdağ İli Siyasi Haritası .....	9

### BÖLÜM 3

Resim 3.1 Kış İçin Depolanmış Saman Balyası.....	25
Resim 3.2.Modern Ahır Görünümü .....	43
Resim 3.3.Ölçekli dışkı toplama konteyneri .....	44
Resim 3.4.Hayvan Atığı Toplama Aracı .....	45
Resim 3.5.Türkiye’de Mevcut Ahır Görünümü .....	48
Resim 3.6.Almanya’da Modern Bir Çiftliğin Zemin Görünümü.....	48
Resim 3.7.Malkara İlçesi’nden Modern Bir Ahır Görünümü .....	49
Resim 3.8.Modern Ahırlarda Zemin Temizliği İçin Sıyırıcı Sistem.....	49
Resim 3.9.Muratlı İlçesi’nden Modern Bir Ahır Görünümü.....	50
Resim 3.10.Modern Bir Ahır Görünümü .....	50

### BÖLÜM 4

Resim 4.1.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	73
Resim 4.2.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu	73
Resim 4.3.Peletlenmiş gübre .....	74
Resim 4.4.Gübre çuvallama makinesi.....	74
Resim 4.5.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	92
Resim 4.6.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu	93
Resim 4.7.Peletlenmiş gübre .....	93
Resim 4.8.Gübre çuvallama makinesi.....	94
Resim 4.9.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	112
Resim 4.10.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu	113
Resim 4.11.Peletlenmiş gübre .....	113
Resim 4.12.Gübre çuvallama makinesi.....	114
Resim 4.13.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	134
Resim 4.14.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu	135
Resim 4.15.Peletlenmiş gübre .....	136
Resim 4.16.Gübre çuvallama makinesi.....	136
Resim 4.17.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	153

Resim 4.18.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	153
Resim 4.19.Peletlenmiş gübre .....	154
Resim 4.20.Gübre çuvallama makinesi .....	154
Resim 4.21.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	173
Resim 4.22.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	174
Resim 4.23.Peletlenmiş gübre .....	174
Resim 4.24.Gübre çuvallama makinesi .....	175
Resim 4.5.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	194
Resim 4.26.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	195
Resim 4.27.Peletlenmiş gübre .....	195
Resim 4.28.Gübre çuvallama makinesi .....	196
Resim 4.29.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	214
Resim 4.30.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	214
Resim 4.31.Peletlenmiş gübre .....	215
Resim 4.32.Gübre çuvallama makinesi .....	215
Resim 4.33.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	233
Resim 4.34.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	233
Resim 4.35.Peletlenmiş gübre .....	234
Resim 4.36.Gübre çuvallama makinesi .....	234
Resim 4.37.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	252
Resim 4.38.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	253
Resim 4.39.Peletlenmiş gübre .....	253
Resim 4.40.Gübre çuvallama makinesi .....	254
Resim 4.41.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	272
Resim 4.42.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	272
Resim 4.43.Peletlenmiş gübre .....	273
Resim 4.44.Gübre çuvallama makinesi .....	273
Resim 4.45.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	292
Resim 4.46.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	292
Resim 4.47.Peletlenmiş gübre .....	293

Resim 4.48.Gübre çuvallama makinesi.....	293
Resim 4.49.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	312
Resim 4.50.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	312
Resim 4.51.Peletlenmiş gübre .....	313
Resim 4.52.Gübre çuvallama makinesi.....	313
Resim 4.53.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	332
Resim 4.54.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	332
Resim 4.55.Peletlenmiş gübre .....	333
Resim 4.56.Gübre çuvallama makinesi.....	333
Resim 4.57.Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi .....	351
Resim 4.58.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu .....	351
Resim 4.59.Peletlenmiş gübre .....	352
Resim 4.60.Gübre çuvallama makinesi.....	352

## BÖLÜM 5

Resim 5.1.Zirai Mücadele İlacı Uygulamaları .....	383
---	-----

## 1.GİRİŞ

Enerji, ekonomik ve sosyal gelişmişliğin bir göstergesi olarak insanoğlunun vazgeçilmez bir ihtiyacıdır. Enerji yaşam kalitesinin artırılmasında etken olduğu gibi, teknolojik üretim ve gelişim için hayati derecede önemlidir. Enerji tanımı içinde yer alan fosil kökenli yakıtlar ve yenilenebilir enerjilerin kaynağı güneştir. Buna göre, bu enerjilerin tanımlanmaları ve dâhil edildikleri gruplar üçe ayrılır:

- a) Yerin altında kalan bitkilerin ve canlıların bataklık alanlarda birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğramasıyla meydana gelen “Fosil Kökenli Yakıtlar,”
- b) Potansiyeli mevcut olan ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak kullanımı artan “Yeni Enerji” kaynakları,
- c) Tükenmeyen ve eksilmeyen “Yenilenebilir Enerji” kaynaklarıdır.

Dünyada fosil kökenli yakıtların rezervleri sınırlı olup gelecekte tükeneceği bilimsel çalışmalarla ispatlanmıştır. Bugünkü tüketim hızıyla; petrolün 40-45 yıl, doğal gazın 60-65 yıl ve kömürün 140-150 yıl sonra tükeneceği bilim adamları tarafından bildirilmektedir. Bu durum, yeni ve yenilenebilir enerjilere yönelimi hızlandırmakta ve gelecek nesillere hazırlık olarak vazgeçilmez bir gereklilik arz etmektedir.

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunması ve sürekliliğinin sağlanması günümüzde ihtiyaç olmaktan çıkıp bir zorunluluk haline gelmiştir. Bunun en önemli sebeplerinden biri de fosil kökenli yakıtların yoğun bir şekilde tüketimi, sera gazı oluşumuna kaynak teşkil ederek, küresel iklim değişikliklerine ve birçok çevre kirliliğine neden olmasıdır. Bilindiği gibi sera gazlarının içeriğinde yer alan ağırlıklı maddelerin başında karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve metan gazı gelmektedir. Bunların yanında, kükürt, parçacık madde, azot oksit (NO), kurum ve kül gibi atıklar da çevreyi kirletmektedir. Bu yüzden fosil kökenli yakıtlardan üretilen enerjinin toplam maliyeti bulunurken, uzun sürede meydana gelebilecek çevre ve insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri de bu maliyetlerin içine dâhil edilmesi gerekmektedir. Temiz enerji çarelerinin hayata etken bir şekilde geçirilmesi şarttır. Günümüzde birincil enerji üretiminin çok büyük bir oranı fosil yakıtlardan elde edilmektedir. 2006 yılında dünya birincil enerji üretiminde fosil kaynakların payı yaklaşık %79, yenilenebilir enerji kaynaklarının payı % 18

ve nükleer enerjinin payı ise % 3'tür (TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2008).

Öte yandan, dünyada 2006 yılı yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretim kapasitesi; elektrik santrallerinde 980 GW, ısıtma amaçlı olanlarda 373 GW'tır (TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2008). Biyo dizel ve etanol üretiminin toplamı ise 45 milyar litre/yıl olarak gerçekleşmektedir (TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2008). Tüm bu bilgiler dikkate alındığında yenilenebilir enerjilerin önemi her geçen gün hızla artmakta ve kullanımının da yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır.

Yenilenebilir enerjilerin bir türü olan biyogaz, biyo yakıtların içerisinde yer almaktadır. 1990'larda biyogazdan elektrik enerjisi üretimi dünyada yaklaşık 5000 GW iken, 2000'li yıllarda bu rakam 12048 GW seviyesine ulaşmıştır. Bu rakamlar sırasıyla ABD'de 4984 GW, İngiltere'de 2556 GW, Almanya'da 1683 GW, İtalya'da 566 GW, Fransa'da 346 GW, olarak tespit edilmiştir (TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2008). Biyogazın yaygın olarak üretilmesinde en büyük etken, biyogazdan elektrik enerjisi üretiminin yapıldığı ülkelerde bu enerjinin en az uygulanan perakende tarifeye yakın bir fiyatla satın alınması ve organik atıkların işlenmesinin yasal bir zorunluluk haline getirilmesidir. Dünyada Biyogaz Tesisi sayıları Tablo 1.1'de verilmiştir.

**Tablo 1.1.**Dünya Biyogaz Tesis Sayıları (Çevre ve Orman Bakanlığı; Almanya Biyogaz Derneği, 2013; YEGM, 2013)

Ülkeler	Biyogaz Tesisi Sayıları
Çin	7.000.000
Hindistan	2.290.000
Nepal	49.500
Kore	29.000
Almanya	7.900
Türkiye	36



Ayrıca, gaz motorlarında biyogaz kullanılarak elektrik enerjisi üretilmesi, biyogazın önemini artırmıştır. Günümüzde yapılan biyogaz üretimiyle organik atıklar değerlendirilmekte ve bunlar sterilize edilerek çevreye olabilecek zararları önlenmektedir. Böylece, toprak ve su temizliği sağlanmakta, doğal denge korunurken, temiz enerji üretimi gerçekleştirilmektedir. Üstelik üretim sonrası çıkan atıklar, bitkisel üretimde toprağı zenginleştirici bir gübre olarak kullanılmaktadır.

Türkiye de ise, gelişme süreci devam eden ve nüfusu hızla artmakta olan her ülke gibi, ülkemiz sanayileşme ile hedeflerine ulaşmaya çalışmaktadır. Bu büyüme ile beraber ülkenin enerjiye olan ihtiyacı oldukça artmıştır. İhtiyacı karşılamak adına ülkemizde çeşitli yöntemler ile elektrik enerjisi üretilmektedir. Geleneksel elektrik enerjisi üretim sistemleri, doğal kaynakların tüketilmesi ve çevresel açıdan onarımı mümkün olmayan olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir.

Çevreye verilen değer artmasıyla birlikte tüm dünya üzerinde yenilenebilir enerji kaynakları büyük önem kazanmakta ve hızla gelişim göstermektedir. Türkiye'nin yenilebilir enerji potansiyeli ve kullanım oranları Tablo 1.2'de verilmiştir. Yapılan araştırmaya göre Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları mevcut potansiyelinin yaklaşık olarak %10'u kullanılmaktadır.

**Tablo 1.2.**Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Durumu (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Müdürlüğü, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Stratejisi ve Politikaları, 2015)

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	Mevcut Potansiyel	Kullanılan Potansiyel
Hidroelektrik	160.000 GWh/yıl	35 GWh/yıl
Güneş	1.520 kWh/m <sup>2</sup> -yıl	160.000 MWh/yıl
Biogaz	120.000 MWh/yıl	1.000 MWe
Rüzgâr	48.000 MW	803,65 MW
Jeotermal	31.500 MWt	404,9 MWe

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biokütleden enerji üretimi Avrupa'da, özellikle Almanya'da üretilen enerjinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Almanya'da yaklaşık

olarak 7.900 adet biyogaz tesisi mevcuttur ve ülke hızlı bir biçimde geleneksel elektrik enerjisi üretim sistemlerinden vazgeçip, tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı tesislere yönelmiştir (Almanya Biyogaz Derneği, 2013).

Türkiye’de biyogaz potansiyelinin ileri düzeyde olduğu belirtilmektedir. Daha çok kentsel atıkların katı yakıt olarak kullanıldığı çeşitli biyogaz tesisleri bulunmaktadır. 2000 yılı itibarıyla Bursa’da AKSA Enerji tarafından kurulan 1,4MW gücündeki santral, Ankara’da biyogaz ile çalışan 3,4 MW gücündeki santral, Kocaeli’nde İZAYDAŞ tarafından kurulan 5,4 MW gücündeki santral, Balıkesir’de BAGFAŞ tarafından kurulan ve fabrika atıklarının kullanan 10,0MW gücündeki santral ile Bandırma Asit Fabrikası tarafından kurulan 23,8 MW gücündeki santraller, atık kullanarak çalıştırılan santrallerdir.

Tarımsal ve hayvansal kaynaklı organik atıkların kontrolsüz bir biçimde bertaraf edilmesi veya depolanması koku oluşumuna, ayrıca yer altı ve yüzeysel suların kirlenmesine neden olmaktadır. Türkiye’de yılda yaklaşık olarak 11 milyar ton hayvansal dışkı oluşmaktadır (RNR, 2010). Bu atıkların değerlendirilmesi ülke ekonomisi ve çevre sağlığı açısından oldukça önemlidir.

TR21 Bölgesinde bulunan Tekirdağ ili değerlendirildiğinde tarımsal ve hayvansal açıdan potansiyeli olan bir ildir. Bölgedeki sanayi çalışan varlığının %65’ini barındıran Çorlu ve Çerkezköy ilçeleri dışında bölgede hayvancılık ve tarım önemli bir yere sahiptir. Ancak tarımsal ve hayvansal atıkların kontrolsüz bir biçimde depolanması ya da bertaraf edilmesi bölgedeki su kaynaklarının ve havanın kirlenmesine neden olmaktadır.

## 1.1.PROJENİN NUMARASI ve ADI

**TR21/16/DFD/0023** sayılı ve “**Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Belirlenmesi**” konulu projesi

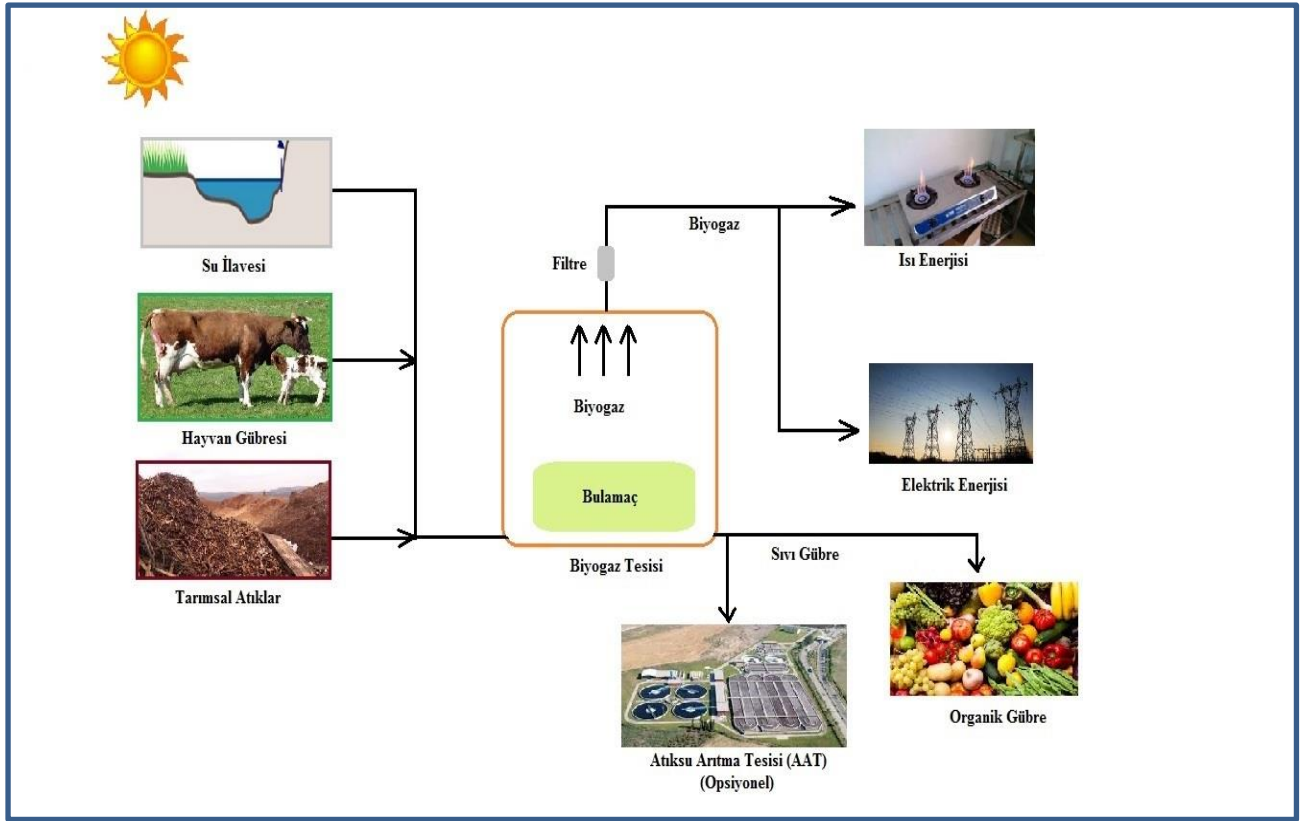
## 1.2.PROJENİN AMACI

Tekirdağ İli endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu, bunun yanında hayvansal ve tarımsal üretimi de olan bir ildir. Tekirdağ ili, 2013 yılı, illerin gelişmişlik sıralamasına göre Türkiye’ nin en gelişmiş 15. İlidir.

Tekirdağ ili hayvan sayıları incelendiğinde, 2016 yılı verilerine göre 174.793 adet büyükbaş, 554.017 adet de küçükbaş hayvan bulunmaktadır (T.C. Tekirdağ İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü). Bu hayvanlardan yıllık yaklaşık 2 milyon 500 bin ton hayvan gübresi oluşmaktadır. Bu gübrelerin bir kısmı organik gübre olarak tarımda kullanılmakta olup, kalan kısmı ise, kontrolsüz bir şekilde bertaraf edilerek, sivrisinek ve diğer haşeratların üremesine ve koku yayarak çevresel problemlere sebep olmaktadır. Büyük üreticiler hayvan atıklarının bertarafı konusunda münferit çözümler üretirken, küçük üreticiler ve çiftlikler hayvansal atıklarını atıksu kanallarına vermekte ya da toprak kirliliği oluşturacak şekilde depolanmakta veya toprağa dökmektedirler.

Aynı doğrultuda tarımsal kaynaklı atıkların bertarafı konusunda yapılan çalışmalar yetersiz kalmaktadır. Özellikle çim ve park- bahçe atıkları direk olarak belediye depolama alanlarına gönderilmektedir. Tarımsal üretimden kaynaklanan atıklar ise üreticileri tarafından belli bir oranda hayvan yetiştiriciliğinde besin olarak kullanılmakta kalan kısmı ise anız yakma olarak tabir edilen bertaraf yöntemi ile yok edilmektedir. Tüm bu atıkların önlem alınmadan doğaya bırakılması, depolanması ya da yakılması, çevresel açıdan hava kirliliği, koku ve hijyen problemlerine neden olmakta ve tarım arazilerinin çoraklaşmasına sebep olmaktadır.

Gelişen teknolojiler ve dünya uygulamalarındaki başarılı sonuçları ile beraber, tarım ve hayvancılığın hala yaygın bir şekilde yapıldığı ülkemizde organik atıklardan Şekil 1.1’de şematik gösterimi verilmiş biyogaz dönüşümünün yapılması, hem çevresel problemlerin çözümünde, hem de atığı bir girdi olarak kullanarak enerji elde edilmesi yönünde ekonomik ve çevreci bir çözüm olarak gözükmektedir.



Şekil 1.1. Örnek Biyogaz Tesisi Şematik Gösterimi

Şekil 1.1’de genel girdi ve çıktıları verilen biyogaz tesisinin çalışma prensibi kısaca şu şekilde verilmiştir. Biokütlelerin Biyogaz tesislerinde işlenmesi sonucunda temelde üç çeşit çıktı oluşmaktadır.

1-Elektrik Enerjisi

2-Isı

3-Organik Gübre

### Biyogaz tesisinin çalışma prensibi.

Bakteriler ve diğer bazı mikroorganizmalar kullanılarak çürütücü içindeki biokütle ayrıştırılarak fermente edilir. Fermantasyon sonucunda oluşan metan kojenerasyon ünitesinde (gaz jeneratörlerinde) yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülür. Üretilen elektrik ya lokal alanda kullanılır ya da elektrik şebekesine verilir. Elektrik üretimi dışında biyogazın yanması sırasında oluşan ısının çeşitli alanlarda kullanılması da mümkündür. Oluşan ısı gübre

kurutulmasında, sera ve evlerde ısınmada ve daha birçok alanda kullanılabilir. Biyogaz işlemi sonucunda oluşan fermantasyon atıkları da tarım sektöründe yüksek kaliteli gübre olarak kullanılabilir.

2015 yılı ile beraber,10. Kalkınma Planı, TR21 Trakya Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı ve T.C. Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi 2015-2019 Stratejik Plan Esasları göz önüne alındığında, yerel ve ulusal yönetimin yenilenebilir enerji konusundaki hassasiyeti, açıklanan enerji politikalarından ve gerek kalkınma ajansları gerekse diğer yatırım desteklerinden anlaşılabilir.

Tekirdağ ili tarımsal ve hayvansal atık potansiyelinin belirlenmesine yönelik fizibilite çalışmasının yapılması projesi, sürdürülebilir ve çevreye zarar vermeden, hayvansal ve tarımsal atıklardan enerji elde edilmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Yapılan çalışma ile beraber Tekirdağ ilindeki organik atık potansiyeli belirlenmiş , kurulabilecek biyogaz tesisleri için tasarımlar yapılmıştır. Aynı zamanda projede, kurulabilecek biyogaz tesislerinin muhtemel en uygun yerleri belirlenmiş, biyogaz tesislerinin amortisman süresi, elde edilecek çıktılarının nasıl değerlendirileceği ve oluşacak atıksuların nasıl arıtılacağı özet olarak açıklanmıştır.

### 1.3.PROJENİN KAPSAMI

#### 1.3.1.Tekirdağ İli Tanıtımı

Marmara denizi ve Karadeniz'e kıyısı bulunan Tekirdağ ili; Türkiye'nin iki denize kıyısı olan 6 ilinden biridir. Tamamı Trakya topraklarında yer alan Tekirdağ, doğudan Silivri ve Çatalca ilçeleriyle, kuzeyden Kırıkkale iline bağlı Vize, Lüleburgaz, Babaeski ve Pehlivan köy ilçeleri ile çevrili olup kuzeydoğudan Karadeniz'e 1,5 km'lik kıyısı bulunmaktadır. Tekirdağ ili yüzölçümü 6.313 km<sup>2</sup>'dir. Tekirdağ il topraklarının, %75,2'si platolar, %15,5'i ovalar ve %9,3'ü dağlarla kaplıdır. Tekirdağ ili sahil kesimlerinde genel olarak Akdeniz ikliminin etkileri görülürken iç kesimler karasal iklimin etkisi altındadır. Tekirdağ ili 2016 yılı itibariyle Türkiye'nin en kalabalık yirmi üçüncü şehridir. 1. sınıf tarım arazilerine sahip olan Tekirdağ ili, Türkiye'nin Ayçiçek ve buğday üretiminin büyük bir bölümünü karşılamaktadır. İlde en önemli geçim kaynakları Çorlu ve Çerkezköy ilçelerindeki sanayi bunun yanında tarım ve hayvancılıktır.

**Tablo 1.3.**Tekirdağ İli Nüfusu (TÜİK 2016 Verileri)

Yıl	Toplam Nüfus
2010	798.109
2011	829.873
2012	852.321
2013	874.475
2014	906.732
2015	937.610
2016	972.875

Tekirdağ ilinin nüfusu, 2016 verilerine göre 972.875 kişidir. Nüfusun 499.819 kişisi erkek, 473.056 kişisi kadındır. Erkek nüfus oranı %51,38, kadın nüfus oranı ise %48,62'dir. Aynı nüfus sayımı sonuçlarına göre ilin nüfus yoğunluğu ise km<sup>2</sup> başına 153 kişidir. Nüfus bakımından en büyük ilçeleri sırasıyla Çorlu, Süleymanpaşa, Çerkezköy, Kapaklı, Ergene, Malkara, Saray, Hayrabolu, Şarköy, Muratlı'dır. Nüfus bakımından en küçük ilçe ise

Marmara Ereğlisi'dir. Yüz ölçümü bakımından en büyük ilçesi Malkara, en küçük ilçe ise Çerkezköy'dür.



**Resim 1.1.** Tekirdağ İli Genel Görünümü



**Resim 1.2.** Tekirdağ İli Siyasi Haritası

Tekirdağ'daki ilçe sayısı 11 ve mahalle sayısı ise 357'dir. Sanayi, ilin geleneksel geçim ve istihdam kaynağıdır. Bunun yanı sıra verimli tarım arazilerinin varlığı tarımsal faaliyetleri arttırmakta ve hayvancılık da ekonomide önemli bir yere tutmaktadır.

### 1.3.2.Projenin Türü

Yapılan çalışma etüt-fizibilite projesidir ve Tekirdağ ilinde bulunan organik atıklardan elde edilecek enerjinin belirlenmesini, bu atıkların toplanmasının, taşınmasının ve bertarafının sağlanmasını kapsamaktadır.

### 1.3.3.Projenin Teknik İçeriği

**TR21 Trakya Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı'nda** TR21 Bölgesi'nde enerji kullanımındaki verimliliğin artırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması üzerinde vurgulamalar yapılmıştır. TR21 Trakya Bölgesi 2014-2023 Bölge Plan' nda yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payı arttırılacaktır ifadesi yer almaktadır. Ancak halen bölgede yenilenebilir enerji potansiyeli etkin olarak kullanma hedefine yaklaşılamamıştır. Sanayinin kurulduğu ilçelerin dışındaki bölgelerde, tarım ve hayvancılık yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Tarım ve hayvancılık aktiviteleri bir takım çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. Ancak organik atıkların düzensiz bertarafı yerine, çevre kirliliği yaratan bu atıkların enerjiye dönüştürülmesi, ekonomik kazanç sağlayacağı gibi, tarım ve hayvansal kaynaklı çevre kirliliğinin önüne de geçilmiş olacaktır.

Çalışmalar,Tekirdağ ilinin önemli bir biokütle enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Etüt-fizibilite çalışması kapsamında, Tekirdağ ilindeki organik atıklarının miktarları ve türleri belirlenmiş, bu atıkların çevreye olan olumsuz etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında organik atıkların bertarafını sağlayan Biyogaz Tesis ya da Tesislerinin boyut seçimi, yer seçimi yapılmış, tüm senaryolara bağlı olarak örnek bir projeler oluşturulmuş, organik atıklardan üretilebilecek elektrik ve ısı enerjisi miktarları belirlenmiştir. Ayrıca Tekirdağ ilinde kurulabilecek olan Biyogaz Üretim Tesislerinin yatırım, işletme maliyetleri hesaplanmış ve elektrik-ısı enerjisinin gelirleri belirlenmiştir.



### 1.3.4.Hedef Aldığı Kitle ve/veya Bölge

Proje kapsamında hazırlanan “**ETÜT-FİZİBİLİTE RAPORU**” uygulamaya konduğunda; Tekirdağ ilindeki potansiyel organik atıklardan biyogaz ve organik gübre elde edilecek, Tekirdağ ilinde atıkların bertarafı sağlanarak hem çevreye olan olumsuz etkileri önlenecek hem de ekonomik olarak bir katkı sağlanmış olacaktır. Bu projenin girdilerini Tekirdağ ilindeki organik atıklar oluşturduğundan bu atıkların değerlendirilmesiyle oluşan olumlu sonuçlardan da Tekirdağ ili halkı yararlanacaktır. Tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlayan işletmeciler ve köylüler, oluşan atıklarını değerlendirmiş olacak ve atıkların bertarafı ile ilgili sorunlarını önlemiş olacaktır. Tarımsal ve hayvansal atıklardan kaynaklanan atıksuların alıcı ortama geçişi engelleneceğinden (yeraltı ve yüzeysel su kaynakları) içme ve kullanma sularının kirlenmesi önlenecek ve hijyenik açıdan sular korunmuş olacaktır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim teşvik edilerek ülkemizde hava kirliliğinin önlenmesi sağlanacak ve Bölge/Ülke genelinde hava kirliliğinin engellendiği bir çevre sağlanmış olacaktır. Ayrıca, havaya verilen emisyonlar azalacak ve iklim değişikliği etkileri de minimize edilmiş olacaktır.

### 1.3.5.Proje Sahibi Kuruluş

**“Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Belirlenmesi”** projesi, TR21/16/DFD/0023 numaralı Trakya Kalkınma Ajansı Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi’nin yürüttüğü bir projedir.

## 2.YASAL ÇERÇEVE

### 2.1.ATIK MEVZUATI

Tekirdağ ilinde kurulabilecek biokütle enerji tesisleri **yenilenebilir enerji** kapsamında değerlendirilecektir. Bu nedenle proje kapsamında dikkate alınacak en önemli mevzuat 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu'dur. Bu kanun kapsamında verilen teşvikler, hibeler ve ikinci mevzuat dikkate alınması gereken konulardır.

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu'nda yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe uygulanan satış fiyatı Tablo 2.1'de verilmiştir.

**Tablo 2.1.**Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektriğe Uygulanan Satış Fiyatı (5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun)

Enerji Kaynağı	Satış Fiyatı (US-Cent/kw)	Yerli Katkı İlavesi ile Birlikte	
Su Enerjisi	7,3	9,6	
Rüzgâr Enerjisi	7,3	11,0	
Jeotermal Enerji	10,5	13,2	
Biyokütle	13,3	18,9	
Güneş Enerjisi	13,3	Fotovoltaik	20,0
		Yoğunlaştırılmış	22,5

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'da Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kwh başına 13,3 Cent=0,52 TL/kwh ödenmektedir. Türkiye 2016 verilerine göre elektrik ücreti sanayi tarifelerinde ortalama 0,34 TL/kwh mesken kullanım tarifelerinde 0,41 TL/kwh'tir (<http://www.epdk.org.tr>). Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda, sanayi tesislerinde (biyogaz üretim tesisi sanayi tarifesi kapsamına girmektedir) kwh başına 0,18 TL kâr elde edilebilmektedir.

5346 sayılı yönetmelik dışında, yenilenebilir enerji kanunu ile ilgili düzenlemeler şu şekildedir;

#### **Yenilenebilir Enerji Tesisleri ile ilgili kanunlar;**

- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun, No 5346
- Elektrik Piyasası Kanunu, No 6446
- Çevre Kanunu, No 2872 EPDK Kurul Kararları ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Duyuruları
- Şebeke bağlantı kapasiteleri hakkında duyuru
- Lisans başvurusu kabul tarihi hakkında duyuru

#### **Yenilenebilir Enerji Tesisleri ile ilgili yönetmelikler;**

- Lisanssız Üretim Yönetmeliği (02.10.2013/28783)
- Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği (02.11.2013/28809)
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan

Aksamın Yurtiçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik

## 2.2.ÇEVRE MEVZUATI

Yenilenebilir enerjiye ilişkin yasal çerçeve, Yenilenebilir Enerji Kanunu'nun yanı sıra Elektrik Piyasası Kanunu tarafından da düzenlenmektedir. Biokütle bazında ise konu ile alakalı Çevre Kanunu da önemli bir konumdadır. Biokütle santrallerine yönelik takip edilmesi gereken kanunlar, ikincil mevzuat, EPDK kurul kararları ve ETKB duyurularını kapsamaktadır.

- Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik (05.05.2007/26927)
- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (14.03.1991/20814)
- İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği (24/12/2011 tarihli ve 28152 )
- Çevre Kanunu, No 2872 EPDK Kurul Kararları ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Duyuruları
- Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 142/2011/EU no'lu Komisyon Tüzüğü

## 2.3.TARIM MEVZUATLARI

Tarım kaynaklı atıklar Çevre Mevzuatı kapsamındaki yönetmelikler içerisinde değerlendirilmektedir. Ancak Tarım İlaçlamadan kaynaklanan atıkların bertarafı amacıyla oluşturulan aşağıdaki yönetmelikler ve Kanunlar;

- Gübrelerin Piyasa Gözetimi ve Denetimi Hakkında Yönetmelik
- 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri Bitki Sağlığı Gıda ve Yem Kanunu

Kapsamında değerlendirilmektedir.

Bunun yanında Bölgesel olarak Tekirdağ İlinde Tarım Bakanlığının Başlattığı Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı (Çatak Projesi) Yürütülmektedir.

Çatak programında, toprak ve su kalitesinin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilirliği erozyonun önlenmesi ve tarımın olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik alanların korunması amaçlanmaktadır.

2015 yılı Tarım Bakanlığı verilerine göre 51 ilde 77.847 ha. alanda uygulanan ÇATAK projeleri kapsamında çiftçilere 81.195.316 TL destek verilmiştir. Projenin başlangıcından 2015 sonuna kadar ise 66.751 üretici, 221.186 ha.'lık alanda, 232.559.062 Türk Lirası desteklenmiştir.

Adana, Adıyaman, Afyonkarahisar, Ankara, Amasya, Aksaray, Aydın, Balıkesir, Bayburt, Bilecik , Bingöl , Burdur, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Elazığ, Eskişehir, Giresun, Hatay, Isparta, İzmir, Kahramanmaraş, Karaman, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Mersin, Muğla, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Sakarya, Samsun, Sinop, Sivas, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Uşak, Yozgat ve Zonguldak olmak üzere 51 ilde belirlenen alanlarda uygulanmaktadır.

ÇATAK Programı kapsamında destekleme yapılacak alanlarda, üç ayrı kategoride belirlenen uygulamalara 3 yıl süreyle ödeme yapılmaktadır. Bu kapsamda;

1 inci kategori: Minimum toprak işlemeli tarım uygulamalarına 30 TL/da,

Birinci kategori: Tek yıllık bitkilerin üretildiği alanda minimum işlemeli tarımın yapılması.

2'nci kategori: Toprak ve su yapısının korunması ve erozyonun engellenmesi 60 TL/da,

İkinci kategori: Toprak ve su yapısının korunması ile erozyonun önlenmesi amacıyla; setleme, teraslama, canlı veya cansız perdeleme, taş toplama, açık drenaj uygulaması, jips uygulaması, kükürt veya kireç uygulaması, malçlama, ahır veya çiftlik gübresi ile gübreleme, yeşil gübreleme, aşırı otlatmanın engellenmesi, çok yıllık buğdaygiller veya yonca hariç çok yıllık baklagiller ile alanı kaplama gibi tedbirlerden her yıl en az iki uygulamanın yapılması veya bu tedbirlerin en az biriyle birlikte arazinin boş bırakılması uygulaması.

3'ncü kategori: Çevre dostu tarım teknikleri ve kültürel uygulamalarına 135 TL/da ödeme yapılmaktadır.

Üçüncü kategori: Çevre dostu tarım teknikleri ve kültürel uygulamalardan oluşan ve aşağıda belirtildiği şekilde gruplandırılan uygulamalardan birisinin tatbik edilmesi:

Çatak projesi ile beraber tarımsal atıkların verilen teşviklerle toprağa karışması, toprağın azalan organik madde oranının artırılması için bir destek niteliğindedir.

### 3.TEKİRDAĞ İLİ ATIK POTANSİYELİNİN VE BERTARAF YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİ

Biyogaz; organik kökenli atık/artıkların oksijensiz ortamda bozuşması (anaerobik fermantasyonu) sonucu ortaya çıkan renksiz-kokusuz, havadan hafif ve parlak mavi bir alevle yanan bir gaz karışımıdır. Biyogazın bileşiminde, %50-70 oranında metan, %30-40 oranında karbondioksit, %5-10 oranında hidrojen ve çok az miktarda da; azot(%1-2), su buharı(%0,3) ve hidrojen sülfür bulunur. Biyogaz bileşimi ve enerji eş değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1.**Biyogazın Bileşimi ve Enerji Eşdeğeri(Kaya ve Öztürk, 2012)

BİYOGAZ BİLEŞİMİ			BİYOGAZ ENERJİ EŞDEĞERİ	
Gaz	Simge	Oran (%)	Uygulama	1 m <sup>3</sup> Biyogaz Eşdeğeri
Metan	CH <sub>4</sub>	50-70	Aydınlatma	60W-100W gücünde ampul ile 6 saat aydınlatılabilir.
Karbondioksit	CO <sub>2</sub>	30-40	Pişirme	5-6 kişilik bir aile için 3 övün yemek pişirilebilir.
Hidrojen	H <sub>2</sub>	5-10	Yakıt	0,7kg petrol
Azot	N <sub>2</sub>	1-2	Şaft Gücü	Motoru (1BG) 2h çalıştırılabilir.
Su Buharı	H <sub>2</sub> O	0,3	Elektrik	1,25 kwh Elektrik üretebilir.
Hidrojen Sülfür	H <sub>2</sub> S	Çok az		

Biyogaz tesislerinde fermantasyon için kullanılacak birçok atık bulunmaktadır. Biyogaz tesislerinde işlenebilecek olan bazı hammaddelerin özellikleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2.**Biyogaz Üretiminde Kullanılan Bazı Hammaddelerin Özellikleri(Kaya ve Öztürk, 2012)

Hammadde	DM (%)	OM (%)	C/N	Biyogaz (m <sup>3</sup> /kgOM)	Bekletme Süresi (gün)
Domuz Gübresi	3-8	70-80	3-10	0,25-0,50	20-40
Sığır Gübresi	5-12	75-85	6-20	0,20-0,30	20-30
Küçükbaş Hayvan Gübresi	25-30	75-85	-	0,2-0,3	20-30
Tavuk Gübresi	10-30	70-80	3-10	0,35-0,60	>30
Yapraklar	80	90	30-80	0,10-0,30	8-20
Odun Kabukları	80	95	51	-	-
Saman	70	90	90	0,35-0,45	10-50
Odun Atıkları	60-70	99,6	723	-	-
Bahçe Atığı	60-70	90	100-150	0,20-0,50	8-30
Çim	20-25	90	12-25	0,55	10
Meyve Atığı	15-20	75	35	0,25-0,50	8-20
Besin Atığı	10	80	-	0,5-0,6	10,20

Kullanılan hammaddeye göre oluşacak biyogaz miktarı farklılıklar göstermektedir. Uçucu katı madde içeriğinin yüksek olması durumunda üretilen biyogaz miktarı da yüksek olmaktadır. Tablo 3.2’de Türkiye’de bir ilde kurulabilecek biokütle türleri listelenmiştir. Ekonomik gerekçeler düşünüldüğünde miktarı en fazla biokütle türlerine yönelmek uygun görülmektedir.

Bu nedenle Tekirdağ ili biyogaz potansiyelinin belirlenmesinde, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan organik atıklar, büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıkları hesaplamalara katılmıştır.



### 3.1.TEKİRDAĞ İLİ TARIMSAL ATIK POTANSİYELİNİN VE BERTARAF YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİ

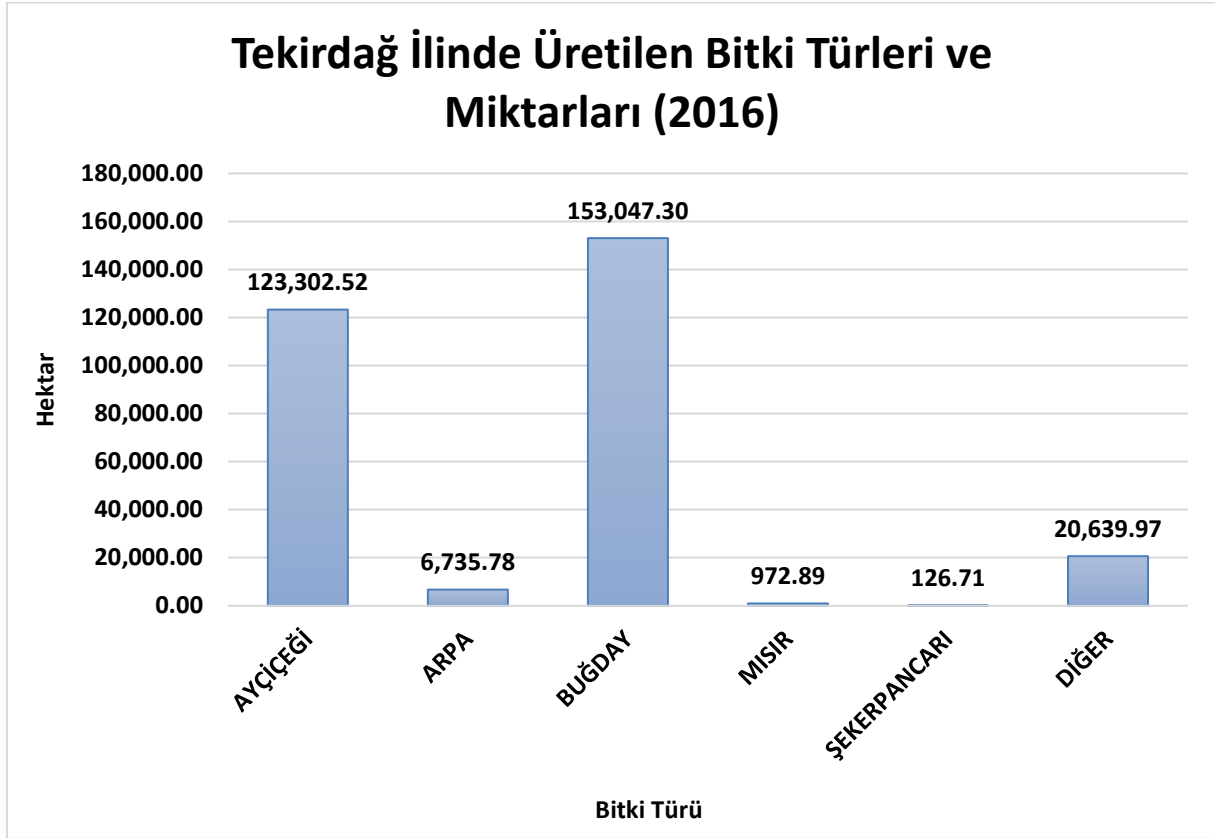
#### 3.1.1.Tekirdağ İli Tüm İlçe ve Mahallelerinde Açığa Çıkacak Tarımsal Atıkların Miktarlarının Belirlenmesi ve Bu Atıkların Mahalle Bazında Yerlerinin Haritada Gösterilmesi

Tekirdağ İli tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak sürdürüldüğü bir şehirdir. Tekirdağ Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü-2016 yılı verilerine göre toplam tarım alanlarının uygulamalara göre dağılımları ve üretim miktarları Tablo 3.3'te verilmiştir.

**Tablo 3.3.**Tarım Alanları, Uygulamalara Göre Dağılımları ve Üretim Miktarları (Tekirdağ Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü-2016)

Faaliyet Türü	Üretilen Ürün Cinsi	2016 Üretim Alanı (Hektar)
Tarla Bitkileri (283.212,38 hektar)	Buğday	153.047,36
	Ayçiçeği	123.302,52
	Arpa	6.735,79
	Şeker Pancarı	126,71
Meyvecilik (4.191,64 hektar)	Üzüm	1.865,75
	Elma	278,29
	Zeytin	1.510,25
	Armut	293,62
	Kiraz	243,72
Sebzecilik (711,4 hektar)	Karpuz	340,33
	Kavun	103,98
	Soğan	186,29
	Domates	70,36
	Hıyar	10,44

Veriler İl Tarım Hayvancılık müdürlüğünden alınmış 2016 yılında Tekirdağ ilinde yetiştirilen bitkileri göstermektedir. Şekil 3.1'de tarımsal faaliyetlerin grafiksel gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.1. Tekirdağ İlinde Üretilen Bitki Türleri Ve Miktarları (2016)

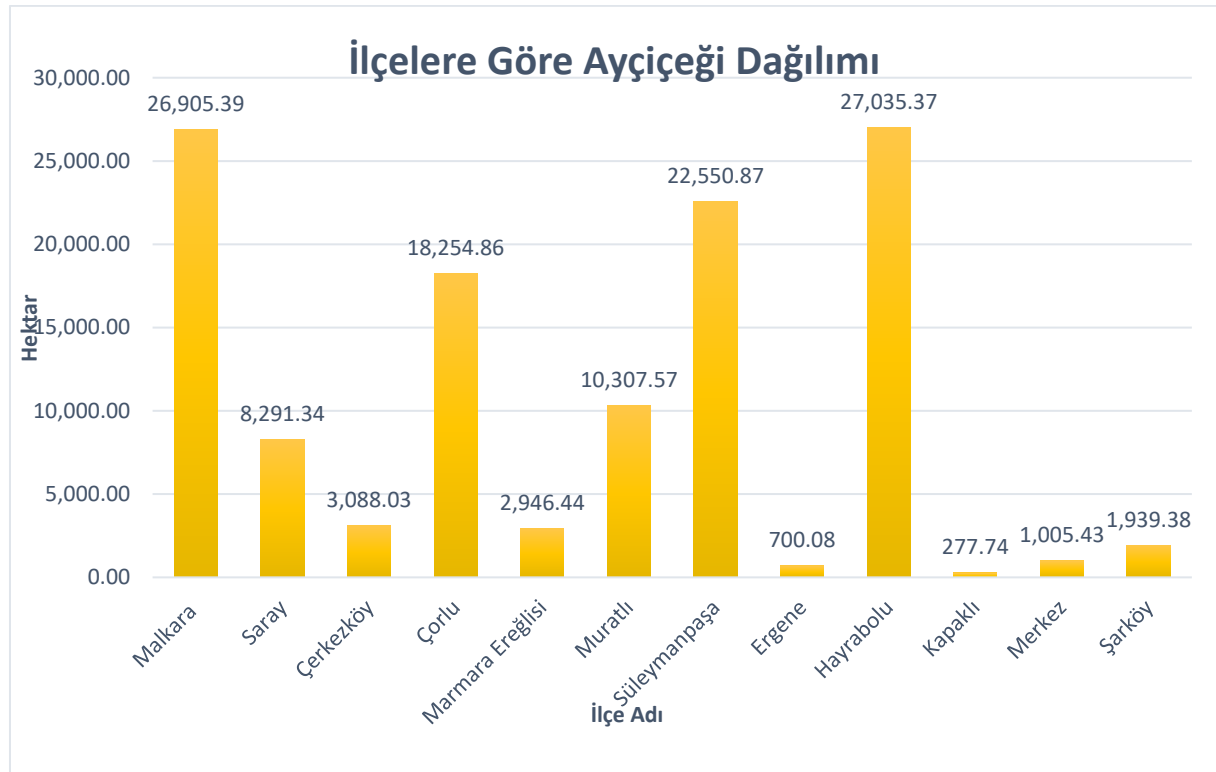
Veriler incelendiğinde, Tekirdağ İlinde ağırlıklı olarak ayçiçeği ve buğday yetiştiriciliği yapıldığı görülmektedir. Bu iki bitkin toplamda yaklaşık %90'lık bir yetiştirilme payına sahiptir. **Bu nedenle ilk etapta bir Biyogaz tesisi planlanırken ayçiçeği ve buğday bitkilerinin atıklarına yönelmek ekonomik ve toplanabilirlik açısından fizibil olabilecektir.**

Bu iki bitkinin yanında Tablo 3.2'de görüldüğü gibi kalorifik değeri yüksek bitkiler de yetiştirilmektedir. Ancak ilk aşamada tüm bitkilerin ele alınması, gelişme aşamasında olan biyogaz teknolojisinin süreklilik kalitesini etkileyeceği düşünülmektedir. İlk değerlendirmede 2 aşamalı bir biyogaz gelişimi önerilmektedir. Üretimi az olan bitkilerin hayvansal atıklar ile beraber toplanarak değerlendirilmesi yaygınlaştırma döneminde daha uygun olacağı görülmektedir.

Bu nedenle bitkisel atıkların ayçiçeğinden ve buğdaydan kaynaklanan kısmı üzerinden durularak üretilebilecek enerji miktarları hesaplanmış ve tesislerin kurulabileceği yerlere karar verilmiştir.

Tarımsal potansiyel belirlenirken Ayçiçeği ve Buğday yetiştiriciliği ilçe ve mahallelere göre dağılımları da belirlenmiş ve Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

### İlçelere Göre Ayçiçeği Yetiştirme Miktarı



Şekil 3.2. Tekirdağ İli İlçelere Göre Ayçiçeği Ekim Alanları Dağılımı (2016 yılı Tarım Gıda ve Hayvancılık Müdürlüğü Verileri, 2016 )

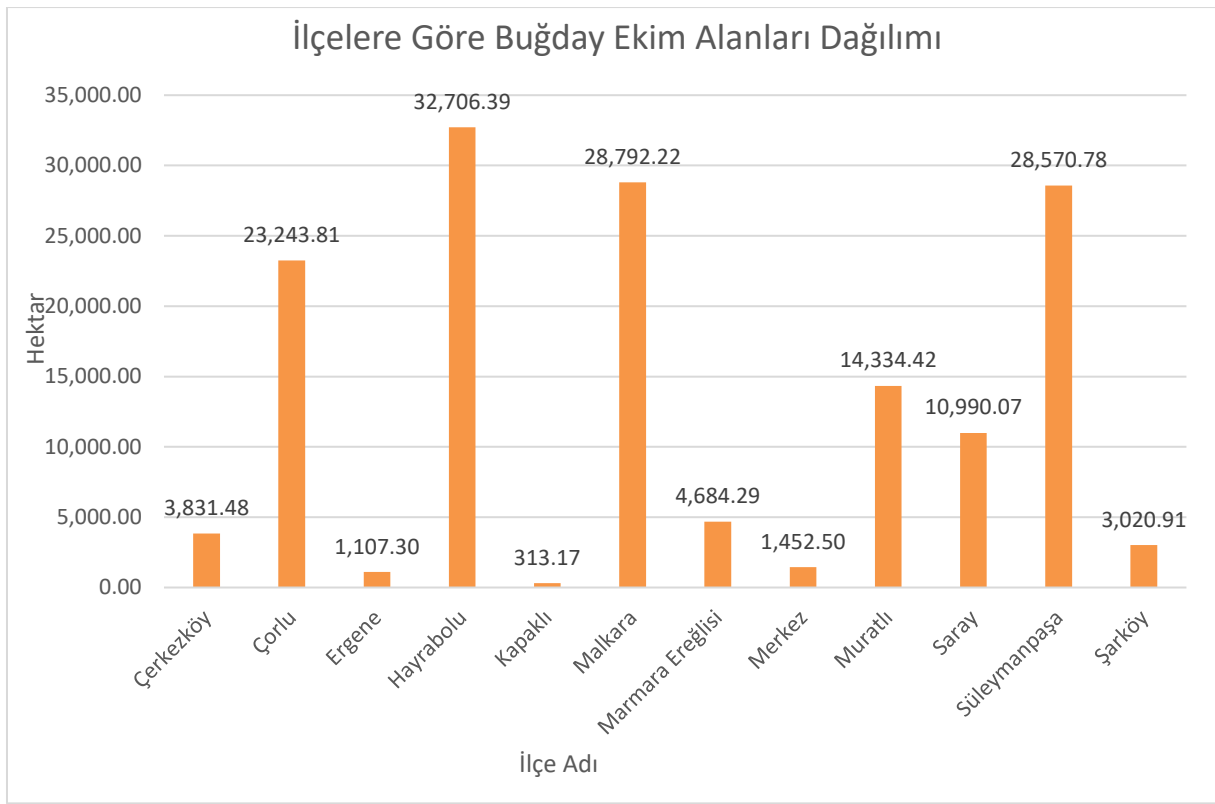
Tekirdağ İlinde ayçiçeği yetiştiriciliği %40'ın üzerinde bir oranla tarımsal faaliyetlerde 2. Sırada yer almaktadır. Ayçiçeği yetiştiriciliği ilçelere dağılmış vaziyette ancak 5 ilçede daha yoğun yapıldığı gözlemlenmektedir.

Tarım il müdürlüğünde yapılan görüşmelerde, ayçiçeklerinin bitkisel artıklarının hayvan yemi ve toprak katkısı olarak kullanıldığı bilgisi alınmıştır. İl kapsamında Çatak projesi yürütülmektedir. (Çatak projesi ilgili değerlendirmeler tarım mevzuatları bölümünde

sunulmuştur.). Proje organik atıkların toprağa karıştırılarak, toprağın organik madde içeriğinin artırılmasını hedeflemektedir. Bu nedenle yüksek miktarda üretim ve buna bağlı atık oluşumu gözükse bile bu maddelerin toplanabilirliği düşük olması beklenmektedir. Bu nedenle Tablo 3.3'te toplanabilirlik değerleri dikkate alınarak yapılmıştır.

### İlçelere Göre Buğday Yetiştirme Miktarı

Tekirdağ ilindeki önemli tarımsal faaliyet olan buğday yetiştiriciliğinin miktarı ve ilçelere göre dağılımı Şekil 3.3'te belirtilmiştir.



Şekil 3.3. Tekirdağ İli İlçelere Göre Buğday Ekim Alanları Dağılımı (Tarım Gıda ve Hayvancılık Müdürlüğü verileri, 2016)

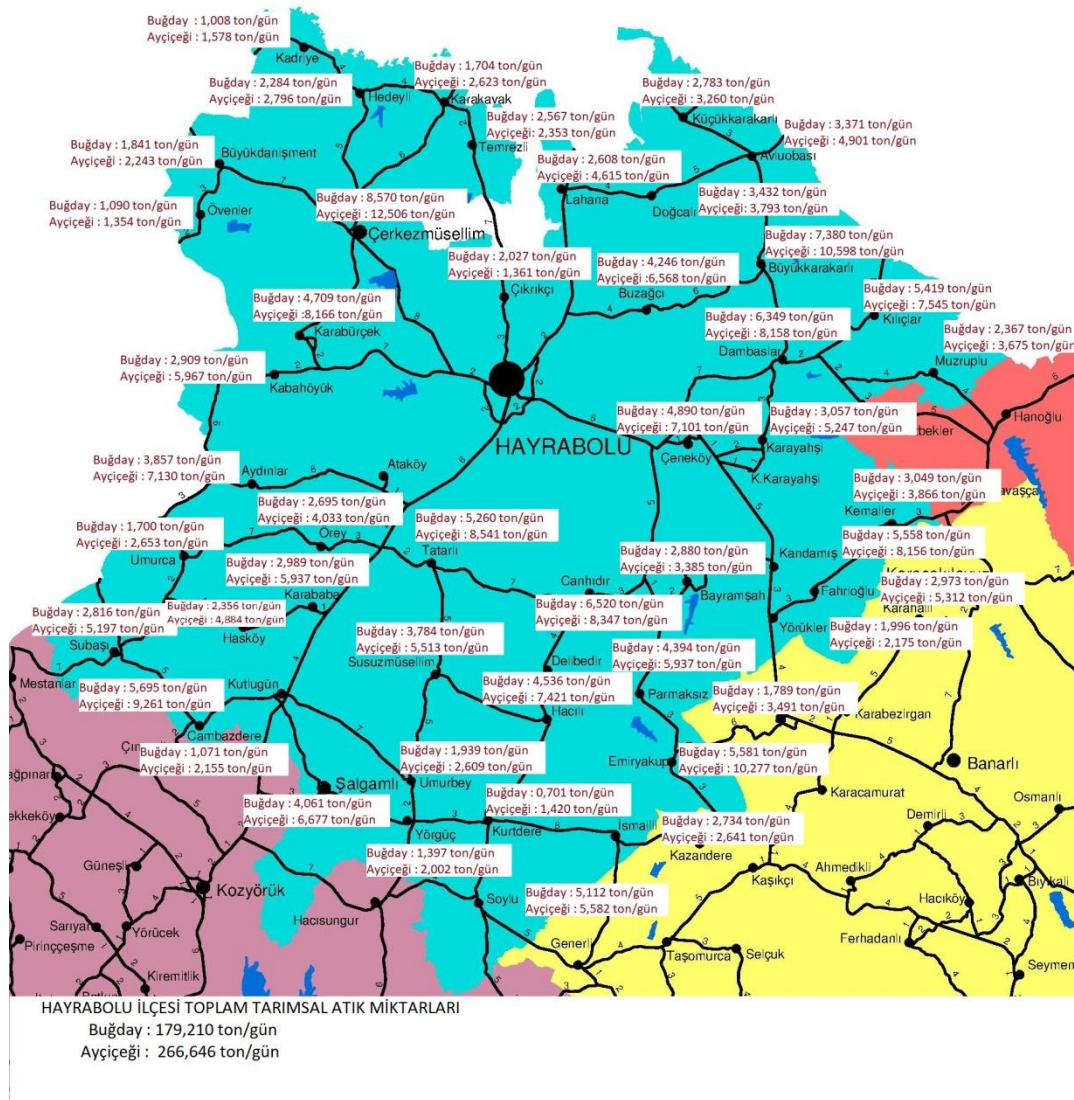
Tekirdağ İlinde buğday üretimi %45 in üzerinde bir oranla tarımsal faaliyetlerde 1. Sırada yer almaktadır. Özellikle Hayrabolu ilçesinde ve diğer 3 ilçede buğday yetiştiriciliği önemli bir faaliyet alanıdır.

Tekirdağ Tarım il müdürlüğünde yapılan görüşmelerde, buğday samanlarının da hayvan yemi ve toprak katkısı olarak kullanıldığı bilgisi alınmıştır. İl kapsamında Çatak projesi yürütülmektedir.

### 3.1.2. Tekirdağ İli Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

Tarımsal atıklar il genelinde ilçe bazlı detaylandırıldığı gibi, ilçeler içerisinde mahalle bazlı da detaylandırılmıştır. Şekil 3.4'te Hayrabolu İlçesi tarımsal potansiyelinin mahallelere göre dağılımı verilmiştir.

#### 3.1.2.1. Hayrabolu İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



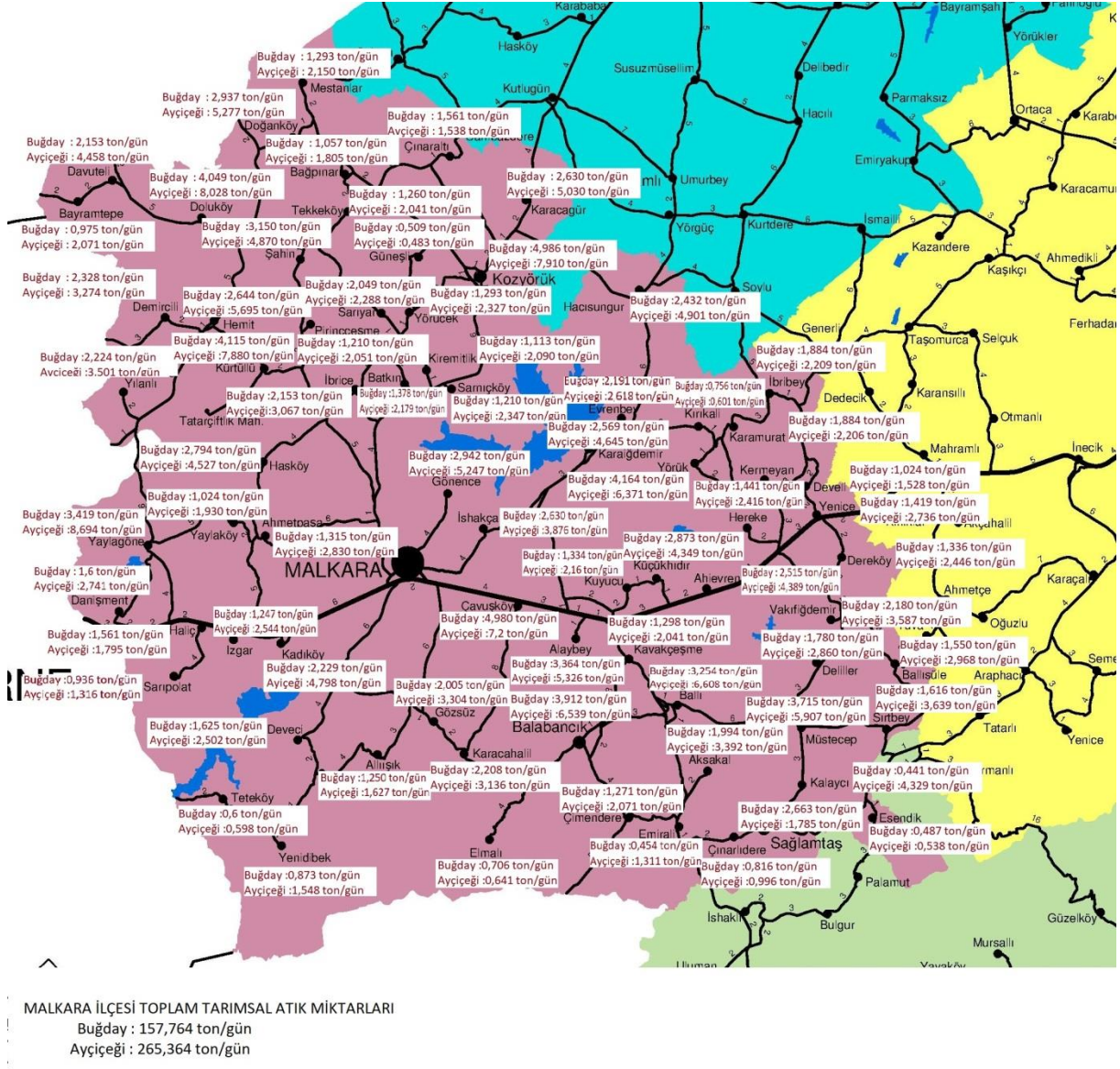
**Şekil 3.4** Hayrabolu İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Hayrabolu İlçesi tarımsal atık potansiyeli bakımından yoğun bir alandır. Şekil 3.4'te ilçenin mahalleler bazında tarımsal atık potansiyeli belirtilmiştir. Hayrabolu İlçesi'nde buğday ve ayçiçeği

yetiştiriciliği il genelinde 1. sırada yer almaktadır. İlçe genelinde homojen bir dağılım gözükmemektedir. Bu sayede ilçenin birçok yerinde biyogaz tesisi kurulabilme imkanı bulunmaktadır.

### 3.1.2.2.Malkara İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

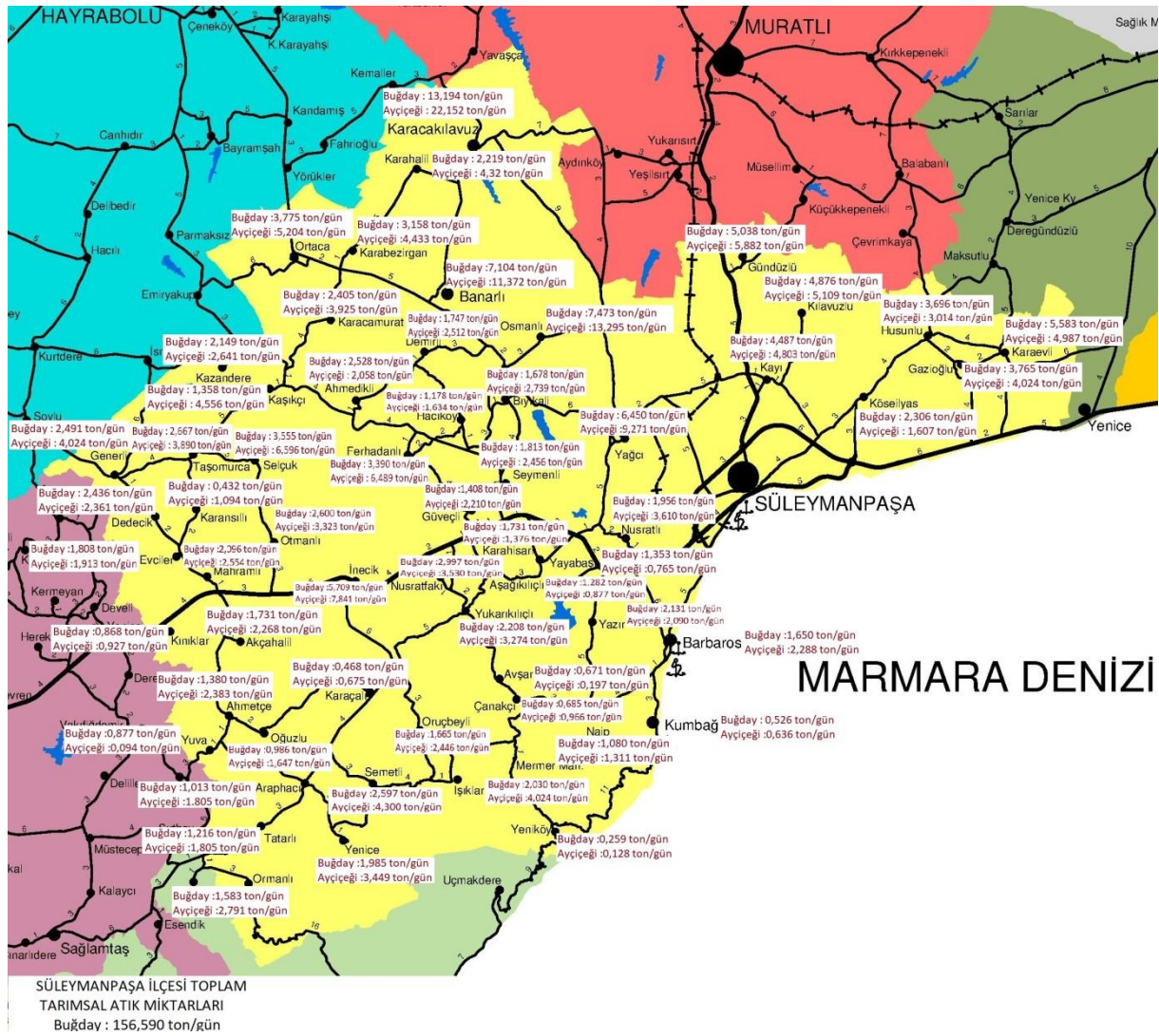
Malkara İlçesinde yer alan mahallelerin ayçiçeği ve buğday için ekili alanları Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5.Malkara İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Malkara, ilin toprak bakımından en büyük ilçesi olmasına rağmen tarımsal faaliyetlerde 2. sırayı almaktadır. Şekil 3.5'te Malkara İlçesi'nde mahalle bazında buğday ve ayçiçeği dağılımı gösterilmektedir. Bu dağılıma göre bölge tarımsal atıkların değerlendirilmesi için yapılabilecek bir tesis için uygun bir yatırım alanı olarak görülebilir.

### 3.1.2.3.Süleymanpaşa İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



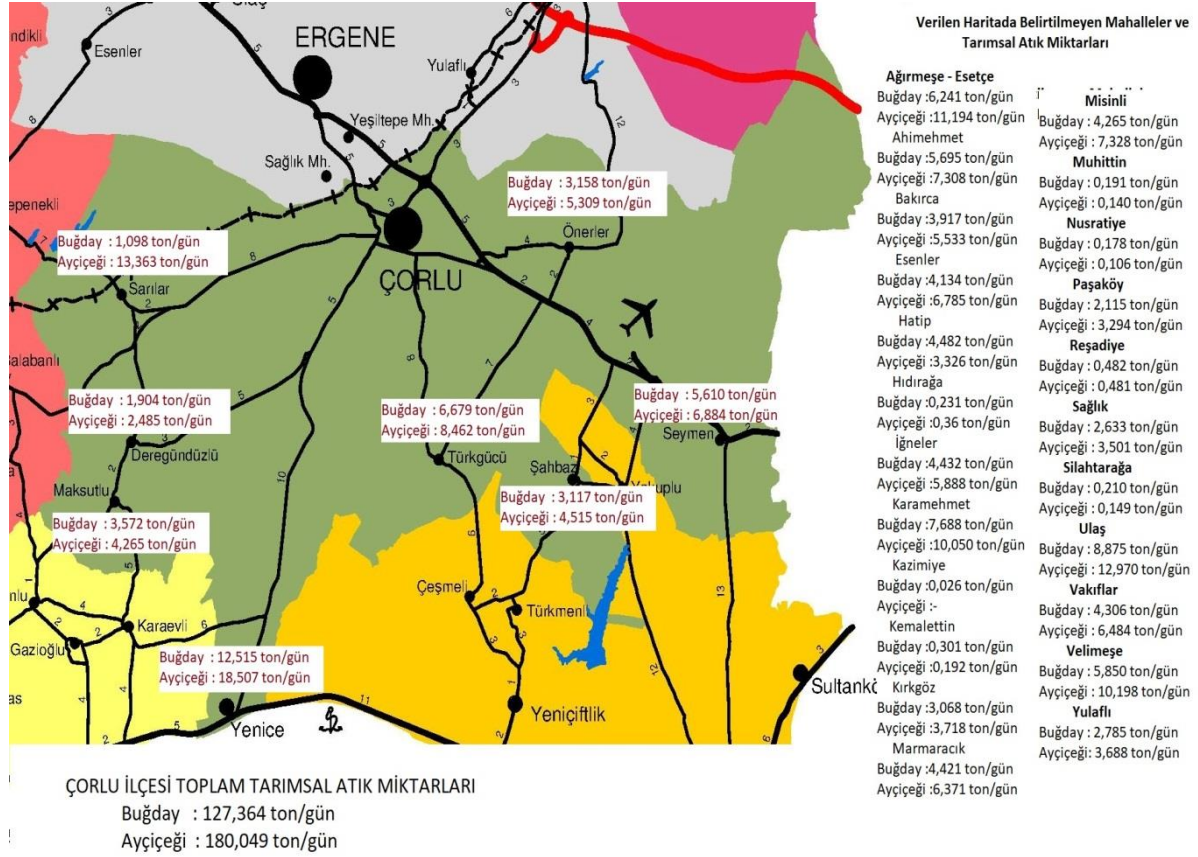
Şekil 3.6.Süleymanpaşa İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Süleymanpaşa İlçesi tarımsal atık potansiyelinde 3. sırada yer almaktadır. İlçe özellikle Hayrabolu sınırlarında biokütle tesisi kurulması için önemli bir potansiyel taşımaktadır.



### 3.1.2.4.Çorlu İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

Çorlu İlçesi'nin mahalle bazında tarımsal atık miktarı Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

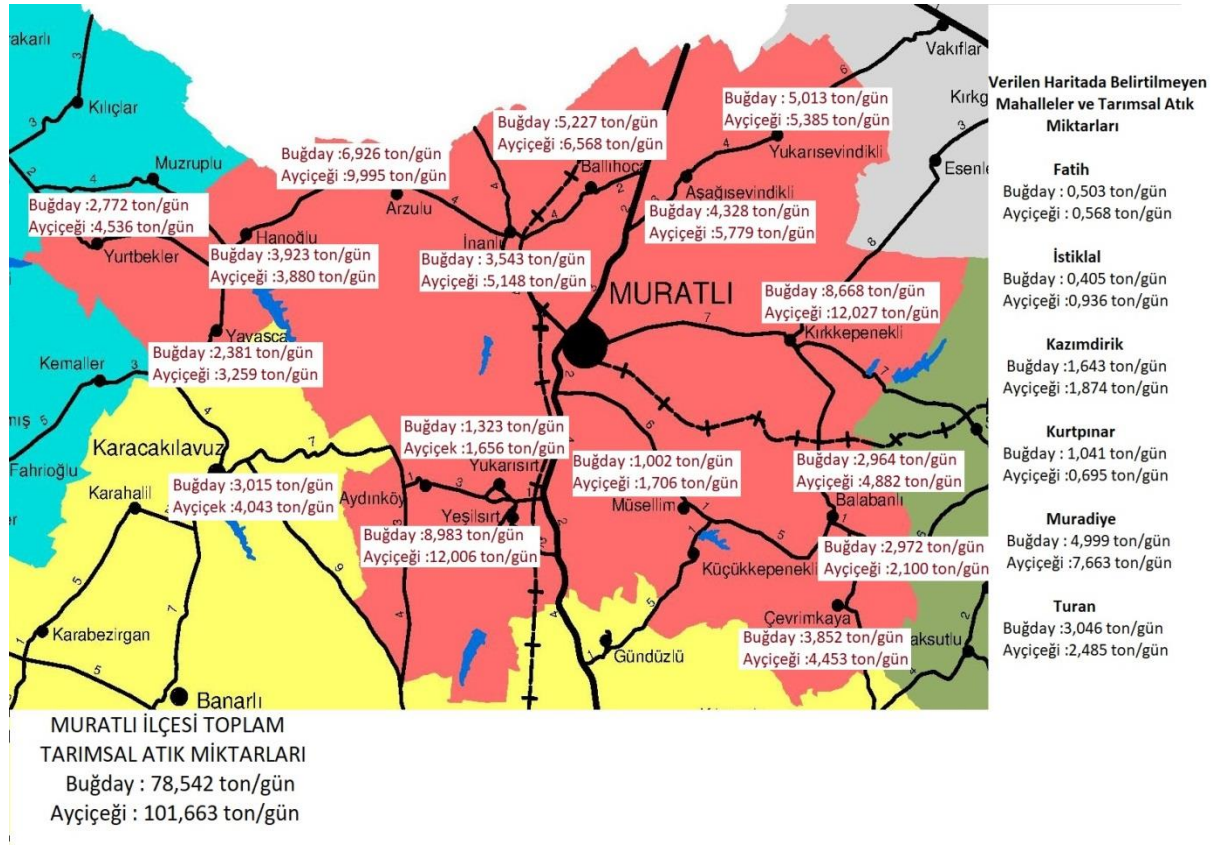


Şekil 3.7.Çorlu İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Çorlu sanayi ve tarım yatırımları olan bir ilçe olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle ilçenin batısı tarımsal faaliyetler yönünden gelişmiş ve yatırıma uygun durumdadır.

### 3.1.2.5. Muratlı İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

Muratlı İlçesi mahalle bazında atık potansiyeli şekil 3.8’de gösterilmiştir.

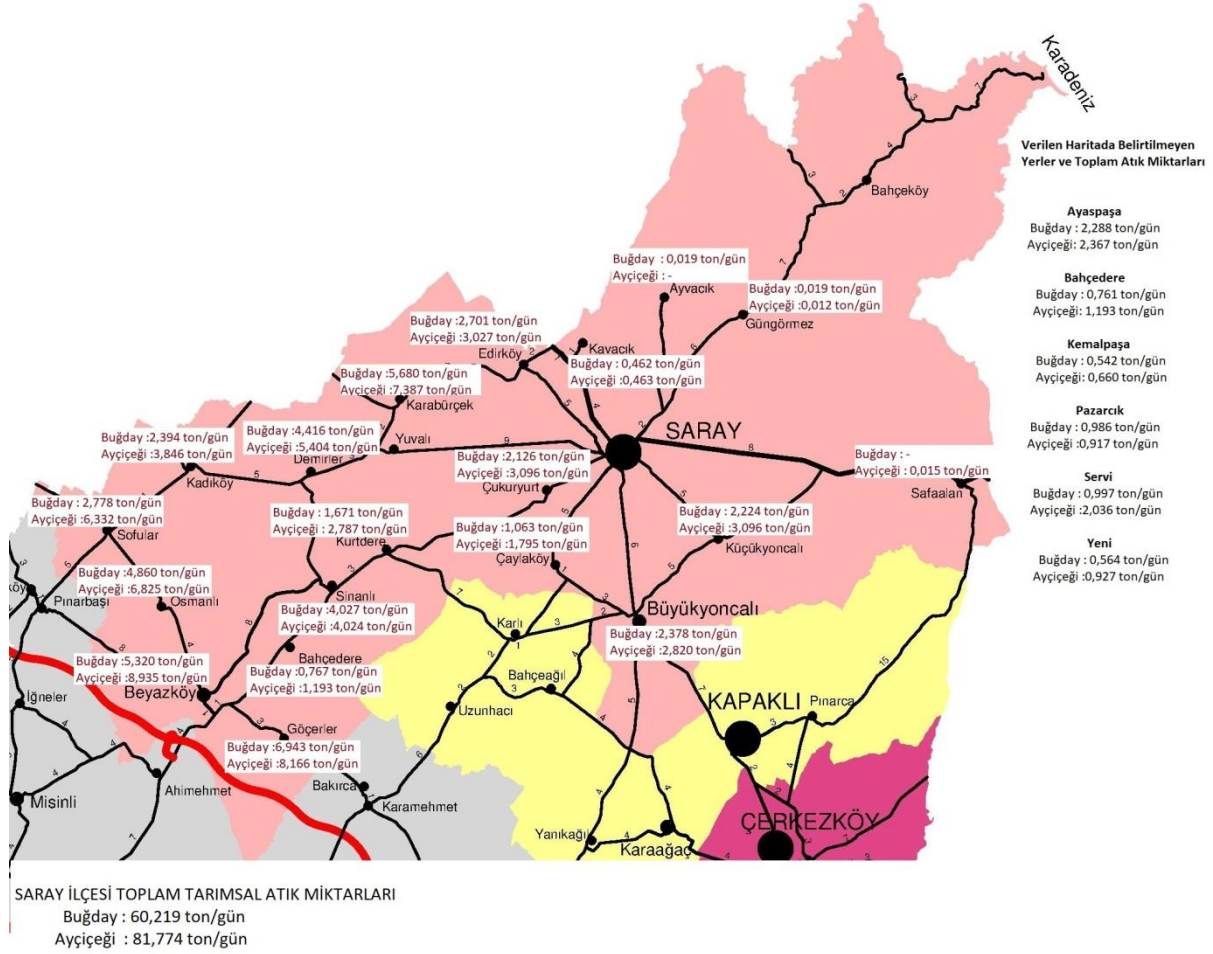


Şekil 3.8. Muratlı İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

İlçe tarımsal atık potansiyeli bakımından 5. sırada yer almaktadır. İlçe tesis kurulabilmesi açısından uygun ortamı barındıracak potansiyele sahiptir.

### 3.1.2.6.Saray İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

Proje kapsamında Saray ilçesi tarımsal atık potansiyeli Şekil 3.9’da gösterilmiştir.

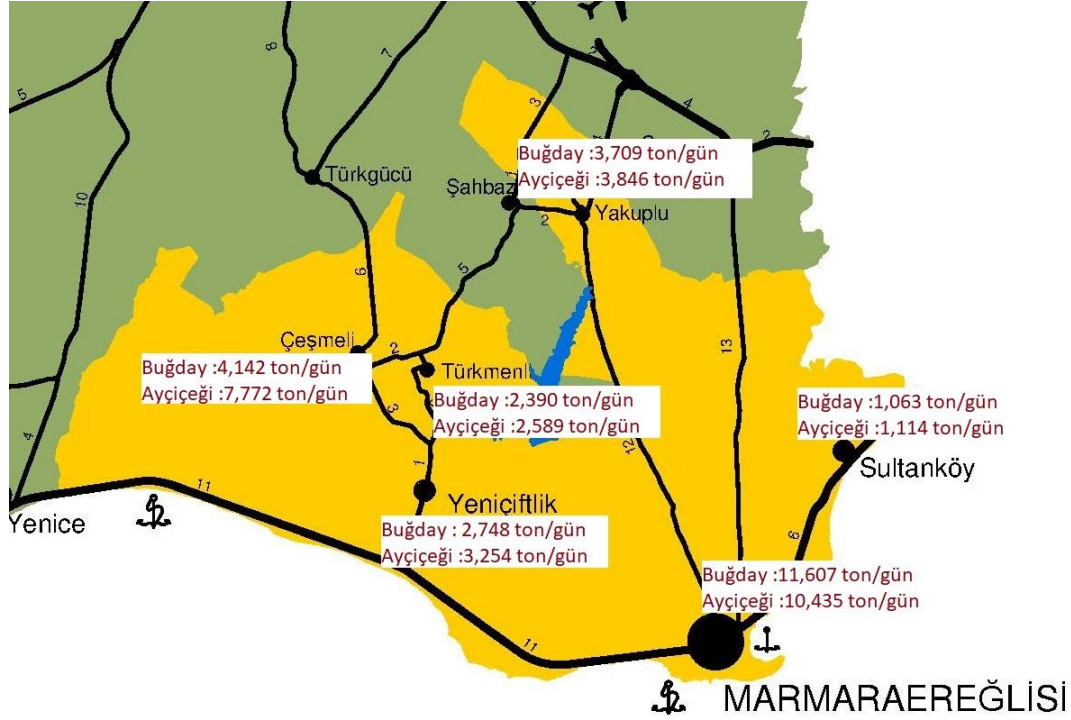


**Şekil 3.9.**Saray İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Saray İlçesi tarımsal faaliyetler bakımından diğer ilçelere göre alt sıralarda yer almaktadır. İlçenin batısı tarımsal faaliyetler bakımından gelişmiştir. İlçede kendi başına tarımsal atıkları karşılayabilecek bitkisel atık potansiyeli bulunmaktadır.

### 3.1.2.7.Marmara Ereğlisi İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

Marmara Ereğlisi İlçesi tarımsal atık potansiyeli Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



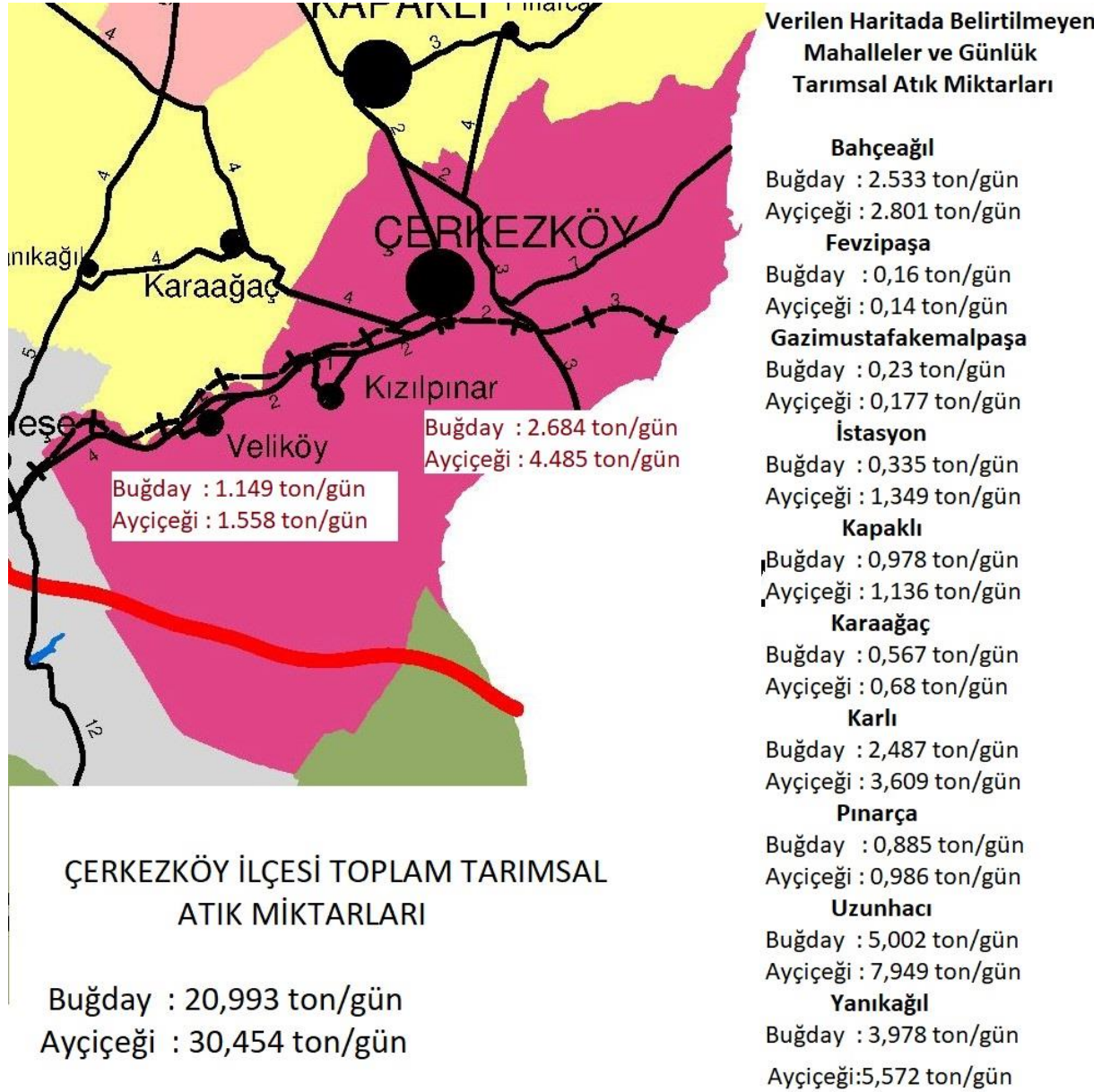
MARMARAEREĞLİSİ İLÇESİ TOPLAM  
TARIMSAL ATIK MİKTARLARI  
Buğday : 25,666 ton/gün  
Ayçiçeği : 29,060 ton/gün

Şekil 3.10.Marmara Ereğlisi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Marmara Ereğlisi de ilin yüzölçümü bakımından küçük bir ilçesidir. Tarımsal atık potansiyeli bakımından ilçe merkezi dışında kalan bölgeler Şekil 3.10'de görüldüğü gibi yatırım için uygun görülmemektedir.

### 3.1.2.8.Çerkezköy İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

Çerkezköy İlçesi tarımsal atık potansiyeli Şekil 3.11’de gösterilmiştir.

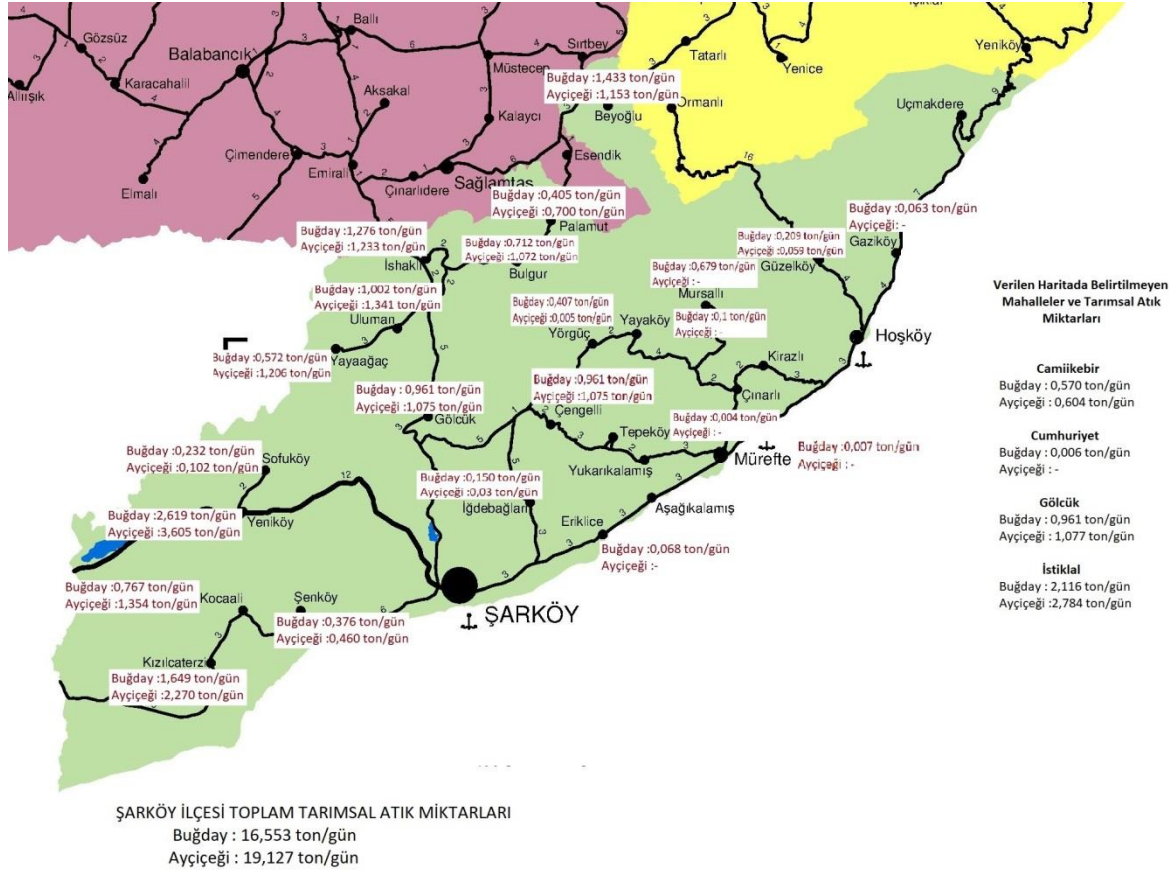


**Şekil 3.11.**Çerkezköy İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Çerkezköy İlçesi sanayi yatırımları nedeniyle tarımsal faaliyetleri geri planda kalmış bir ilçedir. İlçe incelendiğinde tarımsal biokütle enerji tesisi için yeterli miktarda atık bulunmamaktadır.

### 3.1.2.9.Şarköy İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

Şarköy İlçesi ayçiçeği ve buğday yetiştiriciliğinden elde edilebilecek biyokütle potansiyeli Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

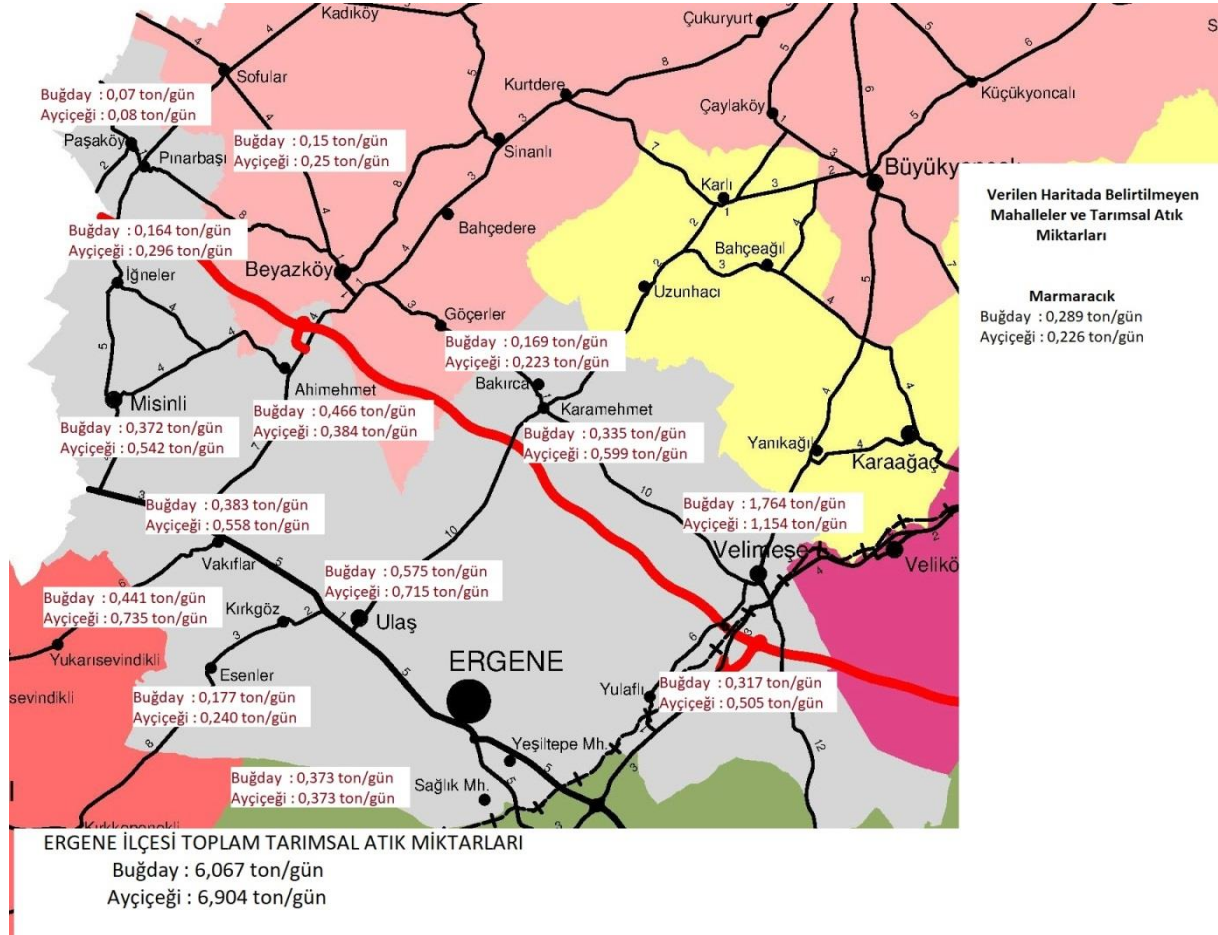


Şekil 3.12.Şarköy İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Şarköy İlçesi biokütle tesisi kurulması bakımından en elverişsiz bölge olarak görülmektedir.

### 3.1.2.10.Ergene İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

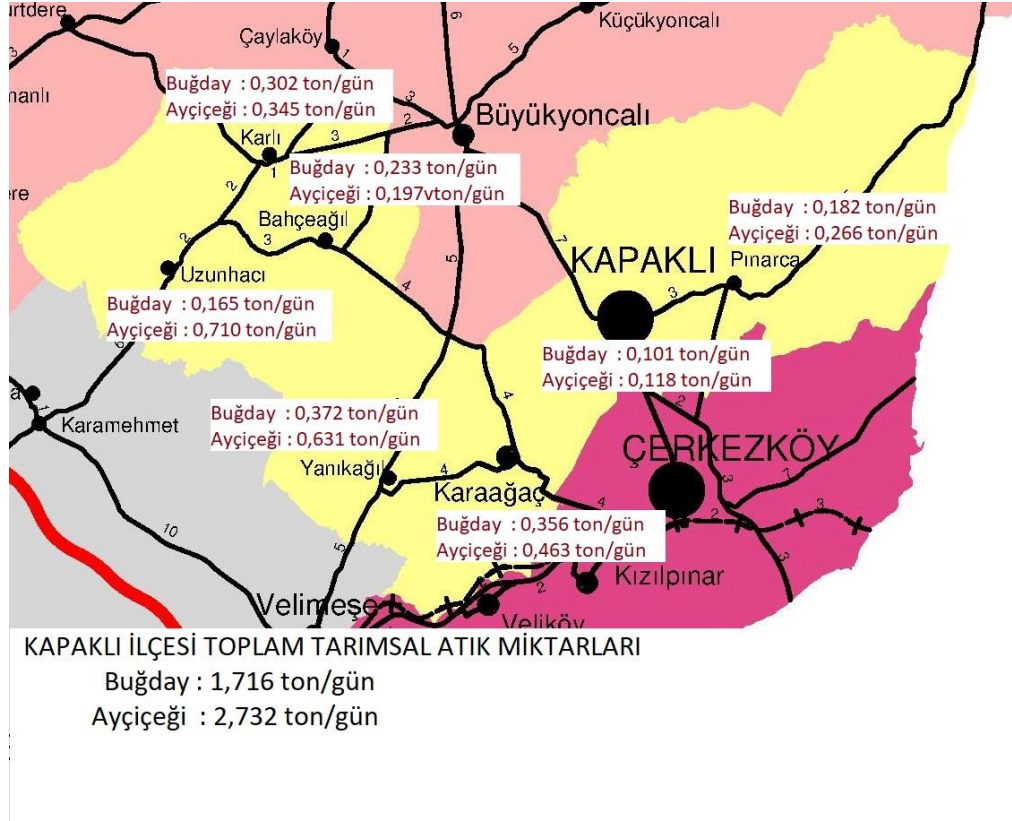
Şekil 3.13'te mahalle bazında buğday ve ayçiçeği yetiştirilme miktarları gösterilmiştir.



Şekil 3.13.Ergene İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Ergene İlçesi tarımsal atık potansiyeli bakımından il ortalamasının gerisinde yer almaktadır. Yapılan incelemelerde kurulacak biokütle tesisi için elverişli potansiyel bulunmamaktadır.

### 3.1.2.11.Kapaklı İlçesi Tarımsal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



Şekil 3.14.Kapaklı İlçesi Mahalle Bazında Tarımsal Atık Miktarı

Kapaklı ilçesi yüzölçümü bakımından ilin küçük ilçelerinden biri olmakla birlikte Şekil 3.14 de gösterildiği gibi tarımsal faaliyetler açısından da son sırada yer almaktadır. İlçe tek başına biokütle enerjisi kullanımı yatırımına uygun görülmemektedir.



### 3.1.2. Tarımsal Atık ve Orman Atık Miktarına Göre Biokütle Enerji Tesisinden Elde Edilecek Enerji Miktarının Tespiti ve Uygun Olarak Kurulabilecek Bertaraf Tesisinin Kapasitesi

Tekirdağ ilinde yoğun gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler bölgede biokütle tesislerinin kurulabilmesi için yeterli miktarda görünmektedir. Tekirdağ ili bitkisel atık miktarı hesaplanmış ve harita üzerinde gösterilmiştir. Bu atıklarla kurulabilecek tesisin potansiyelinin hesaplanması gerekmektedir. Tablo 3.4'te buğday ve ayçiçeği atıkları miktarı ve toplanabilirlik değerleri verilmiştir.

**Tablo 3.4.** Buğday ve Ayçiçeği Atıkları Miktarı ve Toplanabilirlik Değerleri (DETMK verileri, 2007)

Ürünler	Atıklar	Alan (hektar)	Üretim (ton/hektar) Miktarı	Toplam Atıklar (ton/hektar)	
				Teorik	Gerçek
Buğday	Saman	1	3,5-3,8	2,5	2,15-1,9
Ayçiçeği	Sap	1	1,5	4,1	3,9-3,6

DETMK: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi

Tablo 3.4. verilerine dayanılarak buğday, arpa ve ayçiçeği üretimleri için hektar başına oluşan atık miktarlarını belirlemek mümkündür. Literatür verileri incelendiğinde buğday için hektar başına **2,5 ton saman atığı**, ayçiçeği için hektar başına **4,1 ton sap atığı** oluşmaktadır. Ancak Türkiye için DEMTK verileri incelendiğinde atık miktarlarının daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 3.4.).

Tablo 3.3. ve Tablo 3.4. verileri kullanılarak Tekirdağ ilinde buğday ve ayçiçeği bitkilerinin atıkları hesaba katıldığı durumda tarla bitkileri yetiştirilmesine dayalı olarak toplam 276.349 hektar alanda günde yaklaşık olarak buğday atıkları 803 ton/gün, 1,202 ton/gün ayçiçeği atığı oluşmaktadır. Toplam olarak günde buğday ve ayçiçek için günde toplam 2.015 ton/gün tarımsal atık potansiyeli oluşmaktadır. Bu atıklardan elde edilecek biyogaz miktarı (1) nolu denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$V_{bio.} = m_{t.a.} * KM * OKM * K_{bio.} \quad \text{Denklem (1)}$$

$V_{bio.}$  = Tarımsal atıklarından oluşan biyogaz hacmi ( $m^3/gün$ )

M = Bir günde toplanan tarımsal atık miktarı ( $kg/gün$ )

KM = Tarımsal atıkların katı madde miktarı (%)

OKM = Tarımsal atıkların katı madde miktarının organik içeriği (%KM)

$K_{bio.}$  = Tarımsal atıkların biyogaza dönüşme oranı ( $Nm^3/kg$  OKM)

Tekirdağ İlinde tarımsal organik atık miktarı 2.015 ton/gündür ve denklem (1)'de yerine konarak 507.780  $m^3/gün$  biyogaz oluştuğu hesaplanmıştır. Denklem (2)'de günlük oluşacak metan hacmi bulunur.

$$\frac{V_{CH_4}}{V_{bio.}} = 0,7 \quad \text{Denklem (2)}$$

$V_{CH_4}$ : Metan hacmi ( $m^3/gün$ )

$V_{bio.}$ : Biyogaz hacmi ( $m^3/gün$ )

Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan organik atıklardan günde **355.446  $m^3$**  metan gazı oluşmaktadır. (Denklem (2))

### Günlük Elde Edilebilecek Enerji Miktarı

1  $Nm^3$  metanın ısı değeri 9,9 kW'tır (Avrupa Biokütle Birliği Verileri). Tekirdağ İlinde tüm tarımsal atıklarla kurulabilecek tesiste oluşan enerji miktarı Denklem (3)'ten yararlanılarak hesaplanabilir.

$$E = V_{CH_4} \times 9,9^* \quad \text{Denklem (3)}$$

E = Tesiste oluşacak enerji miktarı (kW)

$V_{CH_4}$  = Tesiste oluşacak günlük metan miktarı ( $m^3/gün$ )

$9,9^*$  = 1 $Nm^3$  metanın ısı değeri (kwh)

Denklem (3) eşitliğinde değerler yerine konduğunda Tekirdağ İli tarımsal atık potansiyeli **146.621,5 kW ~ 147 MW** olarak bulunur.

### **3.1.3. Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyeli Yönetim Planının Toplama Sistemleri Dahil Belirlenmesi**

Tarımsal atıkları saplar, samanlar, ağaç kabuğu atıkları, park, bahçe ve çimen atıkları olarak sınıflandırmak mümkündür.

Tekirdağ İlinde park-bahçe atıkları, çim atıkları büyükşehir belediyesi kapsamında toplanmaktadır. Bu atıklar evsel çöp depolama alanlarına gönderilmektedir. Ancak, sadece yaz mevsiminde toplanan bu atıklar için yetkililerle yapılan görüşmeden sonuç alınamamış, envanterin tutulmadığı belirlenmiştir.

Biyogaz tesisleri için tarımsal atık dendiğinde en önemli kaynaklar sap-saman atıkları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sap-saman atıklarının kullanımı ve bertarafı için 2 yöntem mevcuttur.

- 1) Sap ile saman atıklarının saman balyaları ya da sap atıkları şeklinde direkt olarak hayvanlara yedirilmesi
- 2) Sap ve saman atıklarının gübre içine karıştırılması

Sap ve saman atıklarından kaynaklanan diğer ürünler çiftçiler tarafından değerlendirilmektedir. Samanlar balyalar halinde kış için depolanmaktadır.



**Resim3.1.**Kış İçin Depolanmış Saman Balyası

Bu atıkları toplamak için kurulacak biyogaz tesisi, nakliyeti kendisi sağlayarak sap ve saman atıklarını toplayabilecektir. Toplanacak atıklar için anlaşmalı olarak uzun-orta vadeli sözleşmeler yapılması gerekmektedir .Bu kısımda belirtilen haritalar, Tekirdağ İlinde bulunan tarımsal ve hayvansal atık potansiyellerini göstermektedir.

4. bölümde hem hayvansal hem de tarımsal atıkların toplanması için kurulması gereken yöntem ve mesafeler anlatılmıştır. Önerilen projede, atık toplama mesafeleri 20 km'lik bir yarı çapı geçmemektedir. Bu nedenle römorklar yardımıyla, çiftlikler tek tek dolaşarak atık toplanabilecektir. Ara depolama terfi istasyonu gibi ara merkezlere ihtiyaç bulunmamaktadır.

Bölüm 4'te her senaryonun mali fizibilite kısmında sistemin nasıl yapılacağı her senaryonun altında belirtilmiş, gelir-gider dengesi ve amortisman süresine olan etkileri hesaplanmıştır.

### 3.2.TEKİRDAĞ İLİ HAYVANSAL ATIK POTANSİYELİNİN VE BERTARAF YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ

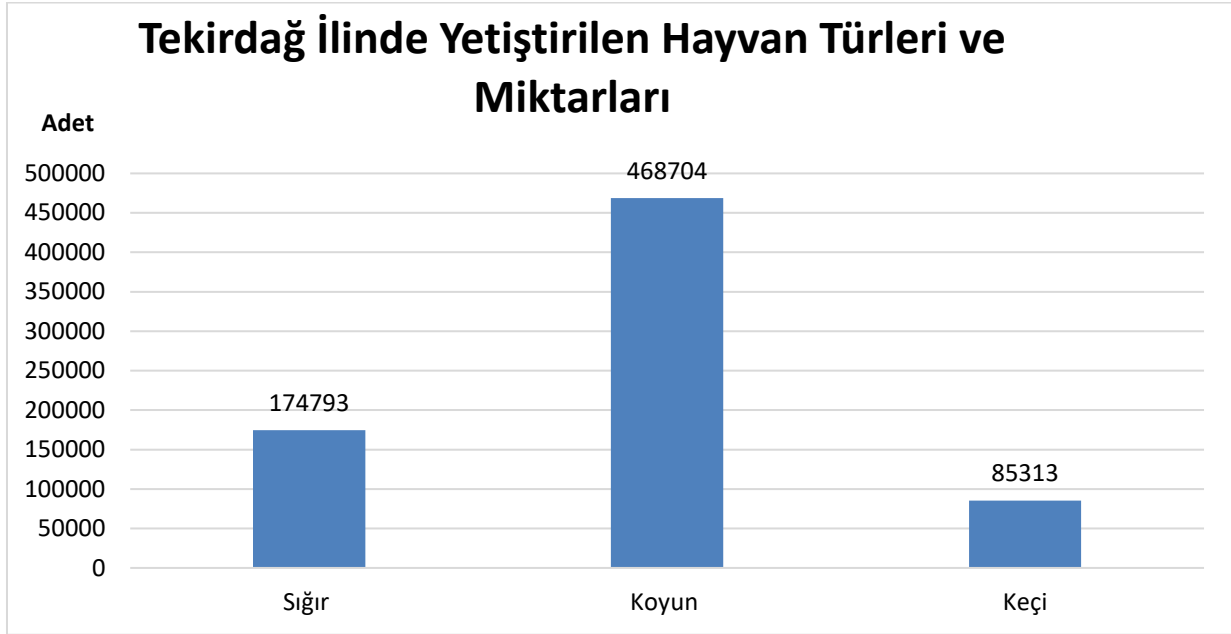
#### 3.2.1.Tekirdağ İli Tüm İlçe ve Mahallelerinde Açığa Çıkacak Hayvansal Atıkların Miktarlarının Belirlenmesi ve Bu Atıkların Mahalle Bazında Yerlerinin Haritada Gösterilmesi

Tekirdağ İli Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nden alınan 2016 yılı verilerine göre 174.793 adet büyükbaş ve 554.017 adet küçükbaş hayvan bulunmaktadır. Tekirdağ İli hayvan sayıları Tablo 3.5'te, grafiksel gösterimi Şekil 3.15'te verilmiştir.

**Tablo 3.5.**Tekirdağ İli Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları 2016

Bilginin Temin Edildiği Kurum	Hayvan Cinsi	Hayvan Sayısı (adet)
Tekirdağ İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	Büyükbaş Hayvan	174.793
	Koyun	468.704
	Keçi	85.313

İlde kanatlı hayvanlarla ilgili envanter tutulmadığı, göz ardı edilecek kadar düşük miktarda olduğu belirtilmiştir. Bun göre potansiyel belirlenirken büyük ve küçükbaş hayvanlar üzerinde durulmuştur. Şekil 3.15'te il genelindeki büyük ve küçükbaş hayvan dağılımları grafiksel olarak gösterilmiştir.



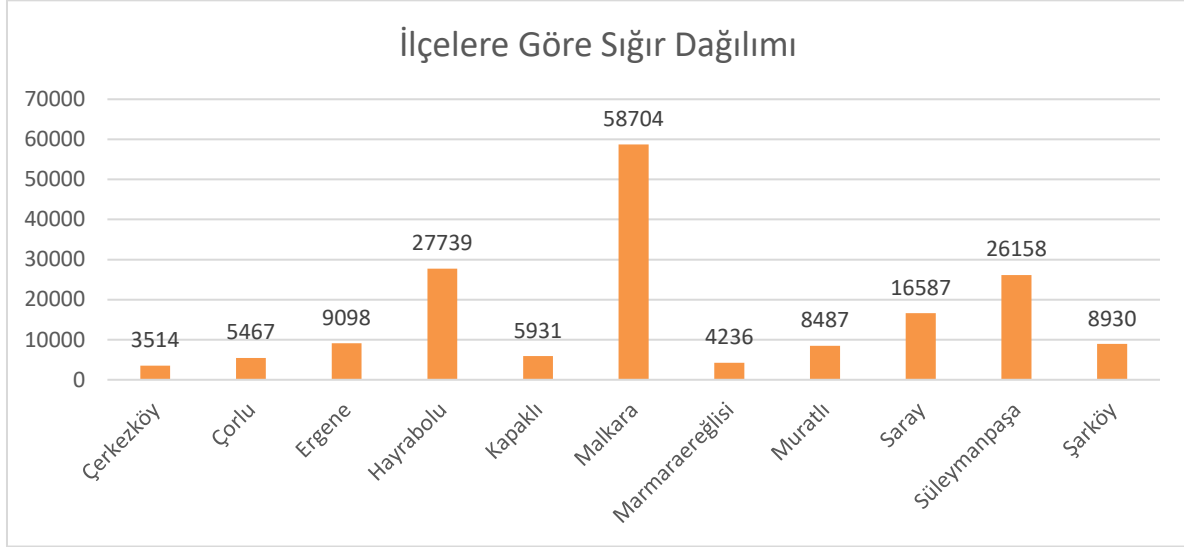
**Şekil 3.15.** Tekirdağ İlinde Yetiştirilen Hayvan Türleri ve Miktarları

Tekirdağ ili biyogaz üretimi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. İlde tarımsal ve hayvansal faaliyetler yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Tekirdağ ilinin sanayileşen bölgelerinin yanında Hayrabolu, Malkara, Süleymanpaşa gibi ilçelerinde tarım-hayvancılık faaliyetlerinin şehir ekonomisinde önemli bir rol oynadığı görülmektedir.

Yoğun hayvancılık faaliyetlerinin olduğu bölgede, oluşan atıklar için mevcut durumda önemli çözümler geliştirilmemiştir. Çatak projesi ile bitkisel atıkların toprağa karıştırılması teşvik edilirken hayvansal atıklar gübre elde etme amaçları için kullanılmaktadır. Ancak klasik yöntemlerle gübre eldesi uzun zaman gerektiren bir işlem olduğu için, uzun süre bekleyen organik artıklar toprak ve su kaynaklarının kirliliğine yol açmaktadır. Bu nedenle biyogaz gibi çözümler ile toplanabilecek hayvansal artıklar, gaz eldesinden sonra organik gübre olarak çiftçiye verilebilecektir. Bu sayede hayvansal atıklar enerjiye dönüşürken, çevre kirliliği de önlenmiş olacaktır.

## İlçelere Göre Yetiştirilen Büyükbaş Miktarı

Büyükbaş hayvanların il genelinde ilçelere göre dağılım miktarları şekil 3.16'da belirtilmiştir.

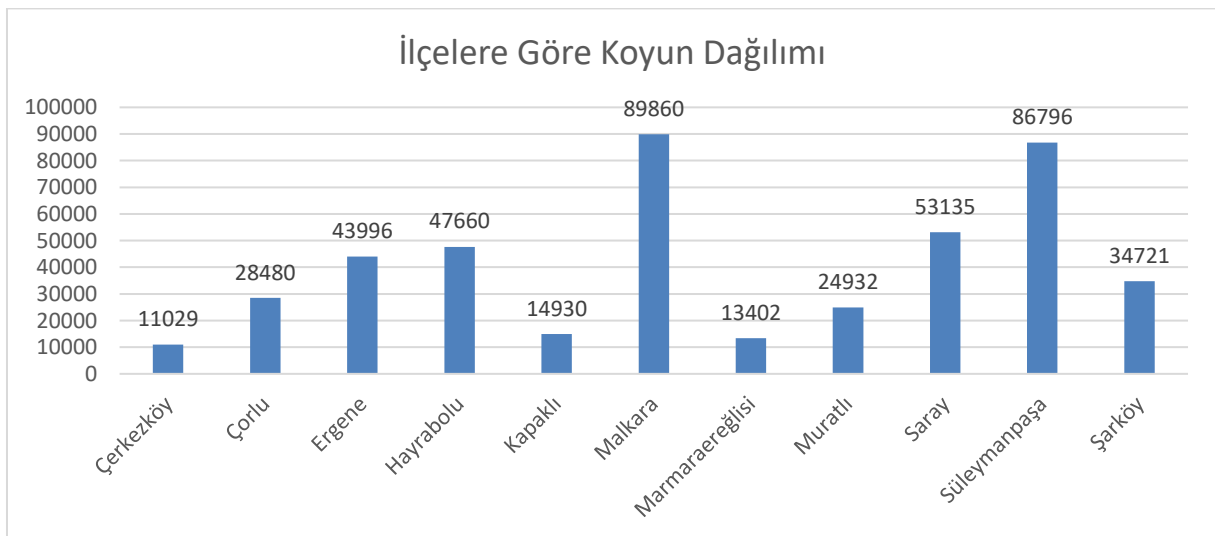


**Şekil 3.16.** Tekirdağ İlinde İlçelere Göre Sığır Dağılımları

Buna göre özellikle Hayrabolu ve Malkara İlçelerinde önemli miktarda hayvansal atık potansiyeli bulunmaktadır.

## İlçelere Göre Yetiştirilen Koyun Miktarı

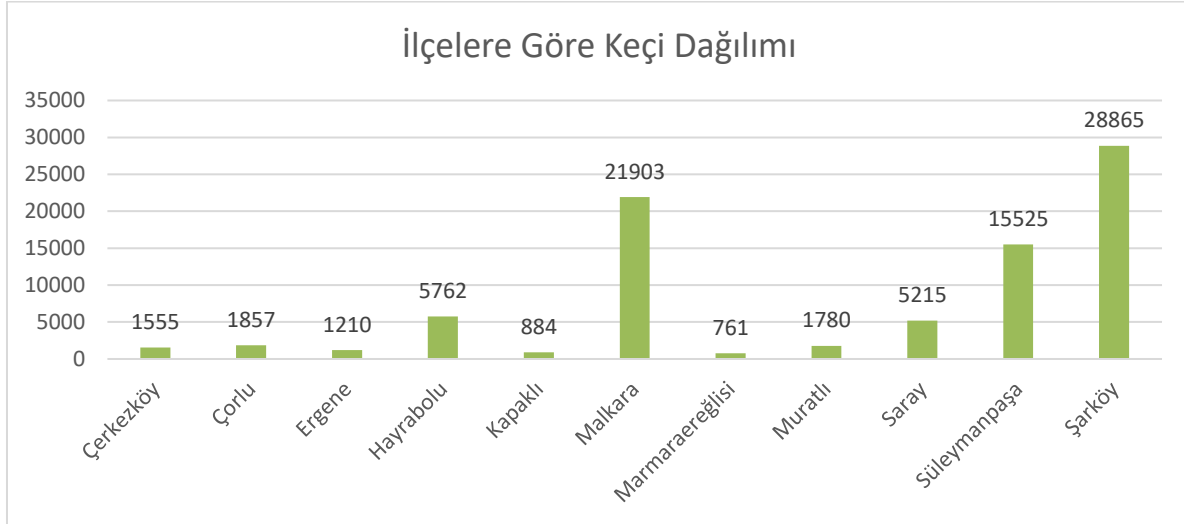
İl genelinde koyun sayıları adet olarak Şekil 3.17'de mahalle dağılımlarına göre gösterilmiştir.



**Şekil 3.17.** Tekirdağ İlinde İlçelere Göre Koyun Dağılımları

## İlçelere Göre Yetiştirilen Keçi Miktarı

Tekirdağ İli yetiştirilen keçi miktarları şekil 3.18’de ilçelerdeki dağılımlarına göre gösterilmiştir.



Şekil 3.18. Tekirdağ İlinde İlçelere Göre Keçi Dağılımları

Önemli bir büyükbaş-koyun potansiyel bulunan Malkara ilçesinde keçi sayısında önemli bir potansiyel teşkil etmektedir.

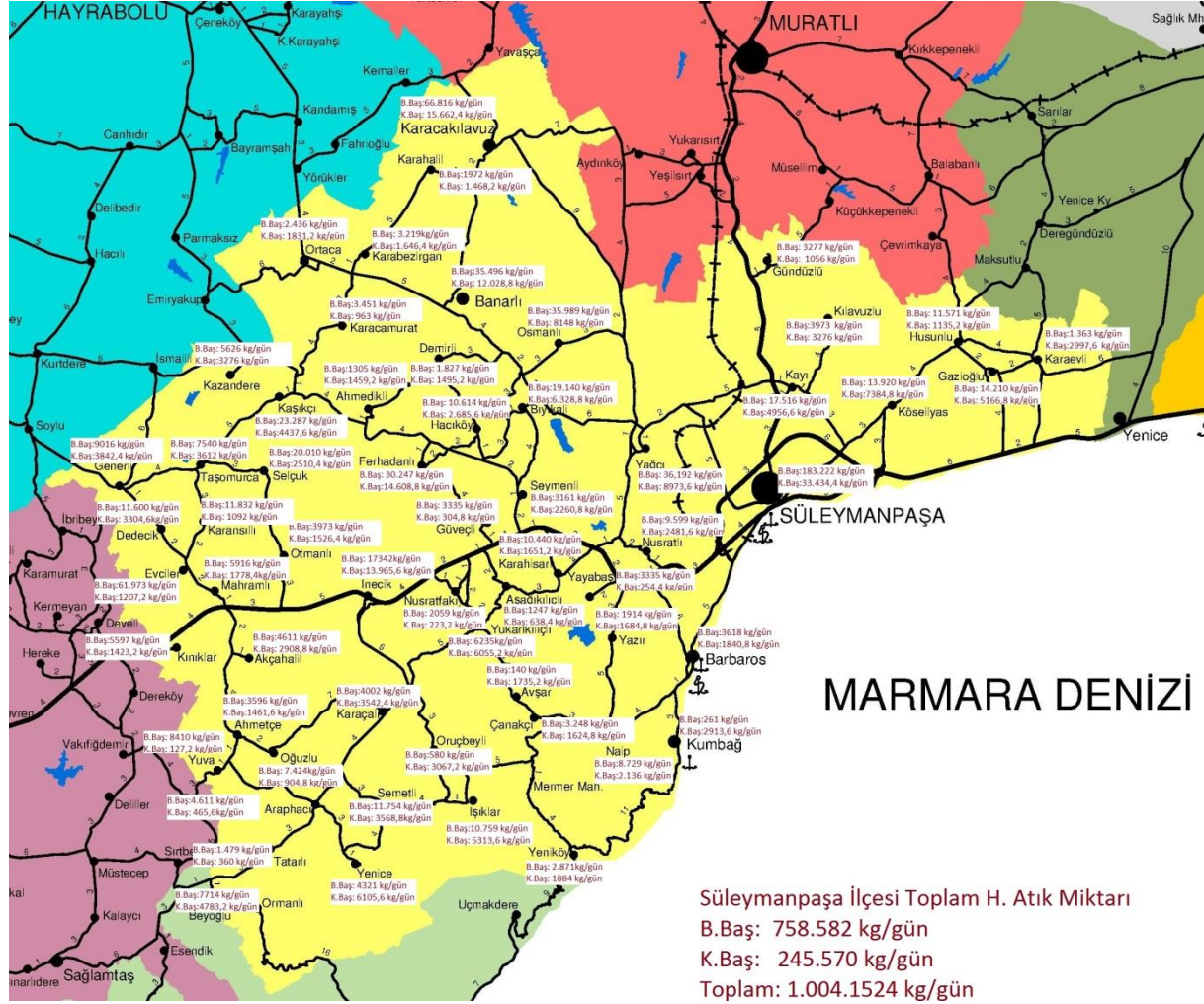




Malkara İlçesi tarımsal ve hayvansal atık potansiyeli bakımından ilin en önemli bölgesi konumundadır. İlçede 170.467 tane küçükbaş ve büyükbaş hayvan bulunmaktadır.

### 3.2.2.2.Süleymanpaşa İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

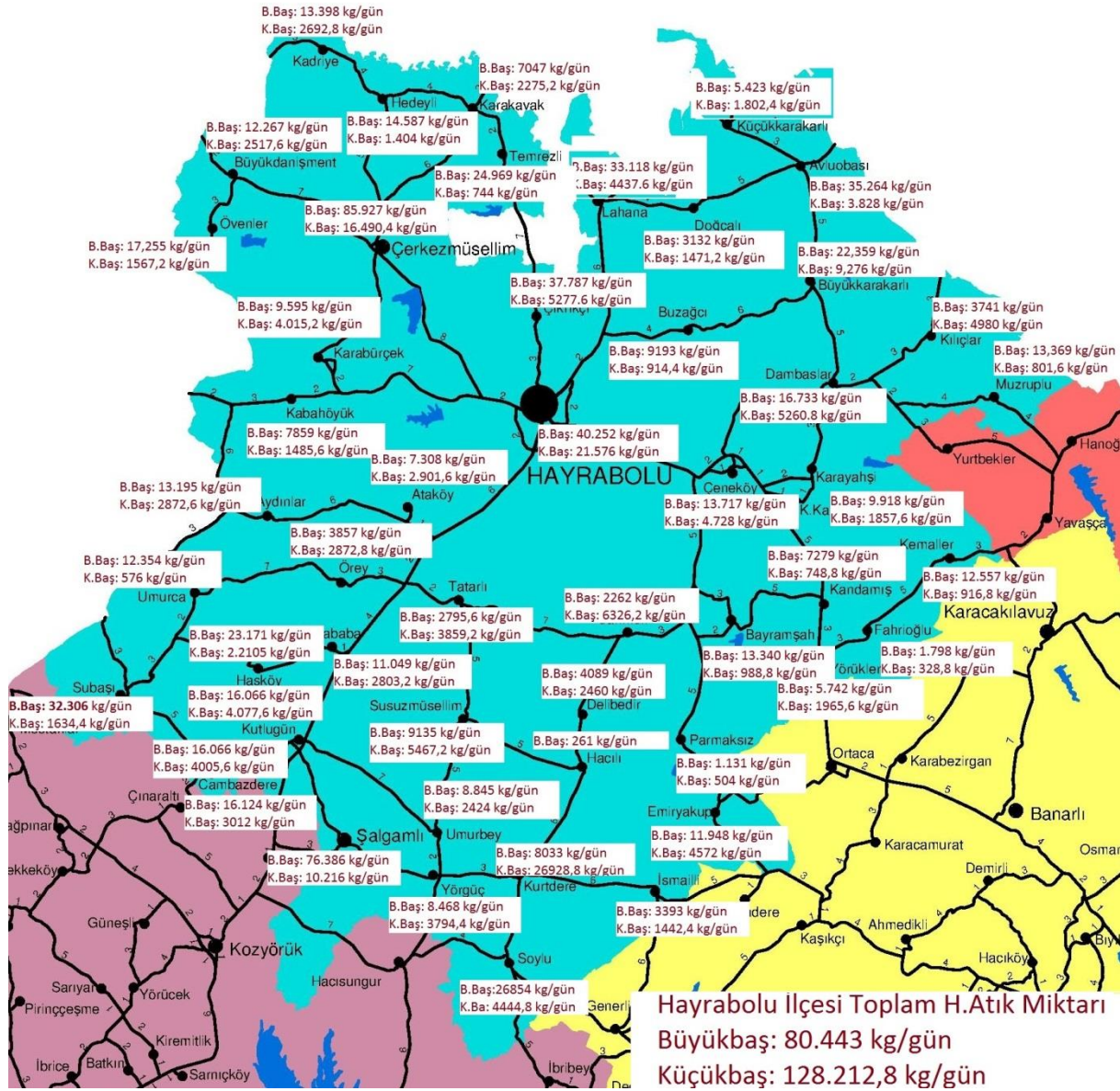
Şekil 3.20’de ilçenin hayvan sayıları mahalle bazında gösterilmiştir.



Şekil 3.20.Süleymanpaşa İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

İlçe hayvan sayısı bakımından 2. sırada yer almaktadır. İlçe merkezinin batısında özellikle hayvan yetiştiriciliği açısından yoğun faaliyetler görülmektedir.

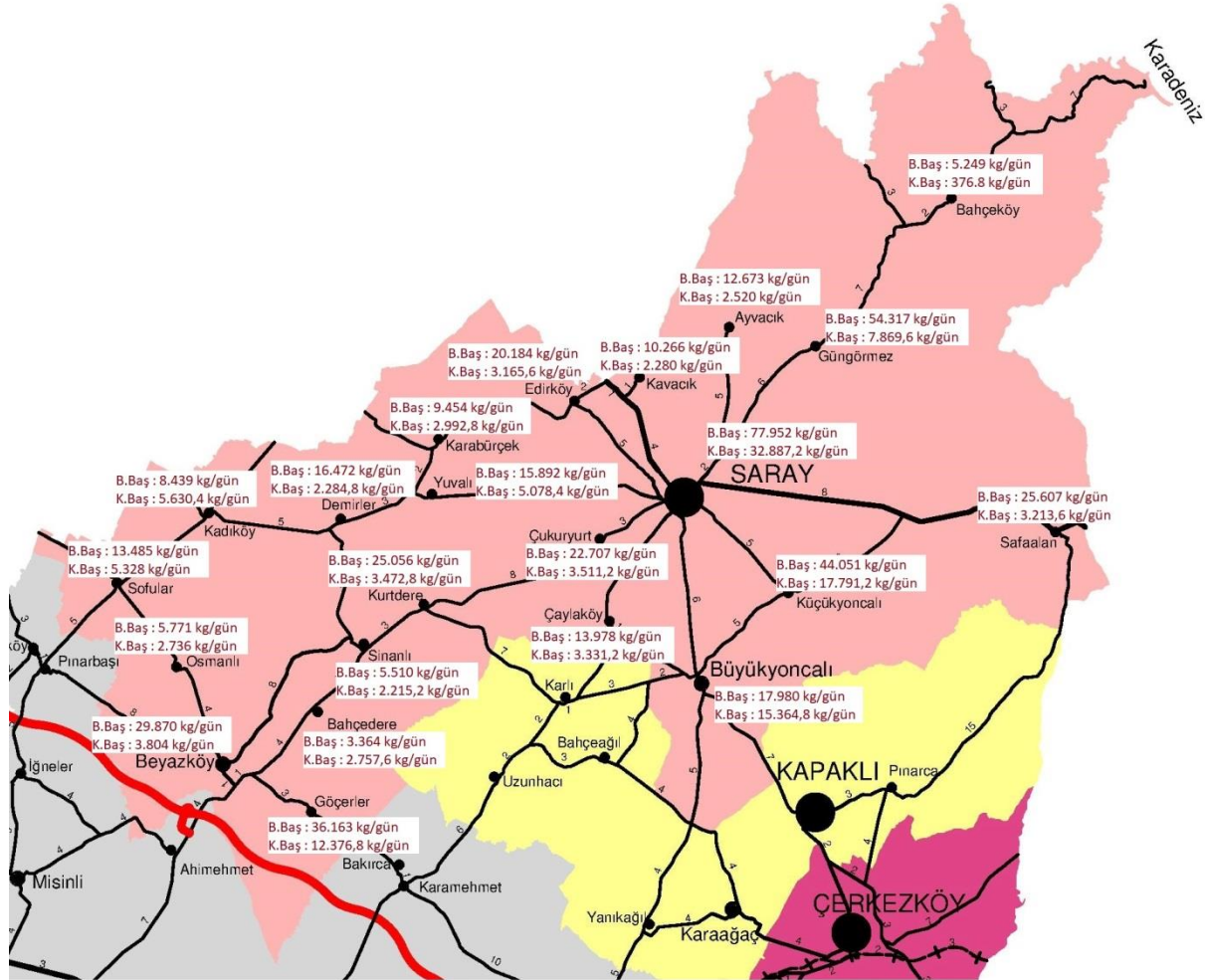
### 3.2.2.3.Hayrabolu İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



**Şekil 3.21.**Hayrabolu İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

İlçe hayvan yetiştiriciliği bakımından 3. sırada yer almaktadır. İlçenin güneyinde hayvancılık faaliyetleri yoğun bir şekilde yapılmakta olup Çıkrıkçı ve Çerkezmüsellim mahallerinde büyük çiftlikler bulunmaktadır. Şekil 3.21’de mahalle bazında yetiştirilen hayvan miktarları gösterilmiştir.

### 3.2.2.4.Saray İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi

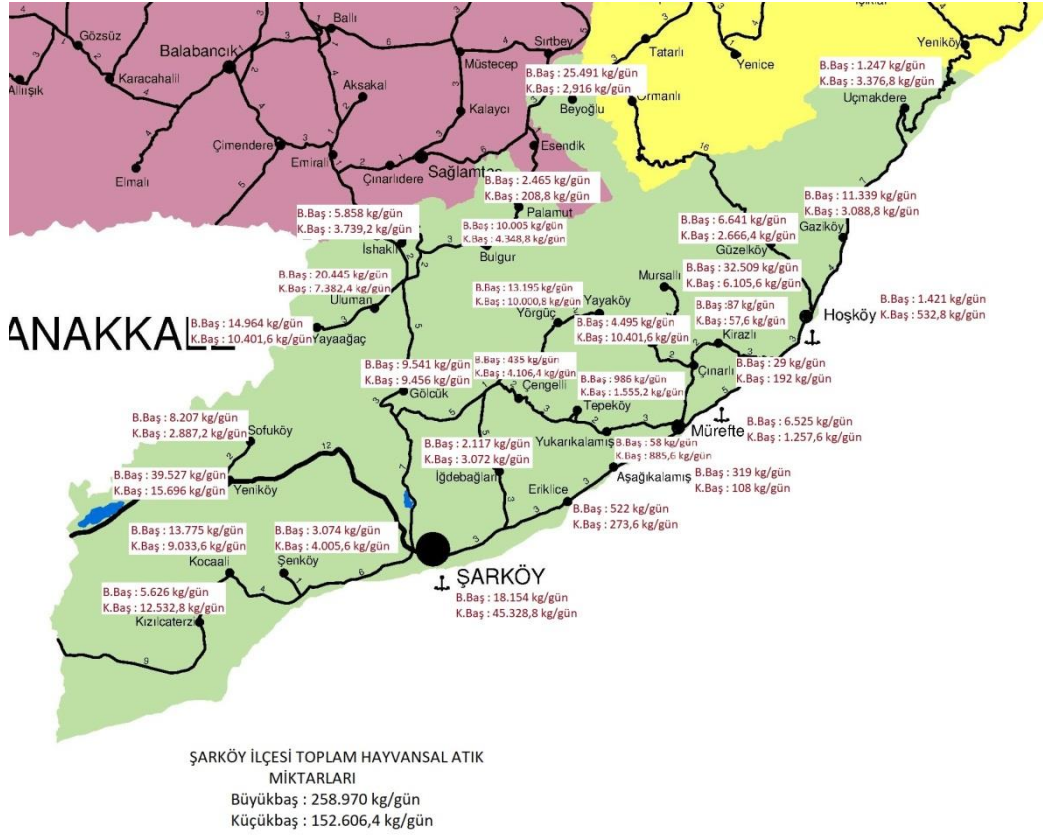


SARAY İLÇESİ TOPLAM HAYVANSAL ATIK  
MİKTARLARI  
Büyükbaş : 481.023 kg/gün  
Küçükbaş : 140.040 kg/gün

### Şekil 3.22.Saray İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

Saray ilçesi il genelinde hayvan yetiştiriciliği bakımından 4. sırada bulunmaktadır. İlçenin güneybatısında hayvan yetiştiriciliği önemli ölçüde yapılmaktadır. Şekil 3.22’de ilçenin hayvan adedi mahalle bazında gösterilmiştir.

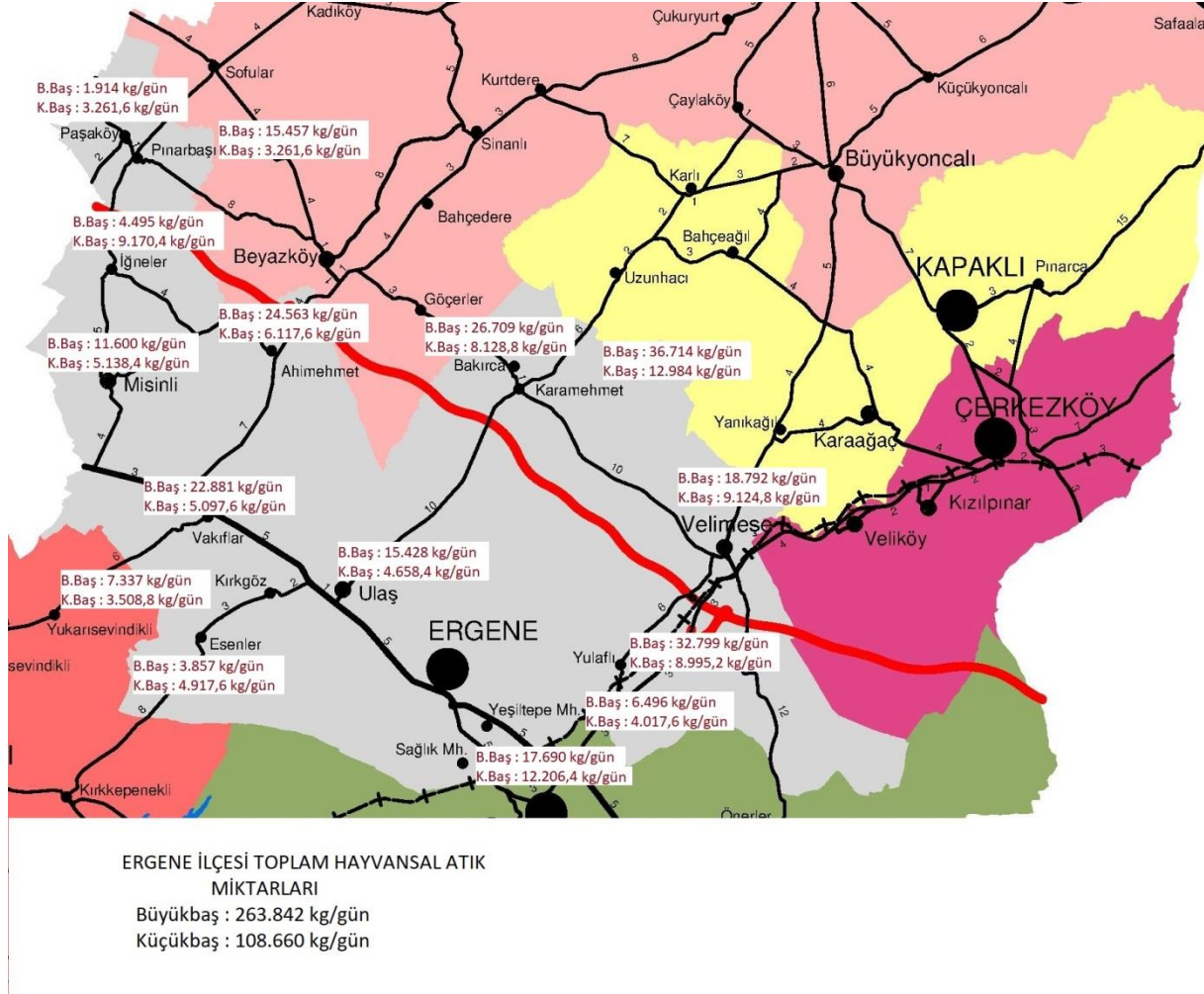
### 3.2.2.5.Şarköy İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



Şekil 3.23.Şarköy İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

İlçe hayvansal atık potansiyeli bakımından 5. sırada yer almaktadır. İlçenin coğrafi yapısı nedeniyle çiftlikler arası mesafe artmaktadır. Bu nedenle hayvansal potansiyelin değerlendirilmesi için uygun ortamı barındırmamaktadır.

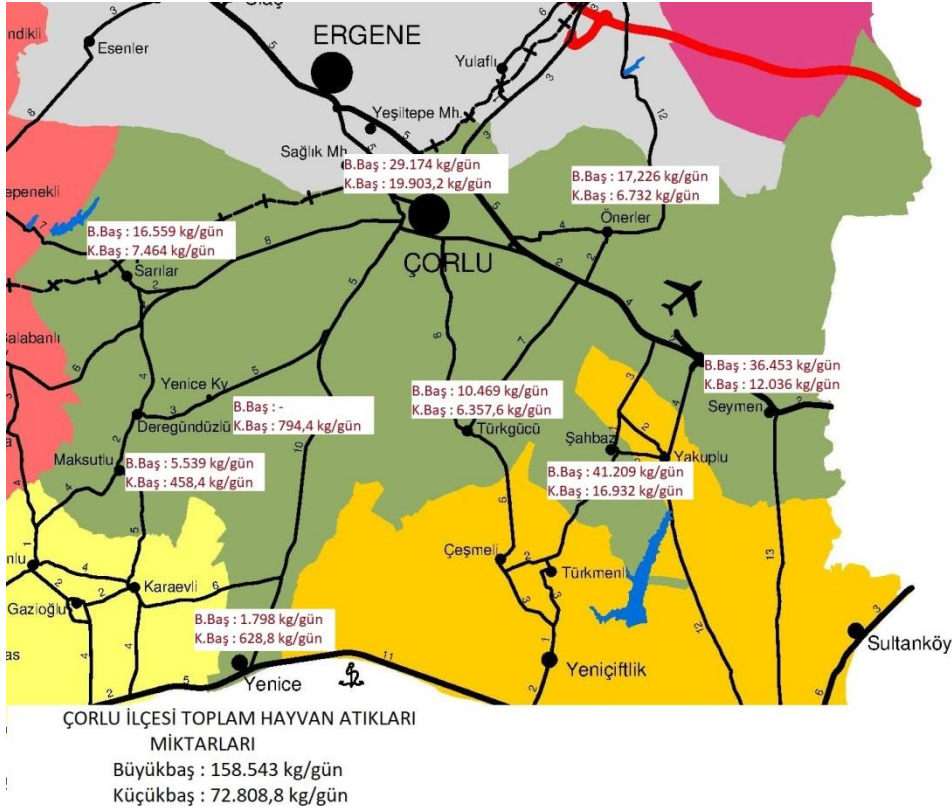
### 3.2.2.6.Ergene İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



Şekil 3.24.Ergene İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

Ergene İlçesi'nin doğusunda yer alan Yakuplu ve Seymen mahalleleri hayvan miktarları açısından yoğun bir bölgedir. Aynı zamanda ilçe merkezinin biyogaz potansiyeli bulunmaktadır. Ancak ilçenin geri kalan bölgeleri mesafe nedeniyle biokütlenin değerlendirilmesi için uygun ortamı barındırmamaktadır. Şekil 3.24'da ilçenin mahalle bazında hayvan adedi gösterilmiştir.

### 3.2.2.7.Çorlu İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



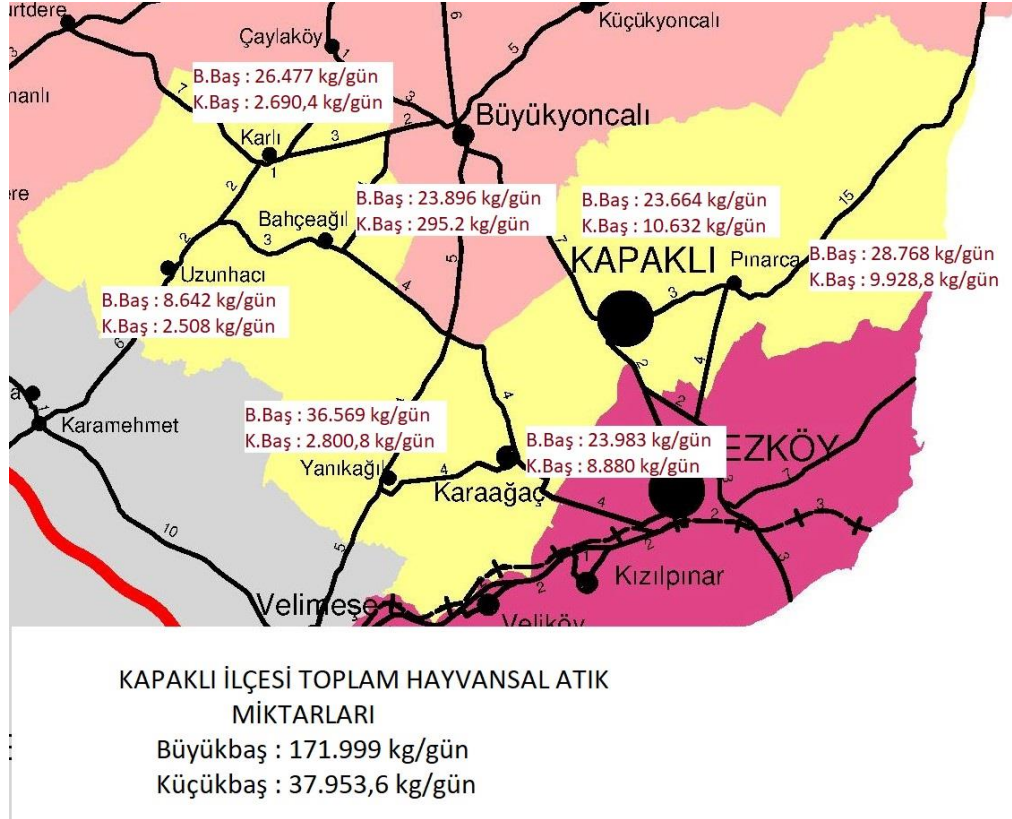
Şekil 3.25.Çorlu İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

Çorlu İlçesi hayvan sayısı bakımından il ortalamasının altında gözükmemektedir. Dağınık yerleşim, coğrafi yapısı ve sanayinin hızlanması ile ilçede tarım ve hayvancılık faaliyetlerine verilen önem azalmıştır. Bu nedenle Bu nedenle şekil 3.25'te verilen bilgilerle kurulacak tesisler için önemli bir hayvan potansiyeli gözükmemektedir.





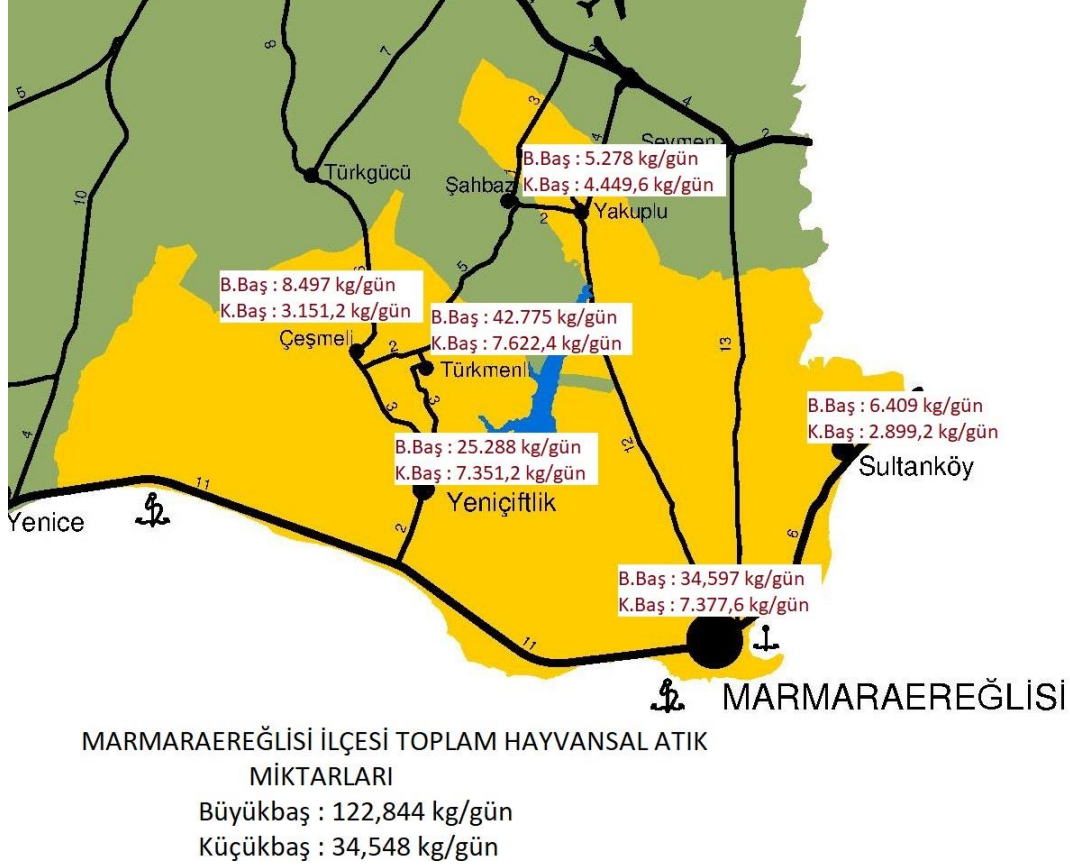
### 3.2.2.9.Kapaklı İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



Şekil 3.27. Kapaklı İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

Kapaklı ilçesi hayvan potansiyeli bakımından ilde 9. sırada yer almaktadır. Şekil 3.27’de mahalle bazında hayvan sayıları verilmiştir. İlçe hayvansal atık potansiyeli ve mahalle dağılım durumları göz önüne alındığında 1 MW lık tesislerin kurulması için uygun bir potansiyel teşkil etmemektedir.

### 3.2.2.10.Marmara Ereğlisi İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



Şekil 3.28.Marmara Ereğlisi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

İlçe, hayvan sayıları dikkate alındığında 10. sırada gelmektedir. Ortalamanın altında kalan ilçede büyük çiftlikler bulunmamaktadır. Şekil 3.28'de Marmara Ereğlisi mahalle bazında bulunan hayvanların sayısı verilmiştir.

### 3.2.2.11.Çerkezköy İlçesi Hayvansal Atık Miktarlarının Mahalle Bazında Haritada Gösterilmesi



Şekil 3.29.Çerkezköy İlçesi Mahalle Bazında Hayvan Adedi

Çerkezköy, il genelinde hayvan sayıları bakımından son sırada kalmaktadır. Sadece Çerkezköy'deki hayvansal atıkların toplanması ile 1MW'lık tesis kurulması fizibil gözükmemektedir. Şekil 3.29'da ilçenin mahalle bazında hayvan sayıları gösterilmiştir.

### 3.2.3. Hayvansal Atık Miktarına Göre Biokütle Enerji Tesisinden Elde Edilecek Enerji Miktarının Tespiti ve Uygun Olarak Kurulabilecek Bertaraf Tesisinin Kapasitesi

İlde bulunan önemli ölçüdeki hayvansal atık potansiyelinin değerlendirilebilmesi için biokütlenin enerjiye dönüştürülmesi gerekmektedir. İl genelinde bulunan 174.793 adet büyükbaş hayvandan günde 5.068.997 kg atık (29kg/adet sığır \* 174.793 adet büyükbaş hayvan) oluşmaktadır. Bu atıklardan elde edilecek biyogaz miktarı Denklem (4) yardımıyla hesaplanabilir.

$$V_{bio.} = m_{b.b.h.} * KM * OKM * K_{bio.} \quad \text{Denklem (4)}$$

$V_{bio.}$  = Büyükbaş hayvan atıklarından oluşan biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

$m_{b.b.h.}$  = Bir günde toplanan büyükbaş hayvan gübresi miktarı (kg/gün)

KM = Büyükbaş hayvan gübresinin katı madde miktarı (%)

OKM = Büyükbaş hayvan gübresinin katı madde miktarının organik içeriği (%KM)

$K_{bio.}$  = Büyükbaş hayvan gübresi atıklarının biyogaza dönüşme oranı (Nm<sup>3</sup>/kg OKM)

Denklem (4) eşitliğinde, Tablo 3.1’de verilen değerler yerine konulursa günde 182.238m<sup>3</sup>/gün biyogaz oluşacaktır. Bunun %70 metan olduğu kabul edilirse Denklem (5) kullanılarak günlük metan hacmi bulunur.

$$\frac{V_{CH_4}}{V_{bio.}} = 0,7 \quad \text{Denklem (5)}$$

$V_{CH_4}$ : Metan hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

$V_{bio.}$ : Biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

Denklem (5)’e göre 174.793 adet büyükbaş hayvandan elde edilecek **metan miktarı 127.564,6 m<sup>3</sup> /gün** olarak hesaplanmıştır. Tablo 3.2’de küçükbaş hayvan gübresine ait değerler verilmiştir.

Küçükbaş Hayvan (koyun ve keçi) gübresi **biyogaz miktarı 0,3** kabul edilmiş **metan/biyogaz oranı 0,7** kabul edilmiştir (FNR,2010).

554.017 adet küçükbaş hayvandan günde 1.329.408 kg atık (2,4 kg/adet küçükbaş hayvan\* 554.017 adet küçükbaş hayvan) oluşmaktadır. Bu atıklardan elde edilecek biyogaz miktarı Denklem (6)yardımıyla hesaplanabilir.

$$V_{bio.} = m_{k.bh.} * KM * OKM * K_{bio.} \quad \text{Denklem (6)}$$

$V_{bio.}$  = Küçükbaş hayvan atıklarından oluşan biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

$m_{k.bh.}$  = Bir günde toplanan küçükbaş hayvan gübresi miktarı (kg/gün)

KM = Küçükbaş hayvan gübresinin katı madde miktarı (%)

OKM = Küçükbaş hayvan gübresinin katı madde miktarının organik içeriği (%KM)

$K_{bio.}$  = Küçükbaş hayvan gübresi atıklarının biyogaza dönüşme oranı (Nm<sup>3</sup>/kg OKM)

Denklem (6) eşitliğinde, Tablo 3.1’de verilen değerler yerine konulursa oluşan biyogaz miktarı 93.958 m<sup>3</sup>/gün olmaktadır. Denklem (7) kullanılarak günlük metan hacmi bulunur.

$$\frac{V_{CH_4}}{V_{bio.}} = 0,7 \quad \text{Denklem (7)}$$

$V_{CH_4}$ : Metan hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

$V_{bio.}$ : Biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

Denklem (7)yardımıyla 554.991 adet küçükbaş hayvandan (koyun ve keçiden) elde edilecek **metan miktarı 62.818 m<sup>3</sup>/gün** olarak bulunur.

### Günlük Elde Edilen Enerji Miktarı

1Nm<sup>3</sup> metanın ısı değeri 9,9 KW’tır (Avrupa Biokütle Birliği Verileri). İl genelindeki tesislerde oluşabilecek enerji miktarı Denklem (8) yardımıyla hesaplanabilir.

$$E = V_{CH_4} \times 9,9^* \quad \text{Denklem (8)}$$

E= Tesiste oluşacak enerji miktarı (kW)

$V_{CH_4}$  = Tesiste oluşacak günlük metan miktarı ( $m^3/sa$ )

$9,9^*$  =  $1Nm^3$  metanın ısı değeri (kwh)

Tekirdağ ili büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları dikkate alındığında oluşan atıklardan günde  $190.382 m^3$  metan gazı elde edilebilir. Bu metan gazından denklem 8 yardımı ile 78MW'lık bir enerji potansiyeli olduğu hesaplanabilir.

### **TEKİRDAĞ İLİ TOPLAM ATIK POTANSİYELİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ**

Bu verilere göre Tekirdağ İlinde **büyükbaş, küçükbaş hayvan ve tarımsal atıklar kullanılarak elde edilebilecek toplam metan miktarı ~  $545.828 m^3/gün$** ' mertebelerindedir.

Bu metan miktarı Denklem 8'e göre hesaplandığında Tekirdağ bölgesinde ~ **225 MW** lık bir enerji potansiyeli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu metan miktarı ile, 8 nolu denklem gereği Tekirdağ İli ve tüm ilçelerinde toplam 225MW'lık enerji elde etmek mümkündür. Yapılan hesaplamalarda tüm tarımsal ve hayvansal atıkların teorik olarak değerlendirilebileceği dikkate alınmıştır. **Ancak Karacadağ Kalkınma Ajansı verilerine göre hayvansal ve bitkisel atıkların toplanabilirlik değerleri %60 olarak kabul edilmiştir. Buna göre bölgenin reel potansiyeli 135 MW olarak karşımıza çıkmaktadır.** Bunun yanında teorik veriler ile beraber biyogaz enerji üretim santralleri kurulmadan önce uygulamaya dönük detay projelerin yapılması gerekmektedir.

### **3.2.3. Tekirdağ İli Hayvansal Atık Potansiyeli Yönetim Planının Toplama Sistemi Dahil Belirlenmesi**

Hayvansal atıklardan biyogaz tesisi kurulması planı, teorik hesaplama ile pratik verilerin örtüşmemesinden dolayı bir takım zorluklara sahiptir. Özellikle hayvancılık faaliyetleri yeterli gelişmişlik düzeyinde olmayan ülkelerde biokütle karakterizasyonu ve miktarı problemler yaratmaktadır. Bu problemin önlenmesi için bazı uygulamalar gerçekleştirilmelidir. buna göre izlenmesi gereken yollar aşağıda sıralanmıştır.

## Depolama

Tesislerde hayvansal atıkları depolamak için atıkları sınıflandırarak farklı kategorilerde toplamak gerekmektedir. Çiftliklerden çıkan hayvan atıklarını 3 farklı kategoride değerlendirmek mümkündür.

### 1.Kategori: Hayvan Dışkıları

Hayvanların dışkılarından kaynaklanan sıvı ve katı gübredir. Çiftlik içerisinde bulunan hayvanların atıklarının karıştırılmadan ayrı toplanması gerekmektedir(Karışık hayvan çiftliği olması durumunda). Modern hayvancılık faaliyetleri yapılarak dışkıları için kanalların yapılması gerekmektedir.



**Resim 3.2.**Modern Ahır Görünümü

### 2. Kategori: İnsani Tüketim Amaçlı Kullanılabilecek Atıklar

Bu atık türleri hem kullanım hem de gıda bazı tüketim amaçlıdır. Hayvanlar yünleri, derileri ve sakatatlar bu gruba girmektedir. Bu yan ürünlerin dışkı atıklarından ayrı toplanması gerekmektedir.

### 3. Kategori Hayvansal Tüketim Amacı İle Kullanılabilen Atıklar

Boynuz, tırnak, işkembe, kıkırdak ve kemik gibi hayvansal atıklar yemlerde ham madde olarak kullanılabilmektedir. Bu atıklarında tesislerde dışkı atıkları ile beraber toplanmaması gerekmektedir.

Tesislerde depolama amacı ile atıklar için 3 farklı depo bulunması gerekmektedir. Biyogaz için gerekli olan dışkı atıklarının depolanması için ölçekli ya da miktarı bilinen konteynerlerin kullanılması gerekmektedir.



**Resim 3.3.** Ölçekli dışkı toplama konteyneri

Depolama aşamasında atık üreticisinin belediye ya da toplayıcı firma tarafından kontrol ve denetim altında tutulması gerekmektedir. **Atık üreticileri için ortak bir kayıt sistemi oluşturulmalı ve veriler oraya aktarılarak depolanmalıdır.** Her atık alımında, atık üreticisi teslim ettiği atık ile alakalı, atık teslim formu doldurmalıdır.

**Tablo 3.6.** Atık Teslim Formu

Atığın Adresi	
Atığın Türü ve Miktarı	
Kalitesi(karışım-kaçak var mı?)	
Kullanılan Ek Besleyici Ürünler (Vitamin, hormon vs.)	
Eklenmek İstenen Diğer Konular	
Sorumlu İmzası	Atık Kayıt Sistem Numarası



Bu sayede toplanan ürün kalitesi hakkında ön bilgiye sahip olunabilecektir. Aynı zamanda atık toplayıcısı aldığı atığın kalitesini özellikle %KM analizi yaparak/yaptırarak zaman içerisinde belirlemeli ve istatistiğini tutmalıdır. Kalitenin değişmesi durumunda atık üreticisi uyarılmalı, gerekli bilgilerin ya da düzeltmelerin yapılması beklenmelidir.

## Taşıma

Hayvansal atıkların toplanması ve taşınması Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi'nin sorumluluğunda olacaktır. Belediye bu iş için yetkilendirilmiş firmalar ve/veya kendi bünyesindeki özel donanıma sahip hayvan atığı toplama araçlarını görevlendirecektir.



**Resim 3.4.**Hayvan Atığı Toplama Aracı

Hayvan atığı toplama aracı aşağıdaki özellikleri karşılamalıdır.

- Sızdırmaz ve kapalı araçlar kullanılmalıdır.
- Araçların temizliği ve bakımı belirli düzenlemelere bağlanmalı ve denetimi yapılmalıdır.
- Toplanacak hayvan atıklarının türlerine göre araç içerisinde farklı bölmeler yapılması gerekmektedir.
- Taşıma işleminin, gazlaşma ve bozunma reaksiyonlarına karşı olabilecek en kısa mesafe içinde gerçekleşmesi gerekmektedir.

## Toplanan Madde Kalitesi

Biyogaz tesislerinde en önemli parametre tesise giren atık türünün karakterizasyonudur. Tesis tasarımı yapılırken giren ürünün %KM miktarı, giren ürünün türü gibi kavramlar ne kadar biyogaz oluşacağı, elde edilecek atığın türü, kullanılacak su miktarı ve tank hacmi gibi bir çok parametreyi etkilemektedir. Bu nedenle ürün kalitesini belirli bir seviyede sabitlemek gerekmektedir. Bu kapsamda depolama kısmında yapılması gereken rutin kontroller ve ölçümler bulunmaktadır.

## Toplama Üniteleri Kalite Kontrolü(Avrupa Birliği 1089/2009 Kontrol Düzenlemesi Değişiklik 142/2011)

Örnek olarak Malkara İlçesi'nin Alaybey köyünde 910 adet büyükbaş hayvanın bulunduğu bir çiftlik ele alındığı takdirde, hayvanların günlük oluşturduğu gübrenin öncelikle ağırlık olarak analizi yapılması gerekmektedir. Teorik olarak 29 kg/gün kabul hesapta doğru olmakla birlikte tesislerdeki toplama şartları ve hayvan türlerinin değişimi ile birlikte farklılık göstermektedir.

Depolama için kullanılacak olan konteynerler üzerinde ağırlık yaklaşımı olabilmemesi amacı ile üzerinde işaretler bulunması gerekmektedir.

Toplama esnasında yetkili taşıyıcının çiftçiden aşağıdaki soruların cevaplarını alması gerekmektedir.

- 1) Kaç günlük atık biriktirildiği,
- 2) Hangi tür atıkların içerisinde olduğu(büyükbaş, keçi-koyun vs.)
- 3) İçerisine karışmış başka hayvan atığı yan ürünü mevcut mu? (hayvan derisi, kulağı vs.)
- 4) Hayvan beslemesinde kullanılan hormonlar, ilaçlar vs.

Atıklar toplanırken kalitenin bozulmaması hedefiyle depolama kısmında anlatılan hayvan atıkları ile deri, yün kulak, boynuz gibi atıklar ayrı toplanmalıdır. Sistem içerisinde arışım oluşturmaması gerekir.

Atık kalitesinin standardize edilmesi ve homojenliğin sağlanmasının en önemli kriterlerinden biri de modern çiftliklerin kurulması, hayvancılıkta modernizasyona gidilmesi gerekmektedir. Modern hayvancılıkla ilgili özet bilgiler **Türkiye’de Mevcut Ahırlar** kısmında verilmiştir.

### **Türkiye’deki Besi Çiftlikleri Hayvan Yetiştirme Durumu ve Kalite Artırıcı Öneriler**

Küçük ahırlar ev tipi üretim yapan yerler için gübre elde etme işlemi çok zor olmaktadır. Hayvanların dışarda otlaması ile birlikte biyogaz için gerekli gübre toplama konusu problem teşkil etmektedir. Bu nedenle küçük çiftliklerden ziyade büyük ticari besi çiftliklerinden biyogaz toplaması uygun olacaktır.

Ancak Türkiye’deki tarım uygulamalarından halen istenilen modern seviyeye ulaşılmamıştır. Kalkınma ajansları, Tarım Bakanlığı’nın teşvikleri çiftlik modernizasyonu ile ilgili pozitif katkılar sağlasa da istenilen düzeyde değildir. Türkiye’deki ahırlar aşağıdaki resim 3.5’te gösterildiği gibi halen gübrenin istenilen şekilde toplanabilmesi açısından uygun gözükmemektedir. Ancak Tekirdağ bölgesinde özellikle Malkara ve Muratlı bölgelerinde modern çiftlikler bulunmaktadır.



**Resim 3.5** Türkiye’de Mevcut Ahır Görünümü



**Resim 3.6.**Almanya’da Modern Bir Çiftliğin Zemin Görünümü



**Resim 3.7.**Malkara İlçesi’nden Modern Bir Ahır Görünümü



**Resim 3.8** Modern Ahırlarda Zemin Temizliği İçin Sıyırıcı Sistem



**Resim 3.9.** Muratlı İlçesi'nden Modern Bir Ahr Görünümü



**Resim 3.10.**Modern Bir Ahır Görünümü

Modern çiftliklerde de halen biyogazın zeminden toplanması problemleri bulunmaktadır. Resim 3.10’da belirtildiği şekillerde toplanmaktadır.

Bu toplama ve sıyırma işlemi için kullanılan bant yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Ancak taşıma ve suyla temizlenme nedenleri ile yapılırlar kimliğe ulaşmaktadır.

Almanya özellikle biyogaz üretimi konusunda yaptığı modernizasyon çalışmaları ile, çiftliklerde zeminin tamamen ızgara ile kaplandığı modeller üzerinde çalışmaktadır. Bu sistemler ile çok fazla su kullanmadan %90'lara varan verimde gübre toplanabilme ve depolanabilmektedir.

Biyogaz veriminin artması konusunda hayvan çiftliklerinin durumu çok önemlidir. Bu nedenle çiftçiler devlet destekli fonlara yönlendirilmeli ve eğitim almaları sağlanmalıdır. Çiftlik modernizasyonu teşvik edilmelidir.

Çiftlik içerisinde atıklar 3 kategori halinde toplanmalıdır. Bu toplama düzeneğine göre tesis içerisinde düzenleme yapılması gerekmektedir.

Bu kategoriler;

- 1) Sadece hayvan dışkıları
- 2) Hayvan tüketimi amaçlı kullanılabilir olan yan ürünler
- 3) İnsanı kullanım-tüketim amaçlı ürünler(deri, iškembe, yün vs.)

Bu ayrımla beraber atık kalitesine yaklaşık bir standart getirilmiş olur.

#### 4. ATIK MİKTARINA GÖRE BELİRLENECEK KAPASİTEDE TEKİRDAĞ İLİNDE KURULACAK BİOKÜTLE ENERJİ TESİSİ İÇİN EN AZ 3 ADET ALTERNATİFLİ TESİS VE UYGUN YER ÖNERİSİNDE BULUNARAK ÖN FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARININ YAPILMASI

Bu kısımda il genelinde bulunan atık potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla kurulabilecek tesislerin tasarımları, elektrik-gübre eldesi, tesislerin gelir-gider dengesi, tesislerin en az 3 alternatifli kurulabilecek yer seçimlerin yapılması ve harita üstünde gösterilmesi çalışmaları ile beraber amortisman süreleri ve duyarlılık analizleri yapılmıştır.

**Senaryo 1-2-3-4** için potansiyel ham maddenin yeterli miktarda olmasından dolayı 4, 2 ve 1 MW'lık tesisler seçilmiştir. Bu kapasitenin üstündeki tesisler için 3 adet alternatif yer belirlenemediği, kapasitenin altında kurulacak tesisler için amortisman sürelerinin istenilen seviyede olmadığı belirlenmiştir. Aynı zamanda kurulabilecek maksimum 4MW'lık kapasitedeki biyogaz enerjisi tesisi kurulumu Türkiye ve bölge için uygun bir yatırım olarak görülmektedir.

**Senaryo 5** için ise 400,200 ve 100kW'lık tesisler için tasarımlar yapılmıştır. Bu senaryoda il genelinde ham madde temininde problemlerin yaşanması beklenmektedir. Bu nedenle tasarımlara ilk olarak 200kW'lık bir tesis ile başlanmıştır. Ancak gelir gider dengesinin istenilen düzeyde karlılığı sağlayamadığı belirlenmiş ve kapasite küçültülerek giderler azaltılmaya çalışılmıştır.100kW'lık bir tesisin de istenilen mali fizibiliteyi sağlayamadığı belirlenmiştir. Bu nedenle ham madde toplama mesafeleri arttırılarak 400kW'lık tesis tasarımı yapılmıştır. Bu kapasitenin üstünde ham madde temini açısından, uygun bir yer belirlenememiştir.

**Senaryo 6** için ise, 10 büyükbaş hayvanı bulunan bir çiftliğin kullanabileceği ev tipi, düşük sermayeli ve uzun ömürlü sistemler seçilmiştir ve gelir gider tahminleri ortaya konmuştur.

Çalışmaların devamında 6 farklı senaryo için 3 adet alternatif tesis tasarımı(18 adet tesis için) yapılmış ve her senaryo için 3 adet alternatif tesis yeri belirlenmiş ve haritalar üzerinde gösterilmiştir. Kurulu gücü 4MW, 2MW,1MW, 400kW, 200kW, 100kW'lık tesisler için üretilecek elektrik ve gübre miktarları hesaplanmış ve bunlardan elde edilecek gelir belirlenmiştir.



Türkiye’de organik gübre kullanımı ile alakalı düzenlemeler henüz yapılmadığı, özellikle fiyatlandırma, nakliye ve kullanımı konusunda problemler bulunduğu için gübre gelirleri gerçekçi sonuçları engelleyebileceği düşüncesi ile gelir- gider ve amortisman süreleri analizlerine dahil edilmemiştir. Tesis amortisman süreleri belirlenirken elektrik gelirleri ve biyogaz tesisinin kuruluş maliyeti ve gelir- gider tahminleri ve duyarlılık analizi ortaya konmuştur.

#### **4.1. SENARYO 1: SADECE TARIM ATIKLARININ HAMMADDE OLARAK ALINDIĞINI ÖNGÖREN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Tekirdağ İl Tarım ve Hayvancılık Müdürlükleri’nden alınan bilgilere göre Tekirdağ ili tarım alanları, uygulamalara göre dağılımları ve üretim miktarları Tablo 3.3’te verilmiştir.

Veriler incelendiğinde, Tekirdağ İlinde ağırlıklı olarak ayçiçeği ve buğday yetiştiriciliği yoğun olarak yapıldığı görülmektedir. Bu iki bitkin toplamda yaklaşık %90 lık bir yetiştirilme payına sahiptir. Bu nedenle ilk etapta bir biyogaz tesisi planlanırken ayçiçeği ve buğday bitkilerinin atıklarına yönelmek ekonomik ve toplanabilirlik açısından fizibil olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3.4 verilerine dayanılarak buğday, arpa ve ayçiçeği üretimleri için hektar başına oluşan atık miktarlarını belirlemek mümkündür. Literatür verileri incelendiğinde buğday için hektar başına **2,5 ton saman atığı**, ayçiçeği için hektar başına **4,1 ton sap atığı** olduğu belirtilmektedir. Ancak Türkiye için DEMTK verileri incelendiğinde atık miktarlarının daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 3.4).

Tablo 3.2 ve Tablo 3.3 verileri kullanılarak Tekirdağ ilinde buğday ve ayçiçeği bitkilerinin atıkları hesaba katıldığı durumda tarla bitkileri yetiştirilmesine dayalı olarak toplam 276.349 hektar alanda günde yaklaşık olarak **803 ton/gün buğday atıkları**, **1.212 ton/gün ayçiçek atıkları oluşmaktadır**. Toplam olarak günde buğday ve ay çiçek için 2.015 ton/gün tarımsal atık potansiyeli bulunmaktadır. Toplanabilirlik oranının 0,6 kabul edildiğinde, Tekirdağ ilinde reel olarak bir günde toplanabilecek tarımsal atık miktarı 1.209 ton/gün mertebelerinde olur. Tablo 4.1’de gerçek toplanabilirlik oranına göre oluşan atıkların dağılımı verilmiştir.

**Tablo 4.1.**Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli Buğday ve Ayçiçeği Atık Miktarı

Atık Cinsi	Atık Miktarı (Kg/Gün)
Buğday(Saman)	481800
Ayçiçeği(Sap)	721200

### **3 Adet Alternatif Tesis ve 3 Adet Uygun Yer Belirlenmesi**

Sadece tarım atıklarının alındığı senaryolar için **4MW'lık 2MW'lık ve 1MW'lık** tesislerin kurulabileceği, amortisman süreçleri düşünülerek belirlenmiştir. Amortisman giderlerinde önemli kalemlerden birisi toplanacak ham maddenin tesise olan uzaklığına bağlı olarak nakliye gideri görülmektedir. Bu nedenle maksimum 10 km yarıçap düşünülerek etraftaki potansiyel atıklara göre tesis yerleri ve kapasiteleri belirlenmiştir.

#### **4.1.1.4MW'lık Tesisin Tasarımlarının Yapılması ve Yer Seçimi**

##### **4.1.1.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi**

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlansa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak seçilmiştir.

Bu tip üniteler ile diğer teknolojilerin olumlu ve olumsuz tarafları Tablo 4.2’de anlatılmıştır. Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.2**’de verilmiştir.

**Tablo 4.2.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.1.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### **1.Reaktör ve Karıştırıcılar**

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.2. Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfürün giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfirizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3. Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevirebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte ya da atıksu arıtma tesisi kurularak deşarj standartlarına kadar arıtılmaktadır.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararlı ve Pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.3.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretimi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin artırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır. Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir (Resim 4.1).



**Resim 4.1.**Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye (KM) kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayrıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir (Resim 4.2). Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



**Resim 4.2.**Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90'lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeye hazır hale gelir.

## 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyeye hazır kalıp haline gelmektedir(Resim 4.3).



**Resim 4.3.**Peletlenmiş gübre

#### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir (Resim 4.4).



**Resim 4.4.**Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.



#### 4.1.1.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

##### Elde Edilecek Enerji Miktarı

4 MW gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 48.000kg/gün ayçiçeği ve 32.000kg/gün buğday atığı beraber alınması gerekmektedir. Denklem (1) ve denklem(2)' den faydalanarak, 80.000kg/gün tarımsal atıktan 14.000 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 9802,8m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Kurulacak olan biyogaz tesisi kurulu gücü **4000.91kW** olacaktır. Bu enerjiyi sağlamak için uygun kojenerasyon ünitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen kojenerasyon ünitesinin enerji dönüşüm değerlerine göre elde edilen elektrik enerjisi ve ısı enerjisi değerleri belirlenecektir.

Tekirdağ İli ve İlçelerinde tarım atıklarının toplanabilirliği 0,6 oranı olarak kabul edildiği takdirde reel olarak 87,6 MW'lık bir potansiyel bulunduğu belirlenmiştir.(Tablo 4.3.) Bu nedenle 4MW enerji elde edebilmek için temin edilmesi gerekli miktarlar Tablo 4.4'te verilmiştir.

**Tablo 4.3.**Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Tesisleri Ayçiçeği ve Buğday Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

İl	Atık Türü	Atık Miktarı	Biyogaz Tesisi Sayısı
Tekirdağ	Ayçiçeği Sapı	48000kg/gün	<b>22Adet</b>
	Buğday Samanı	32000kg/gün	

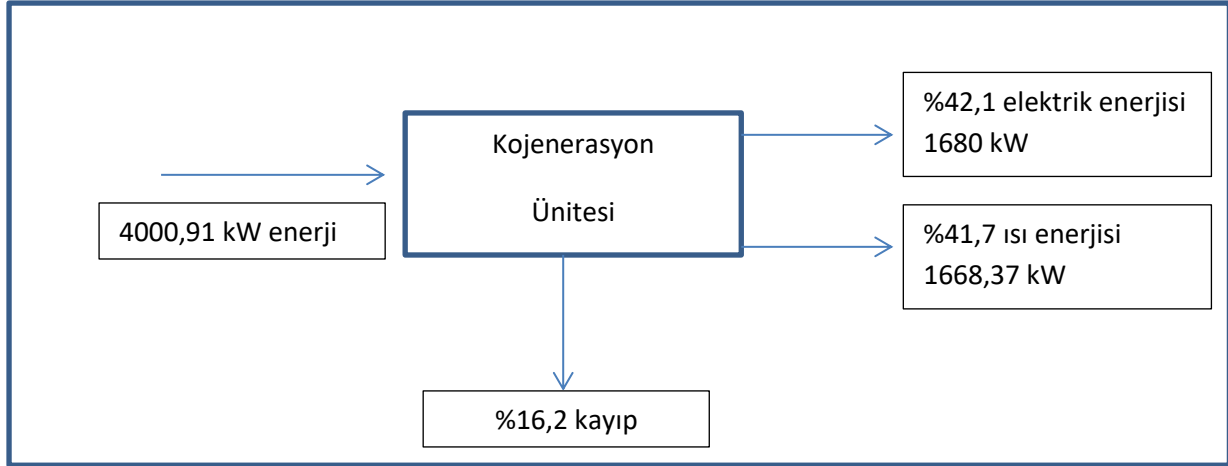
Tablo 4.4'te istenilen atık miktarını sağlamak için bölgede bulunması gereken atık miktarları gösterilmiştir. Yer seçiminde toplanabilirlik kriterleri göz önüne alınmıştır.

**Tablo 4.4.**Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Ayçiçeği ve Buğday Atık Miktarları

İl	Atık Türü	Atık Miktarı
Tekirdağ	Ayçiçeği Sapı	80.000kg/gün
	Buğday Samanı	53.336 kg/gün

## Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Biokütleden enerji elde edilmesi amacıyla, tesiste kullanılacak biyogaz kojenerasyon ünitesinde elektrik enerjisine çevrilecektir. Bu proje kapsamında Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık göstermektedir.



Şekil 4.4.Enerjinin Dönüşüm Şeması (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Elektrik enerjisi 1680 kW, elde edilen ısı enerjisi ise 1668,37 kW olarak hesaplanmıştır.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz’dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kWh başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 4MW

kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 1680 kWh elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.5'te verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiye'de mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

4 MW'lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 80 000 kg atık için günde, sulu hacim olarak 344 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 344 m<sup>3</sup>/gün dür. Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  $(344 \times \%5)/\%90 = 19 \text{ m}^3/\text{gün} \sim \mathbf{18.000 \text{ kg/gün}}$  olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: Net üretim  $\mathbf{18.000 \text{ kg/gün} \times \%67 \sim \mathbf{12 000 \text{ kg/gün}}$  mertebelerine olduğu belirlenmiştir.

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise : 12000 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

**: 4.351.680 TL mertebelerine olduğu belirlenmiştir.**

**Tablo 4.5** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>6.377.280 TL/yıl</b>
Organik Gübre*	<b>4.351.680 TL</b>
<b>Toplam</b>	<b>6.377.280 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.6.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	400.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	317.000
Kojenerasyon Bakımı	395.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	70.000
İş Gücü (1mühendis+3 Operatör)	216.000
Olası Nakliyat Giderleri	115.200 (10 km çap ve 16 kamyon/gün)
Amortisman Maliyeti(% 10)	1.290.000
<b>Gübre Tesisi İşletme Maliyetleri**</b>	<b>2.187.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>2.803.200TL/yıl</b>

*\*Tese yaklaşık 80 ton atık verilmektedir. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 320 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 320 tl, yıllık 115200TL nakliye gideri oluşur.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tablo 4.6’da 4MW’lık bir tesis için yaklaşık işletme maliyetleri hesaplanmıştır. Buna göre amortisman maliyetinden sonra en yüksek kalem tesisin bakım maliyetleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### 4.1.1.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi

Amortisman maliyeti hesaplanırken tesisin gelir ve giderlerinin bulunması gerekmektedir. Tablo 4.7 ve 4.8’de gelir-gider hesapları ortaya konmuştur.

**Tablo 4.7.**Tesislerin Kuruluş Maliyeti

<b>Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu</b>	<b>Fiyat (TL)</b>
Proje sistem planlama maliyeti	355.000
Digester Sistemi	3.853.142
Karıştırma Donanımı	213.043
Hammadde Yükleme Sistemi	287.850
Digester Tankı Isıtma sistemi	376.491
Basınçlı Hava Sistemi	17.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	778.430
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	1.001.421
Co-Genarator Ünitesi	3.887.432
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	774.800
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	1.050.220
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	90.000
Organik Gübre Ayırıcısı	215.676
<b>Gübre Tesisi Kuruluş Maliyetleri*</b>	<b>3.400.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>12.900.905 TL</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

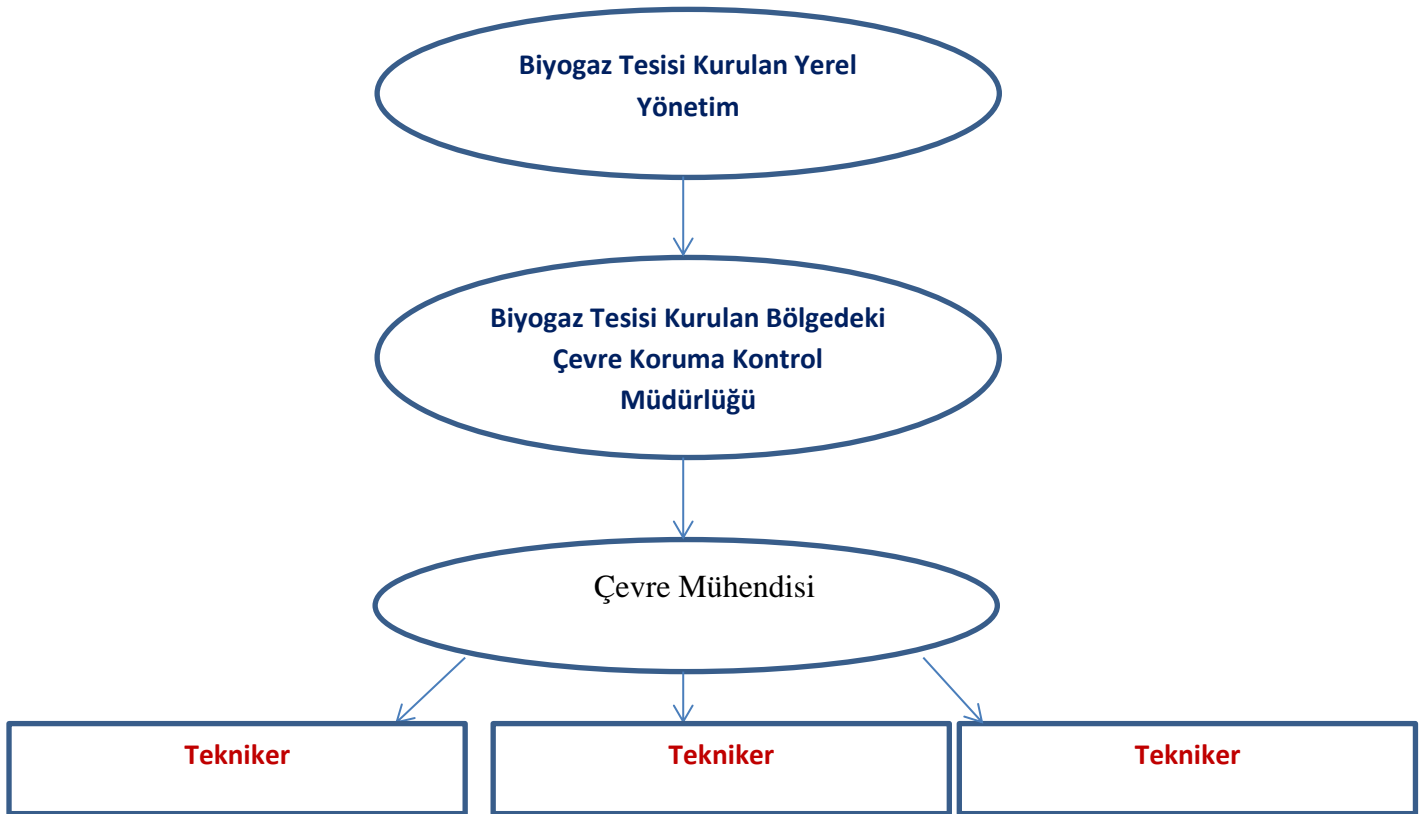
Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.8’de verilmiştir.

**Tablo 4.8.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
6.377.280 TL/yıl	2.803.200	<b>3.574.080</b>

Amortisman süresi ise 3,5 yıl (12.900.905 TL / 3.574.080TL) olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### 4.1.1.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması



**Şekil 4.5.** Kurulabilecek 4MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesis yerel yönetime veya özel işletmeye bağlı olarak 1 adet mühendis 3 adet tekniker ile işletilebilecektir.

#### 4.1.1.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

#### 4 MW LİK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 4MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 4MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.9. Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>6,377,280.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>400,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>317,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>395,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>70,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>216,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>115,200.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>1,290,000.0 TL</b>

**Tablo 4.10. Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		3,574,080.0 TL
-5%	6,058,416.0 TL	3,255,216.0 TL
0%	6,377,280.0 TL	3,574,080.0 TL
5%	6,696,144.0 TL	3,892,944.0 TL

**TYNK: Toplam Yıllık Net Kar**

**Tablo 4.11.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		3,574,080.0 TL
-5%	190,000.0 TL	3,784,080.0 TL
0%	200,000.0 TL	3,774,080.0 TL
5%	210,000.0 TL	3,764,080.0 TL

**Tablo 4.12.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		3,574,080.0 TL
-5%	91,200.0 TL	3,799,880.0 TL
0%	96,000.0 TL	3,795,080.0 TL
5%	100,800.0 TL	3,790,280.0 TL

**Tablo 4.13.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		3,574,080.0 TL
-5%	109,250.0 TL	3,859,830.0 TL
0%	115,000.0 TL	3,854,080.0 TL
5%	120,750.0 TL	3,848,330.0 TL

**Tablo 4.14.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		3,574,080.0 TL
-5%	47,500.0 TL	3,596,580.0 TL
0%	50,000.0 TL	3,594,080.0 TL
5%	52,500.0 TL	3,591,580.0 TL



**Tablo 4.15. Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		3,574,080.0 TL
-5%	156,750.0 TL	3,633,330.0 TL
0%	165,000.0 TL	3,625,080.0 TL
5%	173,250.0 TL	3,616,830.0 TL

**Tablo 4.16. Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		3,574,080.0 TL
-5%	228,000.0 TL	3,461,280.0 TL
0%	240,000.0 TL	3,449,280.0 TL
5%	252,000.0 TL	3,437,280.0 TL

**Tablo 4.17. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

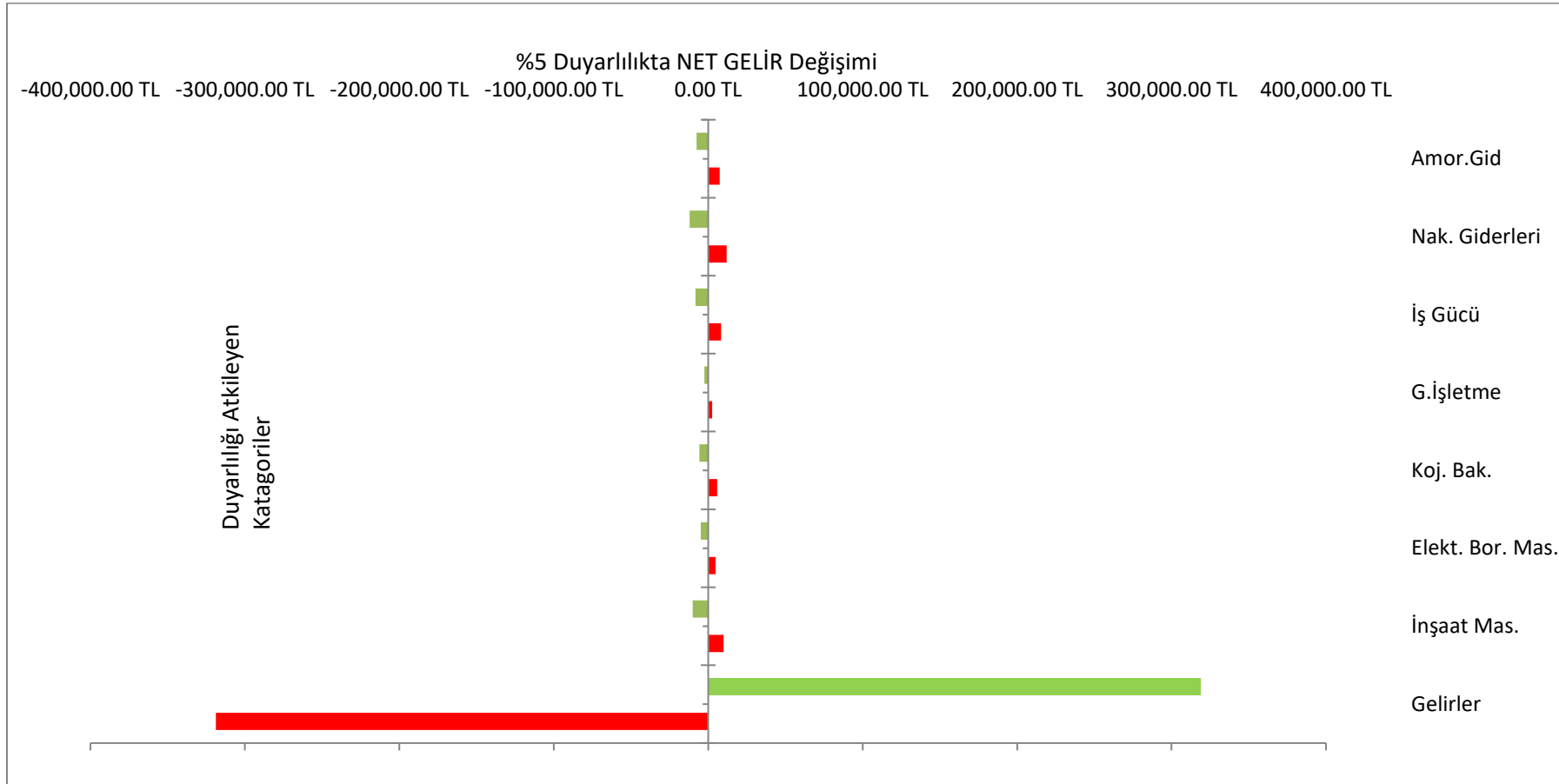
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		3,574,080.0 TL
-5%	142,500.0 TL	4,721,580.0 TL
0%	150,000.0 TL	4,714,080.0 TL
5%	157,500.0 TL	4,706,580.0 TL

**Tablo 4.18.Duyarlılık Tablosu**

Temel Saplama ile Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
3,255,216.0 TL	3,784,080.0 TL	3,799,880.0 TL	3,859,830.0 TL	3,596,580.0 TL	3,633,330.0 TL	3,461,280.0 TL	4,721,580.0 TL
3,574,080.0 TL	3,774,080.0 TL	3,795,080.0 TL	3,854,080.0 TL	3,594,080.0 TL	3,625,080.0 TL	3,449,280.0 TL	4,714,080.0 TL
3,892,944.0 TL	3,764,080.0 TL	3,790,280.0 TL	3,848,330.0 TL	3,591,580.0 TL	3,616,830.0 TL	3,437,280.0 TL	4,706,580.0 TL

**Tablo 4.19.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-318,864.0 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	318,864.0 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL
Fark	637,728.0 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.6. 4MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 4MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.1.1.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

Sadece tarım atıkları kullanılarak 10km yarı çap içerisinde yer alan bölgeler dikkate alınarak 4MW'lık bir biyogaz tesisinin kurulabilmesi için belirlenen yerler tespit edilmiş ve Şekil 4.7 de gösterilmiştir.

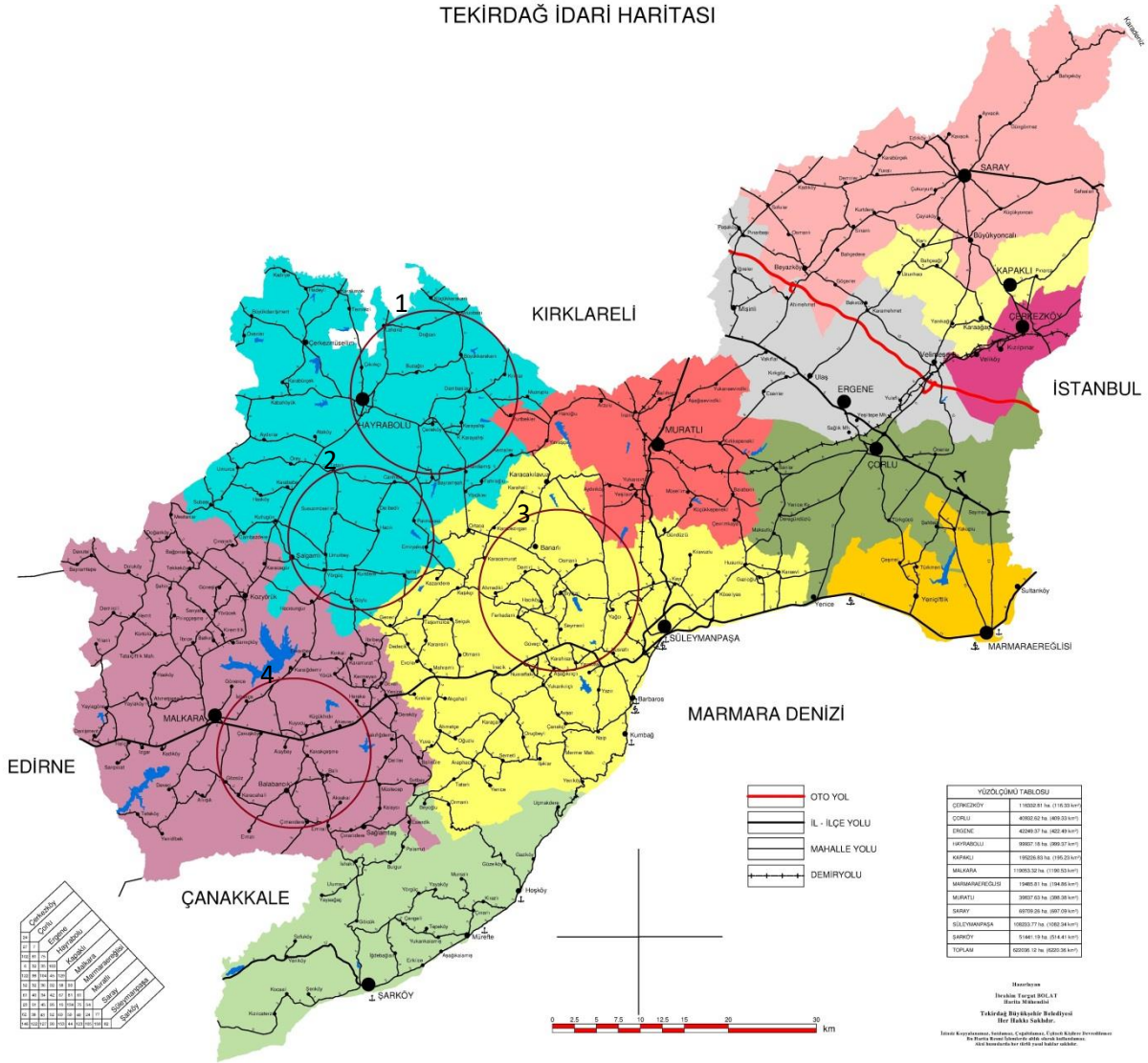
1 Numaralı Bölgede: Hayrabolu ilçesi **Doğcalı, .Büyükkarakarlı, Buzağcı, Dambaslar, Kılıçlar, Çıkrıkçı, Çeneköy, Karayahşi, Lahana ( bir kısmı), Avluobası (bir kısmı), Yurtbekler (Muratlı İlçesi)** Mahalleleri ,

2 Numaralı Bölgede: Hayrabolu İlçesi **Susuzmüsellim, Şalgamlı, Umurbey, Yörgüç, Kurtdere, Soylu, İsmaili, Emiryakup (bir kısmı)Parmaksız, Hacılı, Delibedir, Canhıdır, Tatarlı (bir kısmı)** Mahalleleri ortak olarak bu potansiyeli karşılayabilmektedir.

3 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi **Banarlı, Osmanlı, Demirli, Ahmedikli, Hacıköy, Ferhadanlı, Bıyıkali, Güveçli, Seymenli, Karahisar, Yayabaşı, Yağcı, Aşağıkılıçlı** Mahalleleri ortak olarak 4MW'lık tesis için atık temin edebilecek potansiyeli bulundurmaktadır.

4 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi **Alaybey, Aksakal, Ahievren, Ballı, Balabancık, Çimendere, İshakça, Çavuşköy, Gözsüz, Karacahalil, Kavakçeşme, Kuyucu, Küçükhıdır** Mahalleleri ortak olarak sadece tarım atıklarından 4MW'lık tesis kurulabilmesi için gerekli potansiyeli bulundurmaktadır.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



Şekil 4.7. 4MW'lık Sadece Tarım Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

## 4.1.2. 2MW'lık Tesisin Tasarımlarının Yapılması ve Yer Seçimi

### 4.1.2.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi **yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.**

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin **fiziki, siyasi, eğitim** yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak seçilmiştir.

Bu tip üniteler ile diğer teknolojilerin olumlu ve olumsuz tarafları Tablo 4.20'de anlatılmıştır. Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye'de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW'lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW, 200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.20** de verilmiştir.

**Tablo 4.20.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.8.** Türkiye'de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

## 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.9.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünites kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfürün giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.



### 3.Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevirebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte ya da arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararlı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.10.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

## Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci

### 1. Ayırma

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin artırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir.



**Resim 4.5.**Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

### 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



**Resim 4.6.**Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90'lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyeyle hazır kalıp haline gelmektedir.



**Resim 4.7.**Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.8.Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.1.2.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

##### Elde Edilecek Enerji Miktarı

Sadece tarım atıkları kullanılarak 2MW gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 24.0000kg/gün ayçiçeği ve 16.000kg/gün buğday atığı beraber alınabilecektir. Denklem (1) ve denklem(2)' den faydalanarak, 40.000kg/gün tarımsal atıktan 7.502 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 4.900,7m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Kurulacak olan biyogaz tesisi kurulu gücü **2005.78kW** olacaktır. Bu potansiyeli elektrik enerjisine çevirebilmek için kojenerasyon ünitesi kullanılacaktır. Belirlenen kojenerasyon ünitesinin enerji dönüşüm değerlerine göre elde edilen elektrik enerjisi ve ısı enerjisi değerleri belirlenecektir.

Toplam atık potansiyeli düşünüldüğünde 0,6 lık toplanabilirlik oranı kabul edildiği takdirde 87,6 MW'lık bir potansiyel bulunmaktadır. Tablo 4.21'de ilde 2MW'lık sadece tarımsal atıklardan kurulabilecek tesis sayısı verilmiştir.

**Tablo 4.21.**Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri Reel Ayçiçeği ve Buğday Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

İl	Atık Türü	Atık Miktarı	Biyogaz Tesisi Sayısı
Tekirdağ	Ayçiçeği	24000kg/gün	<b>43 Adet</b>
	Buğday	16000kg/gün	

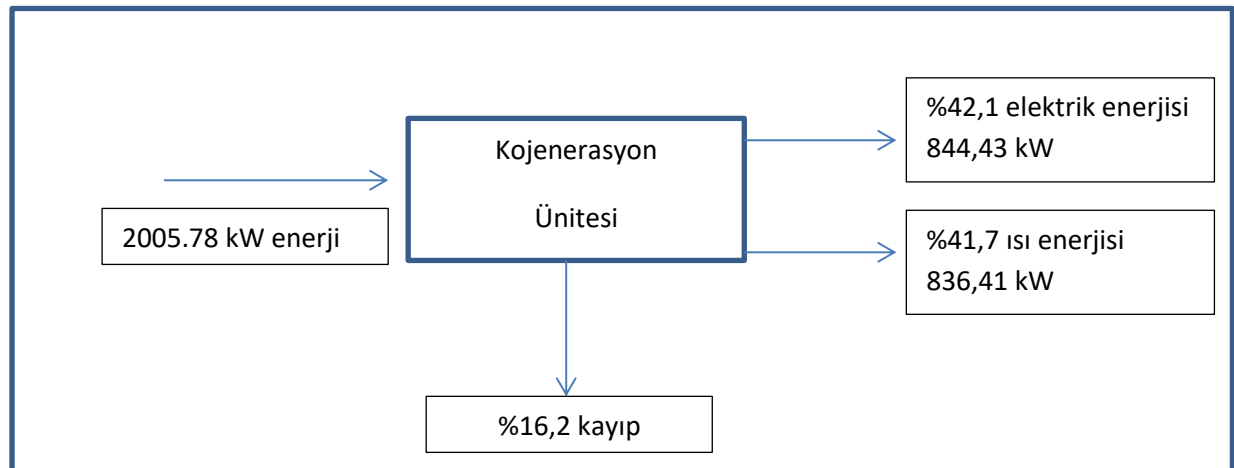
**Tablo 4.22.0.6** Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Ayçiçeği ve Buğday Atık Miktarları

İl	Atık Türü	Atık Miktarı
Tekirdağ	Ayçiçeği Sapı	40.000kg/gün
	Buğday Samanı	26.668 kg/gün

Tablo 4.22'de 2MW'lık tesisin kurulacağı bölgede bulunması gereken atık miktarı verilmiştir.

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.11.**Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2015 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Bu hesaplamalara göre 40.000kg/gün tarımsal atık ile kurulabilecek biyogaz tesisinde toplanan atıklardan 844,43 kW elektrik enerjisi elde etme imkanı vardır.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kWh başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 2 MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 844,43 kWh elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.22'de verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir). Bu sayede tesisin gelirleri tablo 4.23'de belirtilmiştir.

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiye'de mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübre talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

2MW'lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 40 000 kg atık için günde, sulu hacim olarak 172 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı;

%5 Katı madde oranında 172 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı; (172 x %5)/%90 = 9,5 m<sup>3</sup>/gün ~ **9.000 kg/gün** olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim **9000 kg/gün x %67 ~ 6 000 kg/gün** mertebelerinde olduğu belirlenmiştir.

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise : 6.000kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

: **2.265.840 TL** mertebelerinde olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.23.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>3.205.456 TL/yıl</b>
<b>Organik Gübre*</b>	<b>2.265.840 TL/yıl</b>
<b>Toplam</b>	<b>3.205.456 TL/yıl</b>

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

**Tablo 4.24. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

<b>İşletme Parametreleri</b>	<b>Fiyat (TL/yıl)</b>
İnşaat İşleri Bakımı	360.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	178.000
Kojenerasyon Bakımı	188.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	70.000
İş Gücü (1 mühendis+3 Operatör)	216.000
Olası Nakliyat Giderleri	57.600 (10 km çap ve 8kamyon/gün)
Amortisman Maliyeti(% 10)	738.000
<b>Organik Gübre*</b>	<b>1.456.560</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>2.211.000 TL/yıl</b>

*\*Yaklaşık 40 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk romörkler kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 160 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 160 tl, yıllık 57.600TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tesisin bakım ve amortisman maliyetleri en yüksek kalem olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### **4.1.2.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi**

##### **Kuruluş Maliyeti**

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Üretim Tesislerinde ekonomik maliyetler yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri diye iki kısımda ele alınmıştır. Kurulması planlanan Biyogaz Üretim Tesisinin ilk yatırım maliyetleri Tablo 4.25'te verilmiştir.



**Tablo 4.25.**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri

<b>Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu</b>	<b>Fiyat (TL)</b>
Proje sistem planlama maliyeti	320.000
Digester Sistemi	1997.345
Karıştırma Donanımı	400.016
Hammadde Yükleme Sistemi	174.811
Digester Tankı Isıtma sistemi	192.356
Basınçlı Hava Sistemi	9.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	431.889
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	453.432
Co-Generator Ünitesi	2103.142
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	518.876
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	567.771
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	31.200
Organik Gübre Ayırıcısı	187.767
<b>Organik Gübre*</b>	<b>1.940.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>7.388.005</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.26'da verilmiştir.

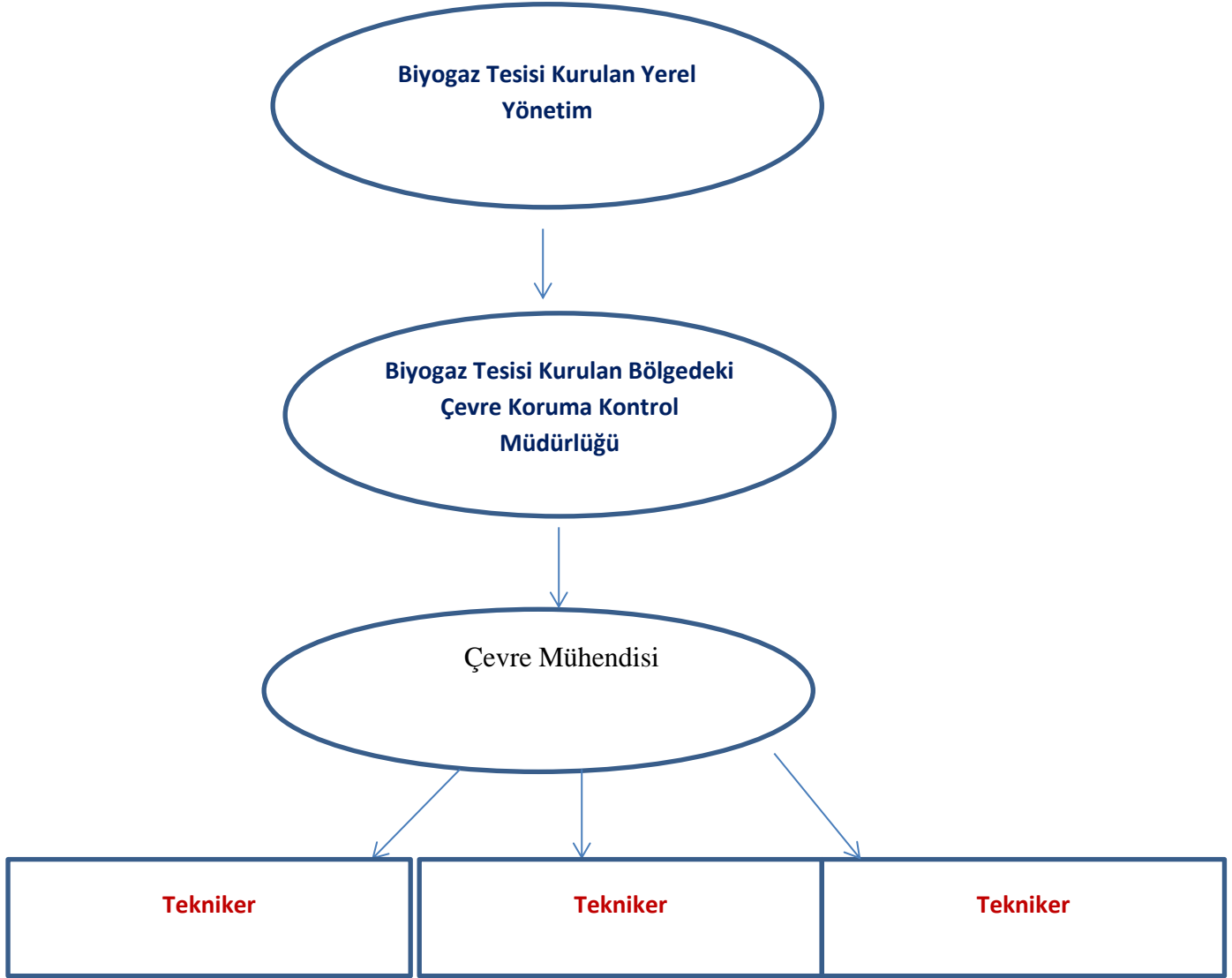
**Tablo 4.26.**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

<b>Gelir(TL/yıl)</b>	<b>İşletme(TL/yıl)</b>	<b>Kâr(TL/yıl)</b>
<b>3.205.456 TL/yıl</b>	<b>1.807.600</b>	<b>1.397.856</b>

Tekirdağ İline kurulacak her biyogaz tesisi için yıllık 1.397.856TL kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

Amortisman süresi ise 5,4 yıl (7.388.05 /1.397.856) olarak ön görülmektedir.

#### 4.1.2.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması



Şekil 4.12. Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesis 1 Çevre Mühendisi 3 tekniker ile işletilebilecektir.

#### 4.1.2.5.Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

#### 2MW'LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 2MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 2MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.27.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>3,205,456.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>360,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>178,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>188,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>70,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>216,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>57,600.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>738,000.0 TL</b>

**Tablo 4.28.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TANK
		1,397,856.0 TL
-5%	3,045,183.2 TL	1,237,583.2 TL
0%	3,205,456.0 TL	1,397,856.0 TL
5%	3,365,728.8 TL	1,558,128.8 TL

**TYNK : Toplam Yıllık Net Kar**

**Tablo 4.29.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		1,397,856.0 TL
-5%	190,000.0 TL	1,567,856.0 TL
0%	200,000.0 TL	1,557,856.0 TL
5%	210,000.0 TL	1,547,856.0 TL

**Tablo 4.30.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		1,397,856.0 TL
-5%	91,200.0 TL	1,484,656.0 TL
0%	96,000.0 TL	1,479,856.0 TL
5%	100,800.0 TL	1,475,056.0 TL

**Tablo 4.31.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		1,397,856.0 TL
-5%	109,250.0 TL	1,476,606.0 TL
0%	115,000.0 TL	1,470,856.0 TL
5%	120,750.0 TL	1,465,106.0 TL

**Tablo 4.32.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		1,397,856.0 TL
-5%	47,500.0 TL	1,420,356.0 TL
0%	50,000.0 TL	1,417,856.0 TL
5%	52,500.0 TL	1,415,356.0 TL

**Tablo 4.33.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		1,397,856.0 TL
-5%	156,750.0 TL	1,457,106.0 TL
0%	165,000.0 TL	1,448,856.0 TL
5%	173,250.0 TL	1,440,606.0 TL

**Tablo 4.34.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		1,397,856.0 TL
-5%	228,000.0 TL	1,227,456.0 TL
0%	240,000.0 TL	1,215,456.0 TL
5%	252,000.0 TL	1,203,456.0 TL

**Tablo 4.35. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

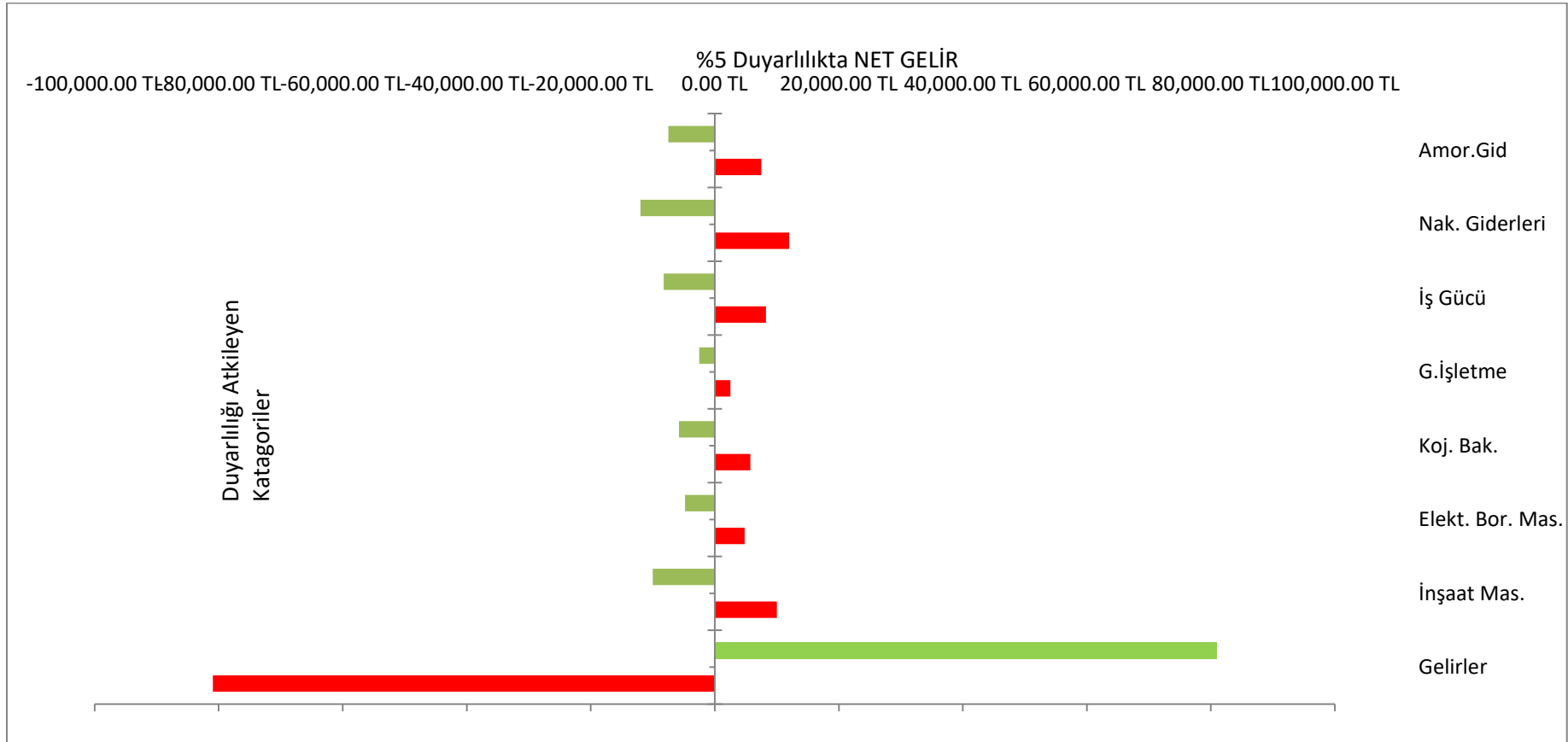
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		1,397,856.0 TL
-5%	142,500.0 TL	1,993,356.0 TL
0%	150,000.0 TL	1,985,856.0 TL
5%	157,500.0 TL	1,978,356.0 TL

**Tablo 4.36.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
-269,798.9 TL	1,567,856.0 TL	1,484,656.0 TL	1,476,606.0 TL	1,420,356.0 TL	1,457,106.0 TL	1,227,456.0 TL	1,993,356.0 TL
-188,862.0 TL	1,557,856.0 TL	1,479,856.0 TL	1,470,856.0 TL	1,417,856.0 TL	1,448,856.0 TL	1,215,456.0 TL	1,985,856.0 TL
-107,925.1 TL	1,547,856.0 TL	1,475,056.0 TL	1,465,106.0 TL	1,415,356.0 TL	1,440,606.0 TL	1,203,456.0 TL	1,978,356.0 TL

**Tablo 4.37.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu									
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid	
	-160,272.8 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL	
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	
	160,272.8 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL	
Fark	320,545.6 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL	
Duyarlılık Sıralaması		1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.13. 2MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 2MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.1.2.6. 2MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

Sadece tarım atıkları kullanılarak 10km yarı çap içerisinde yer alan bölgeler dikkate alınarak 2MW'lık bir biyogaz tesisinin kurulabilmesi için belirlenen yerler tespit edilmiş ve Şekil 4.14 de gösterilmiştir.

1 Numaralı Bölgede: Saray ve Ergene ilçeleri **Beyazköy, Bahçedere, Osmanlı, Göçerler, Ahimehmet, Bakırca** Mahalleleri 2MW'lık tesisi karşılayabilecek kapasitede bulunmaktadır.

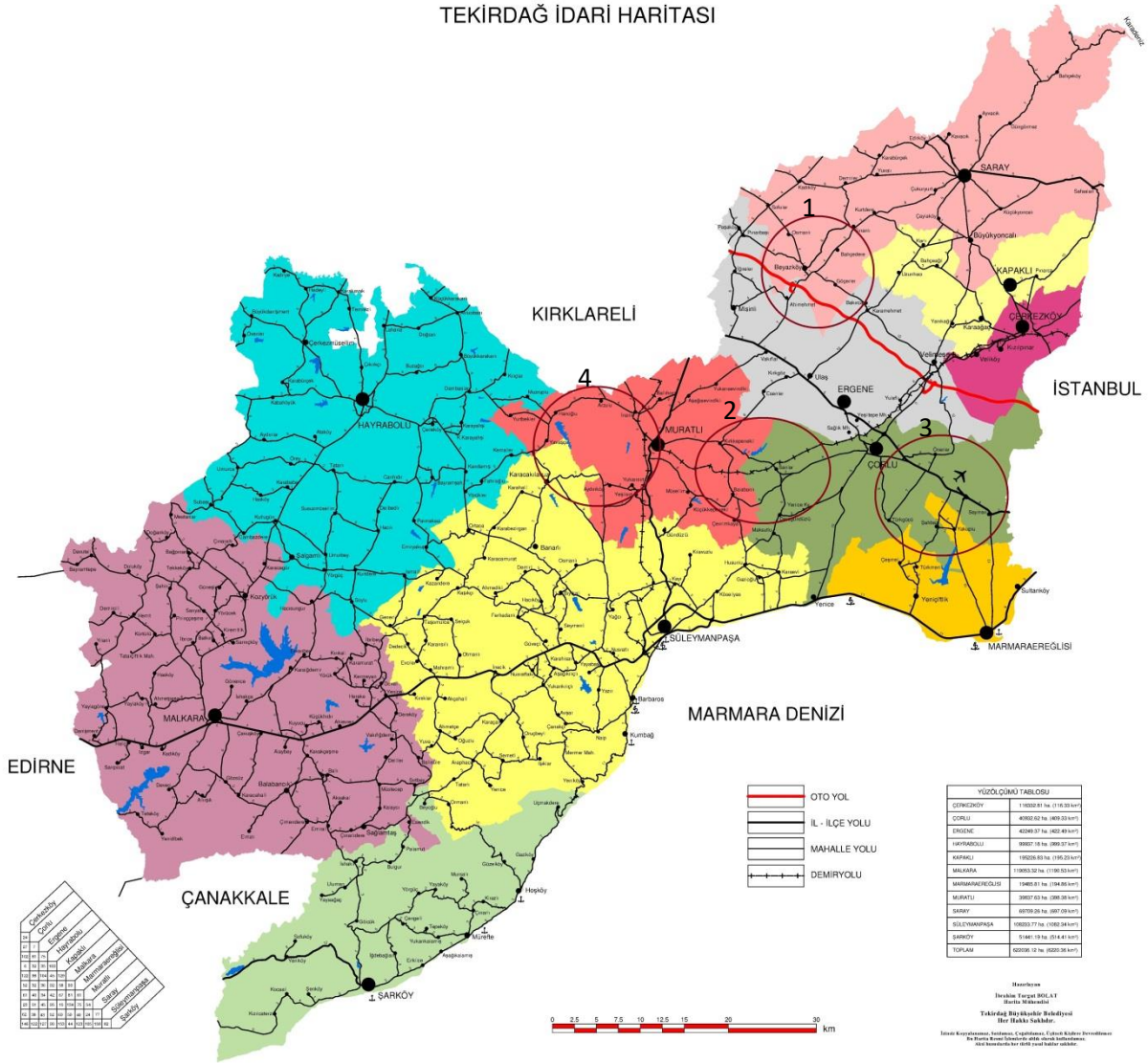
2 Numaralı Bölgede: Çorlu ve Muratlı İlçeleri'nde **Sarılar, Deregündüzü, Kırkkepenekli, Balabanlı, Çevrimkaya (bir kısmı)** ortak olarak 2MW'lık tesis için atık temin edebilecek potansiyeli bulundurmaktadır.

3 Numaralı Bölgede: Çorlu ve Marmara Ereğlisi İlçeleri'nde **Önerler, Seymen, Şahbaz, Türkgücü, Yakuplu** Mahalleleri ortak olarak sadece tarım atıklarından 2MW'lık tesis kurulabilmesi için gerekli potansiyeli bulundurmaktadır.

4 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa ve Muratlı İlçeleri'nde **Arzulu, İnanlı, Hanoğlu, Yavaşca, Aydınköy, Yukarısirt, Karacakılavuz** ortak olarak 2MW'lık tesis için atık temin edebilecek potansiyeli bulundurmaktadır.



TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



Şekil 4.14. 2MW'lık Sadece Tarım Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

### 4.1.3. 1MW'lık Tesisin Tasarımlarının Yapılması ve Yer Seçimi

#### 4.1.3.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi **yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.**

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin **fiziki, siyasi, eğitim** yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak seçilmiştir..

Bu tip üniteler ile diğer teknolojilerin olumlu ve olumsuz tarafları tablo 4.38'de anlatılmıştır. Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye'de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlardan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.38** de verilmiştir.

**Tablo 4.38.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.15.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

## 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.16.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfürün giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

### 3.Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir yada seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevirebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



Şekil 4.17. Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

## Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci

### 1. Ayırma

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin artırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir.



Resim 4.13. Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

### 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.14.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyeyle hazır kalıp haline gelmektedir.



Resim 4.15..Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.16. Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.1.3.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

##### Elde Edilecek Enerji Miktarı

1 MW gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 12.000kg/gün ayçiçeği ve 8.000kg/gün buğday atığı beraber alınabilecektir. Denklem (1) ve denklem(2)' den faydalanarak, 20.000kg/gün tarımsal atıktan 3.501m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 2.450,7m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Kurulacak olan biyogaz tesisi kurulu gücü **1010.91kw** olacaktır. Bu enerjii sağlamak için uygun kojenerasyon ünitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen kojenerasyon ünitesinin enerji dönüşüm değerlerine göre elde edilen elektrik enerjisi ve ısı enerjisi değerleri belirlenecektir.

0,6 lık toplanabilirlik oranı kabul edildiği takdirde 87,6 MW'lık bir potansiyel bulunmaktadır.



**Tablo 4.39.**Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri! Ayçiçeği ve Buğday Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

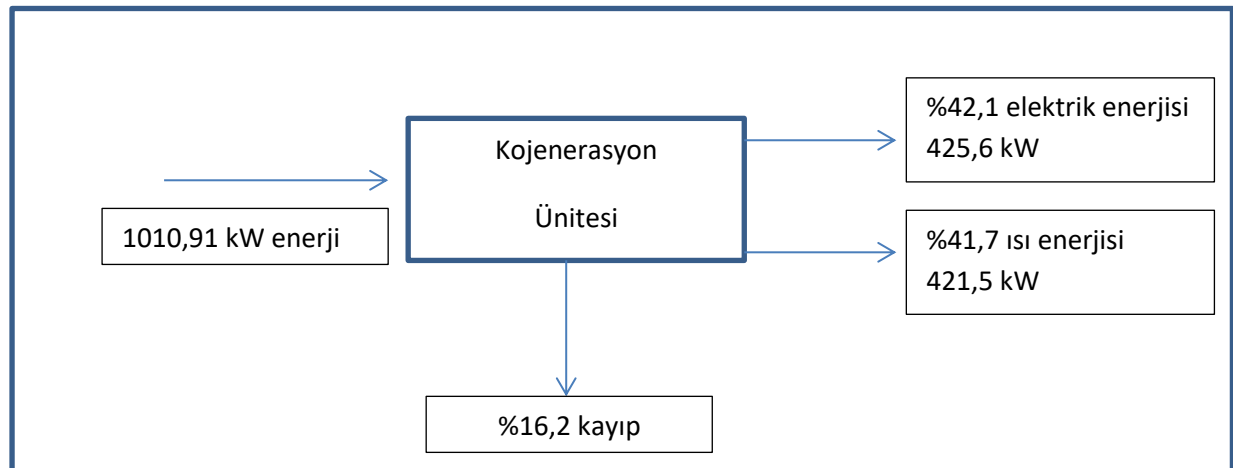
İl	Atık Türü	Atık Miktarı	Biyogaz Tesisi Sayısı
Tekirdağ	Ayçiçeği	12000kg/gün	<b>87 Adet</b>
	Buğday	8000kg/gün	

**Tablo 4.40.**Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Olması Gereken Ayçiçeği ve Buğday Atık Miktarları

İl	Atık Türü	Atık Miktarı
Tekirdağ	Ayçiçeği Sapı	20.000kg/gün
	Buğday Samanı	13.334kg/gün

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.18.**Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2015 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Elektrik enerjisi 425,6 kW, elde edilen ısı enerjisi ise 421,5 kW olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre 20.000kg/gün tarımsal atık ile kurulabilecek biyogaz tesisinde toplanan atıklardan 425,6 kW elektrik enerjisi elde etme imkanı vardır.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kWh başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 1MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 452,6 kW elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.41'te verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir). Bu sayede tesisin gelirleri tablo 4.41'de belirtilmiştir.

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiye'de mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübre talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

1MW'lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 20 000 kg atık için günde, sulu hacim olarak 86 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı;

%5 Katı madde oranında 86 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  $(86 \times \%5)/\%90 = 4,75 \text{ m}^3/\text{gün} \sim \mathbf{4,500 \text{ kg/gün}}$  olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle:net üretim **4500 kg/gün x%67 ~ 3 000 kg/gün** mertebelerinde olabileceği görülmektedir .

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise :  $3.000\text{kg/gün} \times 1,049 \text{ TL/kg} \times 360 \text{ gün/yıl}$

: **1.148.655 TL/yıl** mertebelerinde olabileceği görülmektedir.

**Tablo 4.41**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>1.618.738 TL/yıl</b>
Organik Gübre*	1.148.655TL/yıl
<b>Toplam</b>	<b>1.618.738 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.42. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

<b>İşletme Parametreleri</b>	<b>Fiyat (TL/yıl)</b>
İnşaat İşleri Bakımı	200.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	96.000
Kojenerasyon Bakımı	115.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+2 Operatör)	165.000
Olası Nakliyat Giderleri	28.800
Amortisman Maliyeti(%5)	500.000
<b>Organik Gübre</b>	<b>971.110</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>1.016.000</b>

*\*Yaklaşık 20 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk romörkler kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 80 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 80 tl, yıllık 28800TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tablo 4.42'de tesisin giderleri gösterilmiştir. Buna göre en önemli gider kalemi bakım maliyetleri olarak görünmektedir.

#### 4.1.3.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Belirlenmesi

##### Kuruluş Maliyeti

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Üretim Tesislerinde ekonomik maliyetler yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri diye iki kısımda ele alınmıştır. Kurulması planlanan Biyogaz Üretim Tesisinin ilk yatırım maliyetleri Tablo 4.43'te verilmiştir.

**Tablo 4.43. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	320.285
Digester Sistemi	1097.142
Karıştırma Donanımı	213.028
Hammadde Yükleme Sistemi	94.811
Digester Tankı Isıtma sistemi	98.491
Basınçlı Hava Sistemi	6.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	201.028
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	252.251
Co-Genarator Ünitesi	989.142
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	281.085
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	267.771
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	17.142
Organik Gübre Ayırıcısı	105.828
<b>Organik Gübre*</b>	<b>1.100.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>4.944.411</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.44'te verilmiştir.

**Tablo 4.44.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

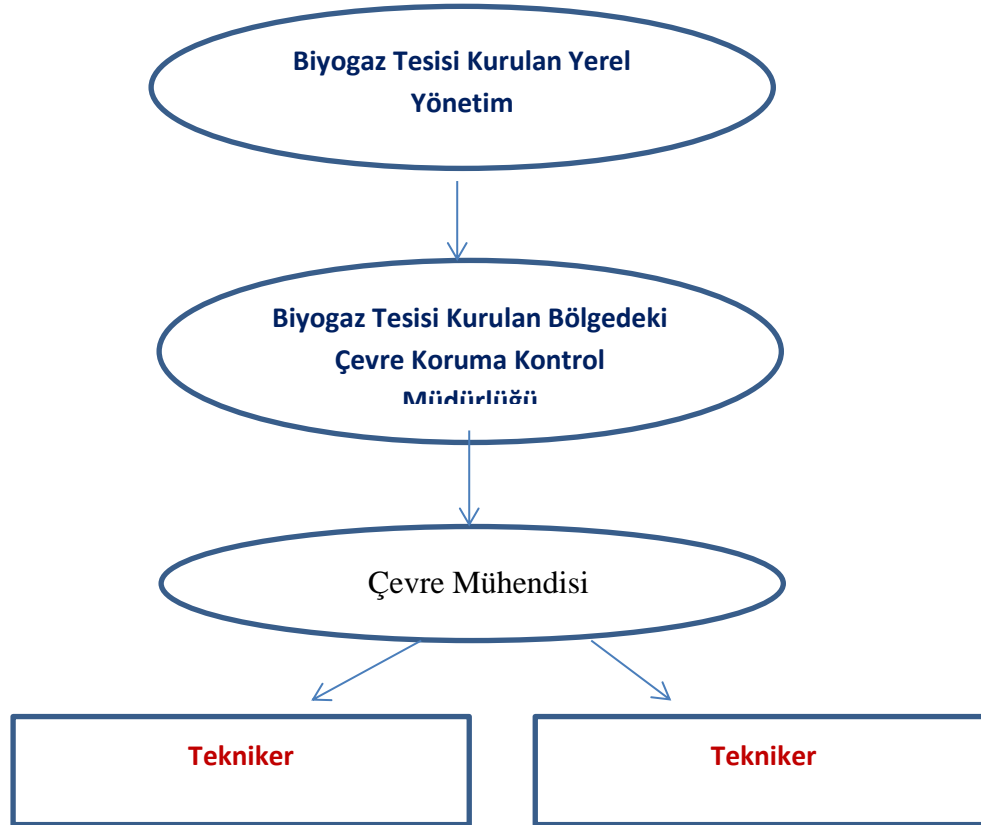
Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
1.618.738 TL/yıl	1.154.800	463.938

Tekirdağ İline kurulacak her biyogaz tesisi için yıllık 463.938TL kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

Amortisman süresi ise 10,5 yıl (4.944.411 /463.938) olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### 4.1.3.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması

Tesisin kurulması halinde kuruluşun organizasyon şeması Şekil 8.1'de gösterildiği gibi olacaktır.



**Şekil 4.19.** Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesis 1 adet mühendis 2 tekniker ile işletilebilir.

#### 4.1.3.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 1MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 1MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

#### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 1 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 1 MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 1 MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.46.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>1,618,738.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>200,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>96,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>115,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>165,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>28,800.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>500,000.0 TL</b>

**Tablo 4.47.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		463,938.0 TL
-5%	1,537,801.1 TL	383,001.1 TL
0%	1,618,738.0 TL	463,938.0 TL
5%	1,699,674.9 TL	544,874.9 TL

**Tablo 4.48.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		463,938.0 TL
-5%	190,000.0 TL	473,938.0 TL
0%	200,000.0 TL	463,938.0 TL
5%	210,000.0 TL	453,938.0 TL

**Tablo 4.49.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		463,938.0 TL
-5%	91,200.0 TL	468,738.0 TL
0%	96,000.0 TL	463,938.0 TL
5%	100,800.0 TL	459,138.0 TL

**Tablo 4.50.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		463,938.0 TL
-5%	109,250.0 TL	469,688.0 TL
0%	115,000.0 TL	463,938.0 TL
5%	120,750.0 TL	458,188.0 TL

**Tablo 4.51.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		463,938.0 TL
-5%	47,500.0 TL	466,438.0 TL
0%	50,000.0 TL	463,938.0 TL
5%	52,500.0 TL	461,438.0 TL



**Tablo 4.52. Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		463,938.0 TL
-5%	156,750.0 TL	472,188.0 TL
0%	165,000.0 TL	463,938.0 TL
5%	173,250.0 TL	455,688.0 TL

**Tablo 4.53. Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		463,938.0 TL
-5%	228,000.0 TL	264,738.0 TL
0%	240,000.0 TL	252,738.0 TL
5%	252,000.0 TL	240,738.0 TL

**Tablo 4.54. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

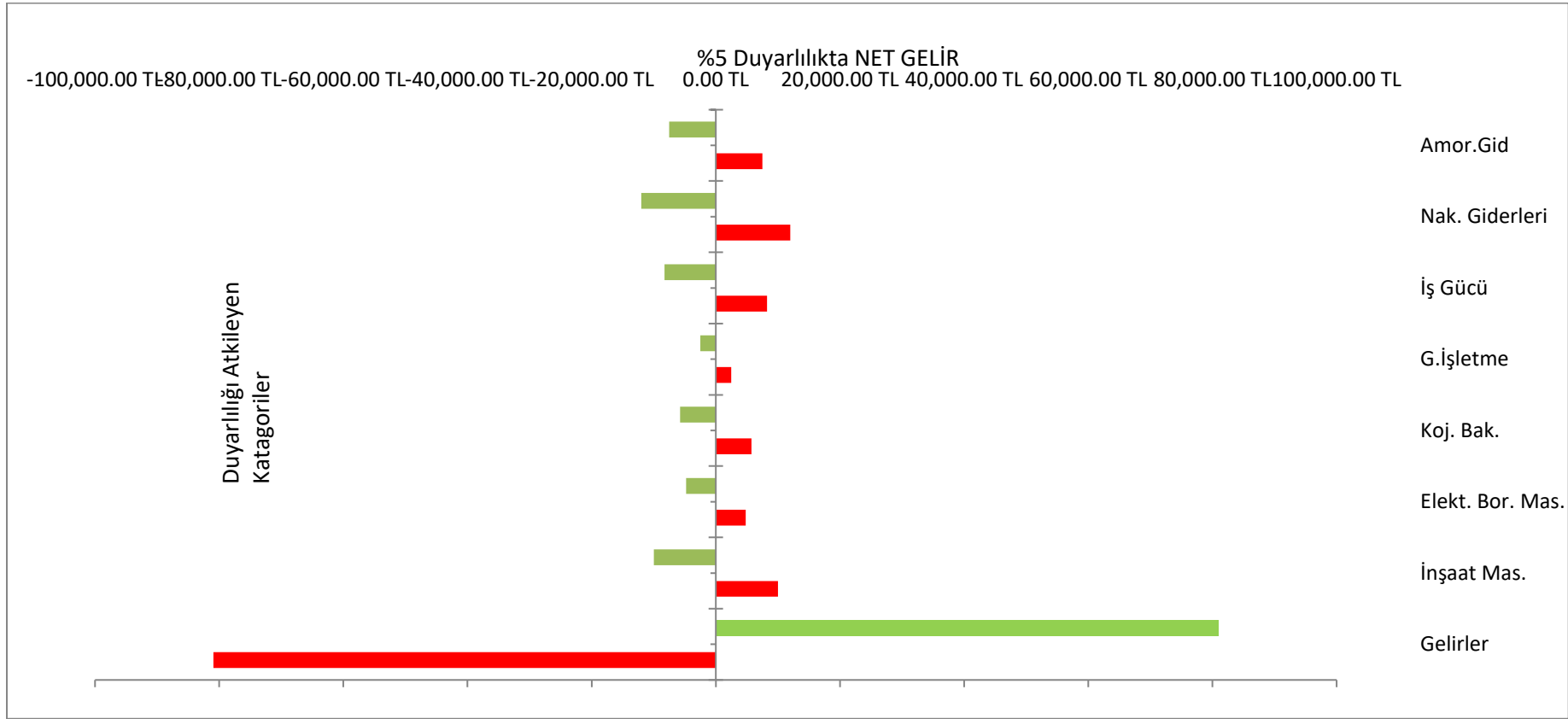
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		463,938.0 TL
-5%	142,500.0 TL	821,438.0 TL
0%	150,000.0 TL	813,938.0 TL
5%	157,500.0 TL	806,438.0 TL

**Tablo 4.55.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
383,001.1 TL	473,938.0 TL	468,738.0 TL	469,688.0 TL	466,438.0 TL	472,188.0 TL	264,738.0 TL	821,438.0 TL
463,938.0 TL	463,938.0 TL	463,938.0 TL	463,938.0 TL	463,938.0 TL	463,938.0 TL	252,738.0 TL	813,938.0 TL
544,874.9 TL	453,938.0 TL	459,138.0 TL	458,188.0 TL	461,438.0 TL	455,688.0 TL	240,738.0 TL	806,438.0 TL

**Tablo 4.56.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid	
-80,936.9 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL	
0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	
80,936.9 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL	
Fark	161,873.8 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.20.1 MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 1 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.1.3.6. 1MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

Sadece tarım atıkları kullanılarak 5km yarı çap içerisinde yer alan bölgeler dikkate alınarak 1MW'lık bir biyogaz tesisinin kurulabilmesi için belirlenen yerler tespit edilmiş ve Şekil 4.21 de gösterilmiştir.

1 Numaralı Bölgede: Hayrabolu İlçesi **Canlıdır, Çerkez Müsellim ve Emiryakup** mahalleleri ile,

2 Numaralı Bölgede: Hayrabolu İlçesi **Büyükkarakarı ve Dambaslar** Mahalleleri ortak olarak bu potansiyeli karşılayabilmektedir.

3 Numaralı Bölgede: Muratlı İlçesi **Merkez Bölgesi** gerekli potansiyeli kendi başına karşılayabilmektedir. Bunun yanında 5 km yarıçap değerlendirildiğinde **İnanlı ve Arzulu Mahalleleri ile Yeşilsirt ve Yukarısirt Mahalleleri** ortak olarak gerekli potansiyeli sağlayabilmektedir.

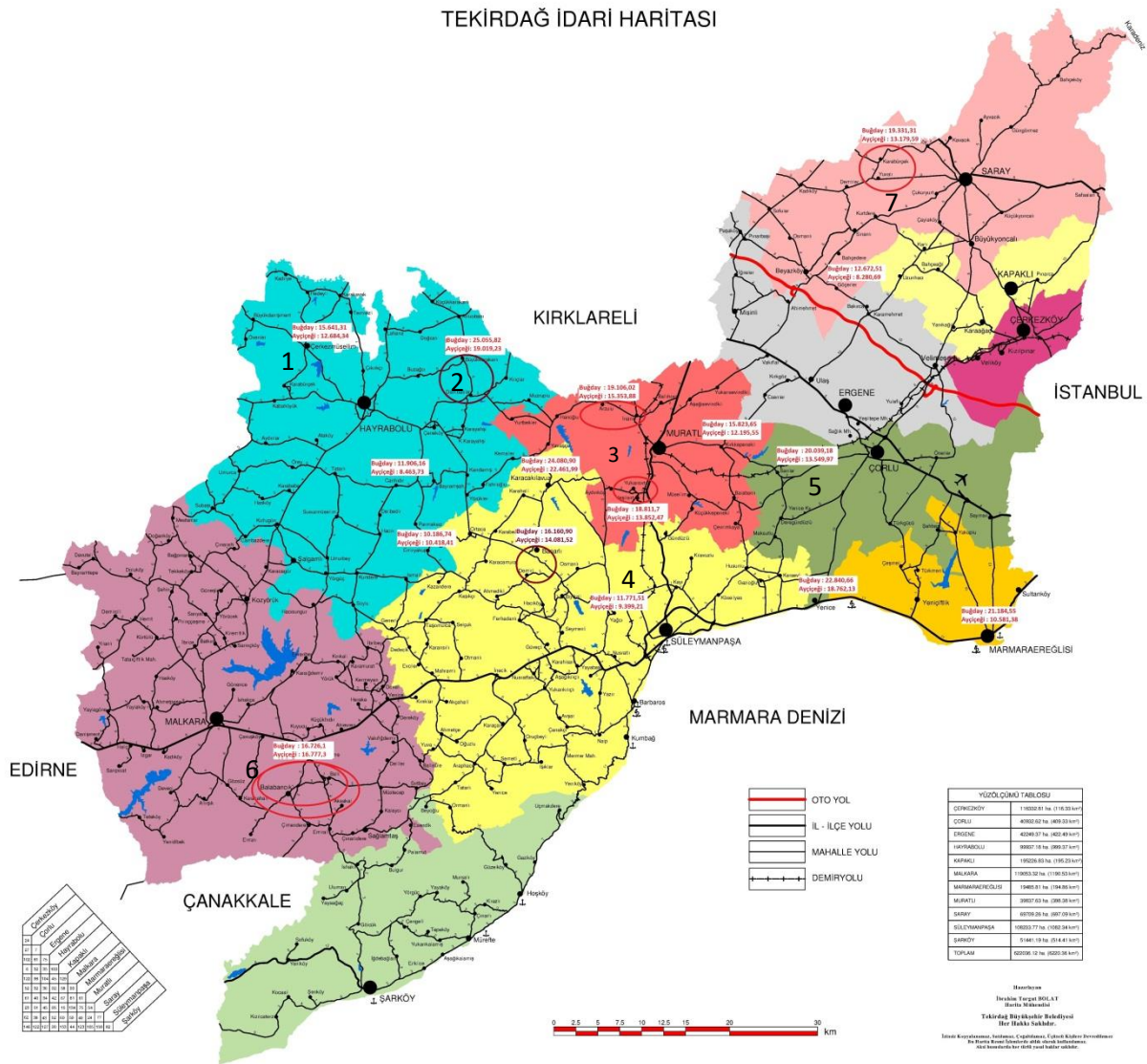
4 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi'nde **Karacakılavuz ve Yağcı Mahalleleri** ayrı ayrı potansiyeli karşılayabilecek düzeyde iken, **Banarlı ve Demirli Mahalleleri** ortak olarak 1 MW'lık tesis için atık temin edebilecek potansiyeli bulundurmaktadır.

5 Numaralı Bölgede: Çorlu İlçesi'nde **Sarılar Mahallesi**,

6 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nde **Balabancık ve Ballı Mahalleleri beraber**,

7 Numaralı Bölgede: Saray İlçesi'nde **Karabürçek ve Yuvalı Mahalleleri beraber** ve Marmara Ereğlisi Merkez sadece tarım atıklarından 1MW'lık tesis kurulabilmesi için gerekli potansiyeli bulundurmaktadır.

Kapaklı, Ergene, Şarköy ve Çerkezköy İlçeleri diğer ilçeler ile kıyaslandığında 1 MW'lık bir tesisin kurulması için ekonomik olarak fizibil olmamaktadır. Yaygınlaşma aşamasında 5 km yarıçapın üstünde atık toplanması ile bu ilçelere de uygun tesisler kurulabilecektir.



**Şekil 4.21.** 1MW'lık Sadece Tarım Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

## 4.2. SENARYO 2: TARIM VE HAYVANSAL ATIKLARIN HAMMADDE OLARAK ALINDIĞINI ÖNGÖREN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

### 3 Adet Alternatif Tesis ve 3 Adet Uygun Yer Belirlenmesi

Sadece tarım atıklarının alındığı senaryolar için 4MW'lık 2 MW'lık ve 1 MW'lık Tesislerin kurulabileceği amortisman giderleri düşünülerek belirlenmiştir. Amortisman giderlerinde önemli kalemlerden birisi toplanacak ham maddenin tesise olan uzaklığı olarak gözükmetedir. Bu nedenle maksimum 10 km yarıçap düşünülerek etraftaki potansiyel atıklara göre tesis yerleri ve kapasiteleri belirlenmiştir.

Tekirdağ İl Tarım ve Hayvancılık Müdürlükleri'nden alınan bilgilere göre Tekirdağ ilinde bulunan hayvan sayıları Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tekirdağ ili mevcut hayvan sayılarına göre büyükbaş hayvan atıkları 5.068.997 kg/gün, küçükbaş hayvan atıkları 1.329.408 kg/gün ve tarımsal atıklar ise 2.015.000 kg/gün olarak belirlenmiştir. Toplanabilirlik oranının 0,6 kabul edilmesi durumunda atıklarının toplanabileceği hayvan sayıları ve tarımsal atık miktarı Tablo 4.57'de verilmiştir.

**Tablo 4.57** Gerçek Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli Organik Atık Miktarı

Hayvan Cinsi / Atık Cinsi	Atık Miktarı (Kg/Gün)
Büyükbaş Hayvan	3.041.398
Küçükbaş Hayvan	797.644,8
Sap-Saman (Ayçiçeği Buğday)	1.209.000

Tüm bu enerji potansiyeli 225 MW lık bir değer eşittir. Ancak 0,6 lık toplanabilirlik oranı kabul edildiği takdirde **Tekirdağ İlinde reel 135 MW'lık** bir potansiyel bulunmaktadır.

#### 4.2.1 4 MW LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ

4 MW güçte kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 3100 adet büyükbaş hayvan atığı, 10300 adet küçükbaş hayvan atığı ve 36000 kg/gün tarımsal atık beraber alınabilecektir. 3100 adet büyükbaş hayvandan 89.900 kg/gün hayvansal atık, 10300 adet küçükbaş hayvandan 24720 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak büyükbaş hayvansal atıktan 3236 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 2264 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan için 24.720 kg/gün hayvansal atıktan Denklem (1) ve Denklem (2)'den faydalanarak, 1736 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 1216 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. 36000 kg/gün tarımsal atıktan 9072 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 6,352 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 150.620 kg/gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi kurulu gücü **4055,2 KW** olacaktır. Potansiyel enerjiye dönüştürmek için uygun kojenerasyon ünitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen kojenerasyon ünitesinin enerji dönüşüm değerlerine göre elde edilen elektrik enerjisi ve ısı enerjisi değerleri belirlenecektir.

**Tablo 4.58.** Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

İl	Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü	Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	3100 Adet	89.900 kg/gün	33 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	10300 Adet	24720 kg/gün	
	Tarımsal Atık	-	36.000 kg/gün	

Teorik olarak tablo 4.58’de belirtilen atık miktarları yeterli olarak gözükse de toplanabilirlik oranı düşünüldüğünde, istenilen miktarı sağlayabilecek hayvan sayısı tablo 4.59’da belirtildiği miktarda bölgede bulunması gerekmektedir.

**Tablo 4.59.**0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4MW’lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları
<b>İl</b>			
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	5168 Adet	37468kg/gün
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	17,168 Adet	41200kg/gün
	Tarımsal Atık	-	60.000kg/gün

Kurulacak tesisin tablo 4.59’da belirtilen miktarda atığı temin etmesi gerekmektedir.

#### 4.2.1.1. 4MW’lık Tesis İçin Teknoloji Seçimi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir. Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

- 1.Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
- 2.Kullanılan maddenin miktarı
- 3.Yerel düzenlemeler, yasalar
- 4.Enerji ve atık ısının kullanımı
- 5.Biyogübrenin kullanımı
- 6.Atıksuyun Arıtımı



Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabileceği yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.60** de verilmiştir.

**Tablo 4.60.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.22.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### **1.Reaktör ve Karıştırıcılar**

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenarasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfirizasyon işlemi uygulanmaktadır.



**Şekil 4.23.** Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfürün giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3. Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevrebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte ya da arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararlı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.24.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların berterafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir.



**Resim 4.13.**Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayrıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.14.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

## 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyeyle hazır kalıp haline gelmektedir.



Resim 4.15. Peletlenmiş gübre

#### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



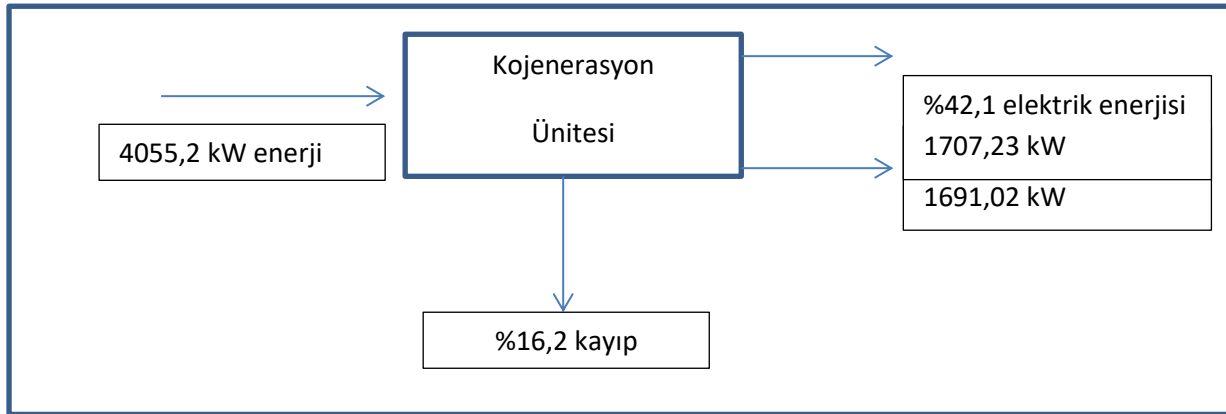
Resim 4.16. Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.2.1.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Gelir gider dengesinin ortaya konabilmesi için günlük üretilecek enerji miktarı hesaplanması gerekmektedir. Bu sayede kojenerasyon ünitesi kullanarak ne kadar enerji elde edilebileceği ve tesisin giderleri ayrı ayrı hesaplanabilir.

Bu proje kapsamında Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



Şekil 4.25. Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Görüldüğü şekilde kurulabilecek biyogaz tesisinde 775 büyükbaş hayvan, 2.575 küçükbaş hayvan ve tarımsal atıklardan 1707,23 kW elektrik enerjisi elde edilmektedir.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz’dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve

devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 4MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 1707,23 kW elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.61’de verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir). Bu sayede tesisin gelirleri tablo 4.61’de belirtilmiştir.

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiye’de mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

4 MW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 149 700 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 461 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 461 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  $(461 \times \%5)/\%90 = 25.6 \text{ m}^3/\text{gün} \sim \mathbf{24000 \text{ kg/gün}}$  olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle:net üretim **24.000 kg/gün x%67 ~ 15 000 kg/gün mertebelerinde olabileceği görülmektedir..**



1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise : 15000 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

: **5.664.600** olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Tablo 4.61.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>6.480.645,08 TL/Yıl</b>
<b>Organik Gübre*</b>	<b>5.664.600TL/yıl</b>
<b>Toplam</b>	<b>6.480.645,08 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tesisin gelir ve giderleri tablo 4.62'de belirtilmiştir.

**Tablo 4.62.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	400.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	317.000
Kojenerasyon Bakımı	395.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+3 Operatör)	216.000
Olası Nakliyat Giderleri	273 750 (10 km çap ve <b>800 km/gün</b> )
Amortisman Maliyeti(% 10)	1.340.000
<b>Organik Gübre</b>	<b>3.300.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>3.488.695 TL/yıl</b>

*\*Yaklaşık 150 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 750 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 750 tl, yıllık 144 000 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tabloya göre işletme giderleri en önemli kalem olarak görünmektedir.

#### 4.2.1.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

**Tablo 4.63.** Tesislerin Kuruluş Maliyeti

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	355.000
Digester Sistemi	4.353.142
Karıştırma Donanımı	213.043
Hammadde Yükleme Sistemi	287.850
Digester Tankı Isıtma sistemi	376.491
Basınçlı Hava Sistemi	17.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	778.430
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	1.001.421
Co-Genarator Ünitesi	3.887.432
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	774.800
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	1.050.220
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	90.000
Organik Gübre Ayırıcısı	215.676
<b>Organik Gübre</b>	<b>3.900.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>13.400.905 TL</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

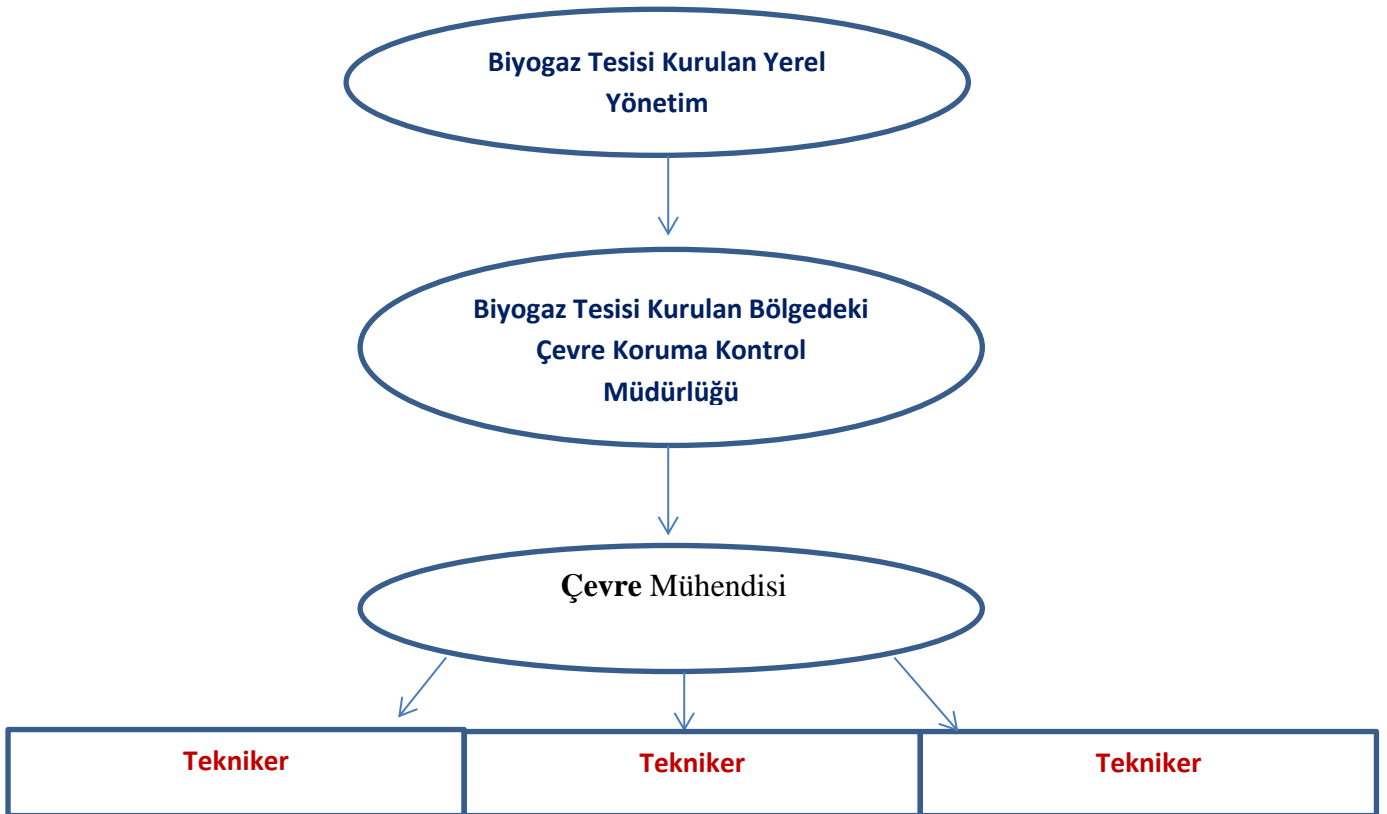
Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.64'te verilmiştir.

**Tablo 4.64.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
6.480.645 TL/yıl	2.991.750	3.488.895

Amortisman süresi ise yaklaşık 4 yıl (13.400.905 TL / 3.488.895 TL) olarak görünmektedir.

#### 4.2.1.4. İşletme Modelinin Ortaya Konması



**Şekil 4.26.** Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesis 1 mühendis ve 3 tekniker ile işletilebilir.

#### 4.2.1.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 4 MW LİK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 4MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 4MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.65. Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>6,480,445.1 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>400,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>317,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>395,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>216,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>273,750.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>1,340,000.0 TL</b>

**Tablo 4.66. Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		3,488,695.1 TL
-5%	6,156,422.8 TL	3,164,672.8 TL
0%	6,480,445.1 TL	3,488,695.1 TL
5%	6,804,467.4 TL	3,812,717.4 TL

**Tablo 4.67.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		3,488,695.1 TL
-5%	190,000.0 TL	3,698,695.1 TL
0%	200,000.0 TL	3,688,695.1 TL
5%	210,000.0 TL	3,678,695.1 TL

**Tablo 4.68.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		3,488,695.1 TL
-5%	91,200.0 TL	3,714,495.1 TL
0%	96,000.0 TL	3,709,695.1 TL
5%	100,800.0 TL	3,704,895.1 TL

**Tablo 4.69.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		3,488,695.1 TL
-5%	109,250.0 TL	3,774,445.1 TL
0%	115,000.0 TL	3,768,695.1 TL
5%	120,750.0 TL	3,762,945.1 TL

**Tablo 4.70.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		3,488,695.1 TL
-5%	47,500.0 TL	3,491,195.1 TL
0%	50,000.0 TL	3,488,695.1 TL
5%	52,500.0 TL	3,486,195.1 TL

**Tablo 4.71.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		3,488,695.1 TL
-5%	156,750.0 TL	3,547,945.1 TL
0%	165,000.0 TL	3,539,695.1 TL
5%	173,250.0 TL	3,531,445.1 TL

**Tablo 4.72.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		3,488,695.1 TL
-5%	228,000.0 TL	3,534,445.1 TL
0%	240,000.0 TL	3,522,445.1 TL
5%	252,000.0 TL	3,510,445.1 TL

**Tablo 4.73. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

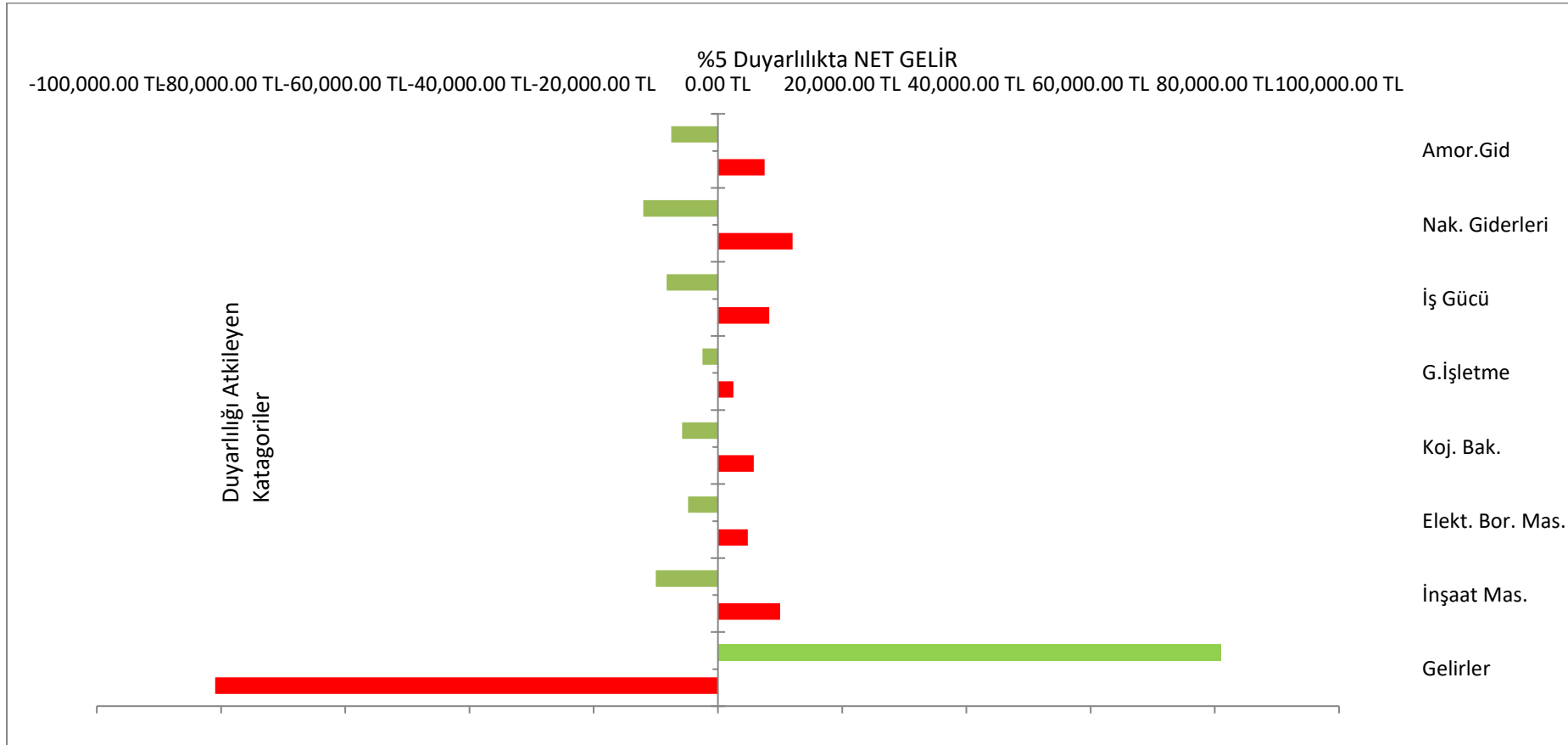
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		3,488,695.1 TL
-5%	142,500.0 TL	4,686,195.1 TL
0%	150,000.0 TL	4,678,695.1 TL
5%	157,500.0 TL	4,671,195.1 TL

**Tablo 4.74.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
-1,453,948.9 TL	3,698,695.1 TL	3,714,495.1 TL	3,774,445.1 TL	3,491,195.1 TL	3,547,945.1 TL	3,534,445.1 TL	4,686,195.1 TL
-1,373,012.0 TL	3,688,695.1 TL	3,709,695.1 TL	3,768,695.1 TL	3,488,695.1 TL	3,539,695.1 TL	3,522,445.1 TL	4,678,695.1 TL
-1,292,075.1 TL	3,678,695.1 TL	3,704,895.1 TL	3,762,945.1 TL	3,486,195.1 TL	3,531,445.1 TL	3,510,445.1 TL	4,671,195.1 TL

**Tablo 4.75.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-324,022.3 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	324,022.3 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL
Fark	648,044.5 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.27. 4MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi



Grafik incelendiğinde 4 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.2.1.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

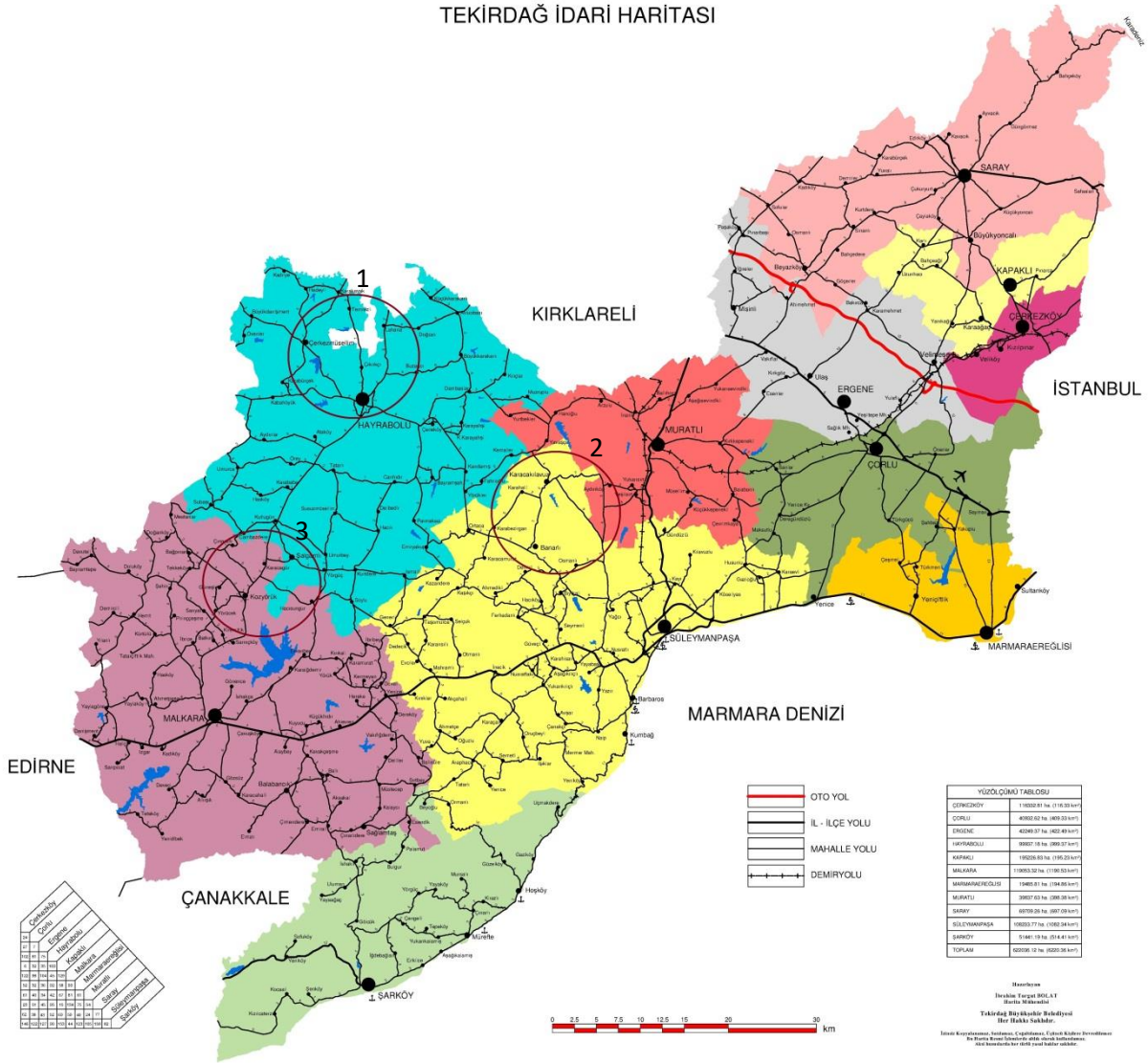
Tarım ve Hayvan atıkları kullanılarak 10 km yarı çap içerisinde yer alan bölgeler dikkate alınarak 4 MW'lık bir biyogaz tesisinin kurulabilmesi için belirlenen yerler tespit edilmiş ve Şekil 4.28'de gösterilmiştir.

1 Numaralı Bölgede : Hayrabolu İlçesi'nde **Çerkezmüsellim, Temrizli, Lahana, Çıkrıkçı, Buzağcı (bir kısmı), Karabürçek (bir kısmı), Hayrabolu merkez (büyük kısmı)** Mahalleleri beraber bu potansiyeli ekonomik olarak karşılamaktadır.

2 Numaralı Bölgede : Süleymanpaşa İlçesi'nde **Karacakılavuz, Karahalil, Karabezirgan, Banarlı, Osmanlı, Muratlı ilçesinden Aydınköy** Mahalleleri 4MW'lık tesis için gerekli tarımsal ve hayvansal atık potansiyelini bulundurmaktadır.

3 Numaralı Bölgede : Hayrabolu ve Malkara İlçelerinde **Şalgamlı, Cambazdere(bir kısmı), Karacagür, Çınaraltı Kozyörük, Hacısüngür, Güneşli, Yörücek** mahalleleri gerekli potansiyeli sağlayabilecek yerlerdir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



**Şekil 4.28.** 4MW'lık Tarım ve Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

## 4.2.2 2MW LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ

### 4.2.2.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.76**’da verilmiştir.

**Tablo 4.76.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.29.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



**Şekil 4.30.**Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünites kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3.Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir yada seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevrebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte ya da arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.31.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretimi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak görülmektedir.



Resim 4.17. Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayrıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.18. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyyeye hazır kalip haline gelmektedir.



Resim 4.19.Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel yada otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.20.Gübre çuvallama makinesi.



Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.2.2.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

2MW güçte kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 1550 adet büyükbaş hayvan atığı, 5150 adet küçükbaş hayvan atığı ve 18000 kg/gün tarımsal atık beraber alınabilecektir. 1550 adet büyükbaş hayvandan 44950 kg/gün hayvansal atık, 5150 adet küçükbaş hayvandan 12360 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak büyükbaş hayvansal atıktan 1618 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 1132 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan için 12360 kg/gün hayvansal atıktan Denklem (1) ve Denklem (2)'den faydalanarak, 868 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 608 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. 18000 kg/gün tarımsal atıktan 4536 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 3176 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 75310 kg/gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi kurulu gücü **2027,2 KW** olacaktır. Bu enerjiyi sağlamak için uygun kojenerasyon ünitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen kojenerasyon ünitesinin enerji dönüşüm değerlerine göre elde edilen elektrik enerjisi ve ısı enerjisi değerleri belirlenecektir.

**Tablo 4.77.** Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	1550 Adet	44950 kg/gün	67 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	5150 Adet	12360 kg/gün	
	Tarımsal Atık	-	18.000 kg/gün	

Teorik olarak **Tablo 4.77'**de belirtilen atık miktarları yeterli olarak gözükse de toplanabilirlik oranı düşünüldüğünde, istenilen miktarı sağlayabilecek hayvan sayısı **Tablo 4.78'**de belirtilmiştir.

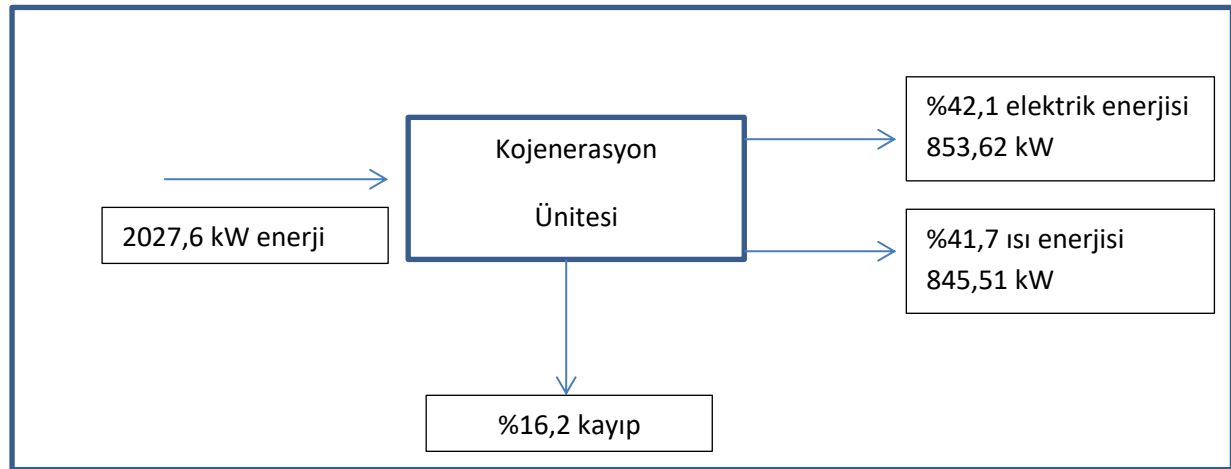
**Tablo 4.78.0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları**

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		
İl			
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	2584	Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	8584	Adet
	Tarımsal Atık	30.000kg/gün	

Kurulacak tesisin bulunduğu bölgede 0.6 toplanabilirlik oranlarına göre olması gereken hayvan sayısı ve bitki miktarı Tablo 4.78'de verilmiştir.

**Gelir gider dengesinin ortaya konabilmesi için günlük üretilecek enerji miktarı hesaplanması gerekmektedir. Bu sayede kojenerasyon ünitesi kullanarak ne kadar enerji elde edilebileceği hesaplanacaktır.**

Bu proje kapsamında Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.32. Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016)**

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Görüldüğü şekilde kurulabilecek biyogaz tesisinde 1550 büyükbaş hayvan, 5150 küçükbaş hayvan ve tarımsal atıklardan **853,62 kW** elektrik enerjisi elde edilmektedir.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 2MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 853,62 kWh elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.79'da verilmiştir.(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alaklı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

2 MW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 74.850 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 230,5 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 230,5 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  $(23,5 \times \%5)/\%90 = 13,3 \text{ m}^3/\text{gün} \sim 12000 \text{ kg/gün}$  mertebelerinde olabileceği görülmektedir.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim **12.000 kg/gün x%67 ~ 8 000 kg/gün mertebelerinde olabileceği görülmektedir.**

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilcek gelir ise : 8000 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

: **3.021.120 TL/yıl** olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Tablo 4.79**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>3.240.341,52 TL/Yıl</b>
Organik Gübre*	3.021.120TL/Yıl
<b>Toplam</b>	<b>3.240.341,52 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.80. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	280.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	211.000
Kojenerasyon Bakımı	233.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+3 Operatör)	216.000
Olası Nakliyat Giderleri*	144.000 (10 km yarı çap ve <b>400 km/gün</b> )
Amortisman Maliyeti(% 10)	778810
<b>Organik Gübre</b>	<b>2.200.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>1.912.810 TL/Yıl</b>

\*Yaklaşık 100 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 400 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 400 tl, yıllık 144 000 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

Tablo 4.80'de tesisin giderleri listelenmiştir. Tesis için en önemli gider kalemi bakım harcamalarıdır.

#### **4.2.2.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi**

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesislerinde maliyetler yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri diye iki kısımda ele alınmıştır. Kurulması planlanan Biyogaz Üretim Tesisinin ilk yatırım maliyetleri **Tablo 4.81**'de verilmiştir.

**Tablo 4.81. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	320.000
Digester Sistemi	2397.310
Karıştırma Donanımı	400.016
Hammadde Yükleme Sistemi	174.811
Digester Tankı Isıtma sistemi	192.356
Basınçlı Hava Sistemi	9.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	431.889
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	453.432
Co-Generator Ünitesi	2103.142
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	518.876
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	567.771
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	31.200
Organik Gübre Ayırıcısı	187.767
<b>Organik Gübre</b>	<b>2.250.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>7.788.105</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.82'de verilmiştir.

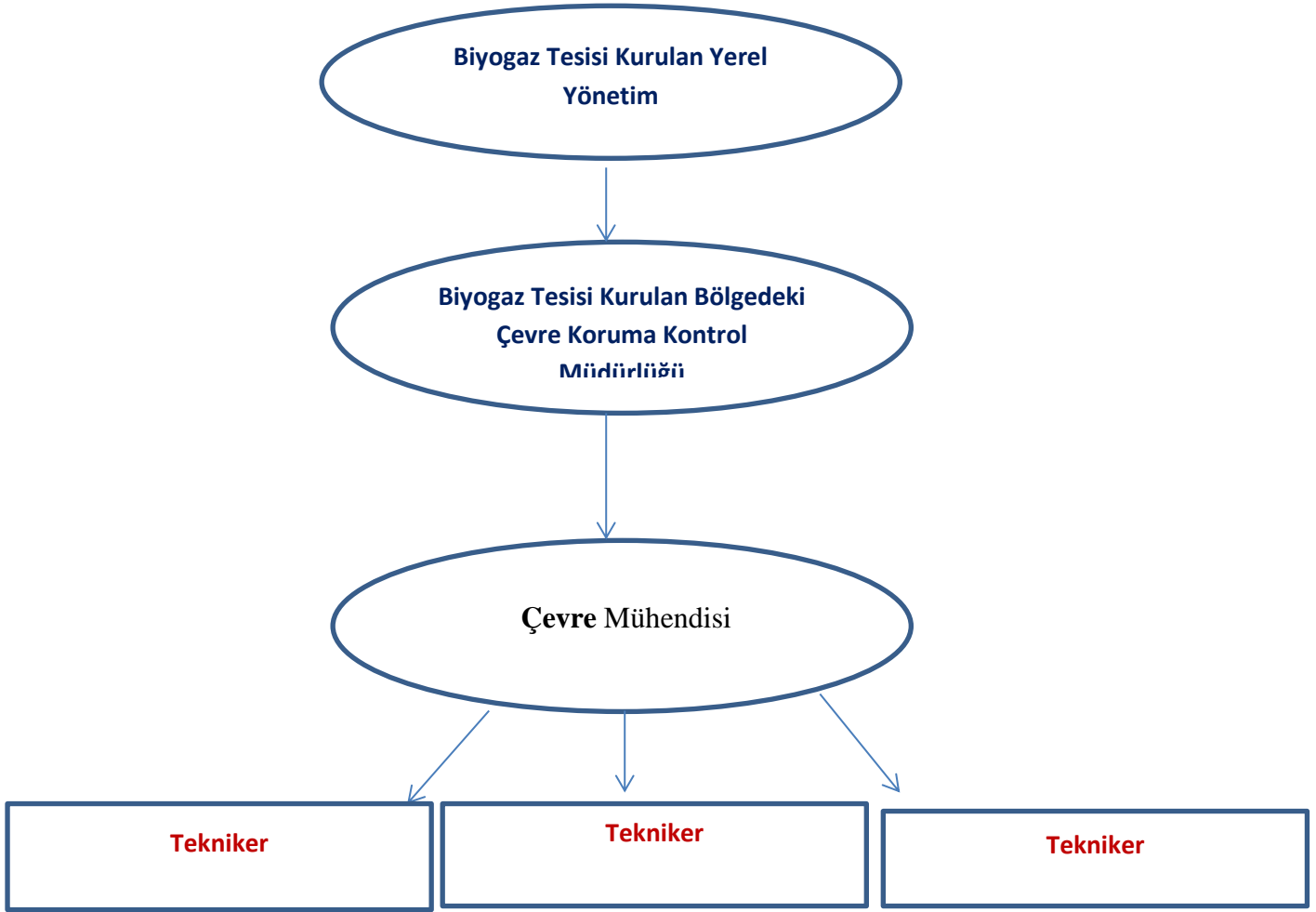
**Tablo 4.82. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu**

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
3.240.341,52 TL/yıl	1.912.810 TL/Yıl	<b>1.327.531,52</b>

Tekirdağ İline kurulacak her biyogaz tesisi için yıllık 1.327.531,52TL kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

Amortisman süresi ise yaklaşık 6 yıl (7.788.15 / 1.327.531,52) olarak ön görülmektedir.

#### 4.2.2.4. Tesislerin İşletme Modelinin Ortaya Konulması



Şekil 4.33. Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesiste 1 adet 1 mühendis 3 adet tekniker bulunacaktır.

#### 4.2.2.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 2 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 2MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 2MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.83.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>3,240,341.5 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>280,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>211,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>233,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>216,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>144,000.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>778,810.0 TL</b>

**Tablo 4.84.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TANK
		1,336,531.5 TL
-5%	3,045,183.2 TL	1,132,373.2 TL
0%	3,205,456.0 TL	1,292,646.0 TL
5%	3,365,728.8 TL	1,452,918.8 TL



**Tablo 4.85.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TANK
		1,327,531.5 TL
-5%	190,000.0 TL	1,417,531.5 TL
0%	200,000.0 TL	1,407,531.5 TL
5%	210,000.0 TL	1,397,531.5 TL

**Tablo 4.86.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TANK
		1,327,531.5 TL
-5%	91,200.0 TL	1,447,331.5 TL
0%	96,000.0 TL	1,442,531.5 TL
5%	100,800.0 TL	1,437,731.5 TL

**Tablo 4.87.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TANK
		1,327,531.5 TL
-5%	109,250.0 TL	1,451,281.5 TL
0%	115,000.0 TL	1,445,531.5 TL
5%	120,750.0 TL	1,439,781.5 TL

**Tablo 4.88.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TANK
		1,327,531.5 TL
-5%	47,500.0 TL	1,330,031.5 TL
0%	50,000.0 TL	1,327,531.5 TL
5%	52,500.0 TL	1,325,031.5 TL

**Tablo 4.99.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TANK
		1,327,531.5 TL
-5%	156,750.0 TL	1,386,781.5 TL
0%	165,000.0 TL	1,378,531.5 TL
5%	173,250.0 TL	1,370,281.5 TL

**Tablo 4.100.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TANK
		1,327,531.5 TL
-5%	228,000.0 TL	1,243,531.5 TL
0%	240,000.0 TL	1,231,531.5 TL
5%	252,000.0 TL	1,219,531.5 TL

**Tablo 4.101. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

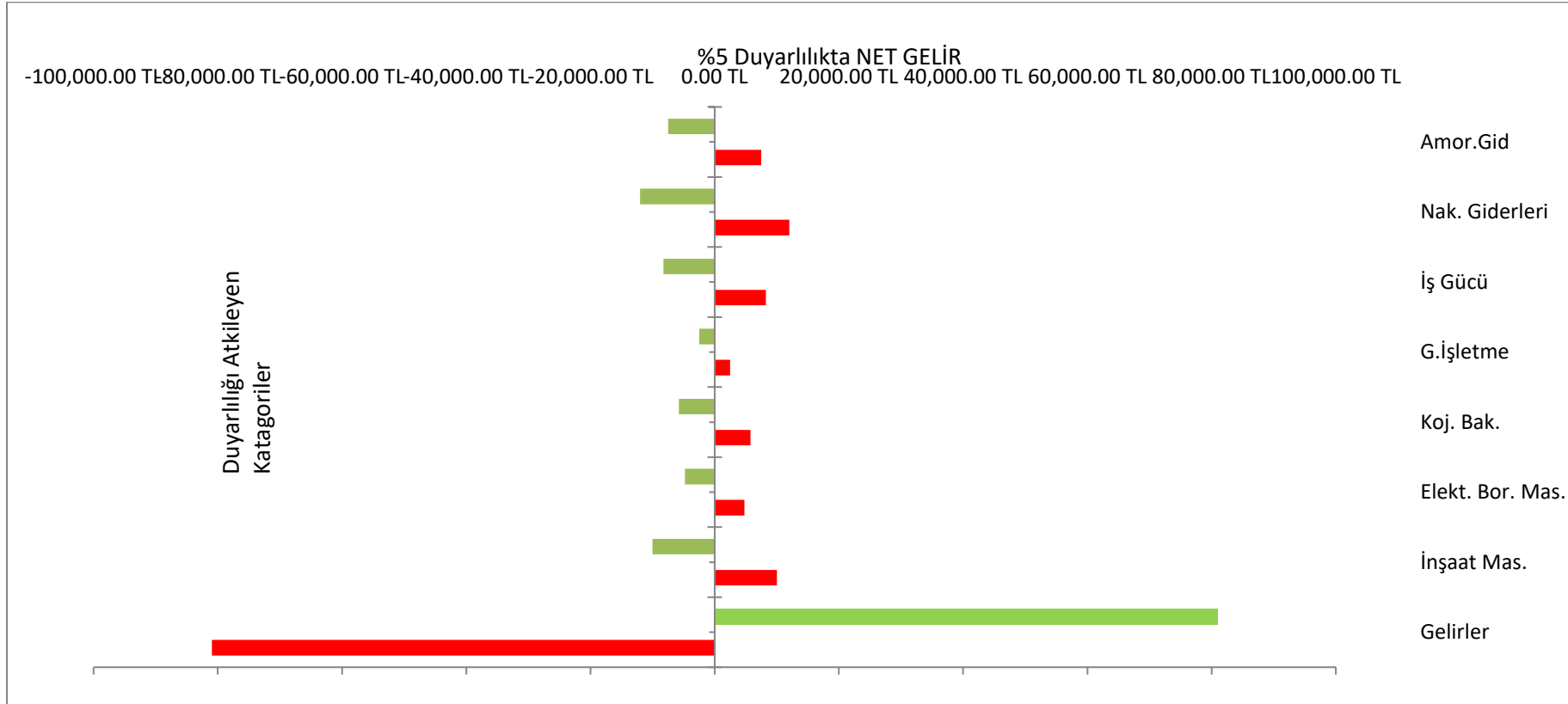
	Amortisman Maliyeti	TANK
		1,327,531.5 TL
-5%	142,500.0 TL	1,963,841.5 TL
0%	150,000.0 TL	1,956,341.5 TL
5%	157,500.0 TL	1,948,841.5 TL

**Tablo 4.102.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
1,132,373.2 TL	1,426,531.5 TL	1,456,331.5 TL	1,460,281.5 TL	1,339,031.5 TL	1,395,781.5 TL	1,252,531.5 TL	1,972,841.5 TL
1,292,646.0 TL	1,416,531.5 TL	1,451,531.5 TL	1,454,531.5 TL	1,336,531.5 TL	1,387,531.5 TL	1,240,531.5 TL	1,965,341.5 TL
1,452,918.8 TL	1,406,531.5 TL	1,446,731.5 TL	1,448,781.5 TL	1,334,031.5 TL	1,379,281.5 TL	1,228,531.5 TL	1,957,841.5 TL

**Tablo 4.103.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-160,272.8 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	160,272.8 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL
Fark	320,545.6 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.34. 2MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 2 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.2.2.6. 2MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

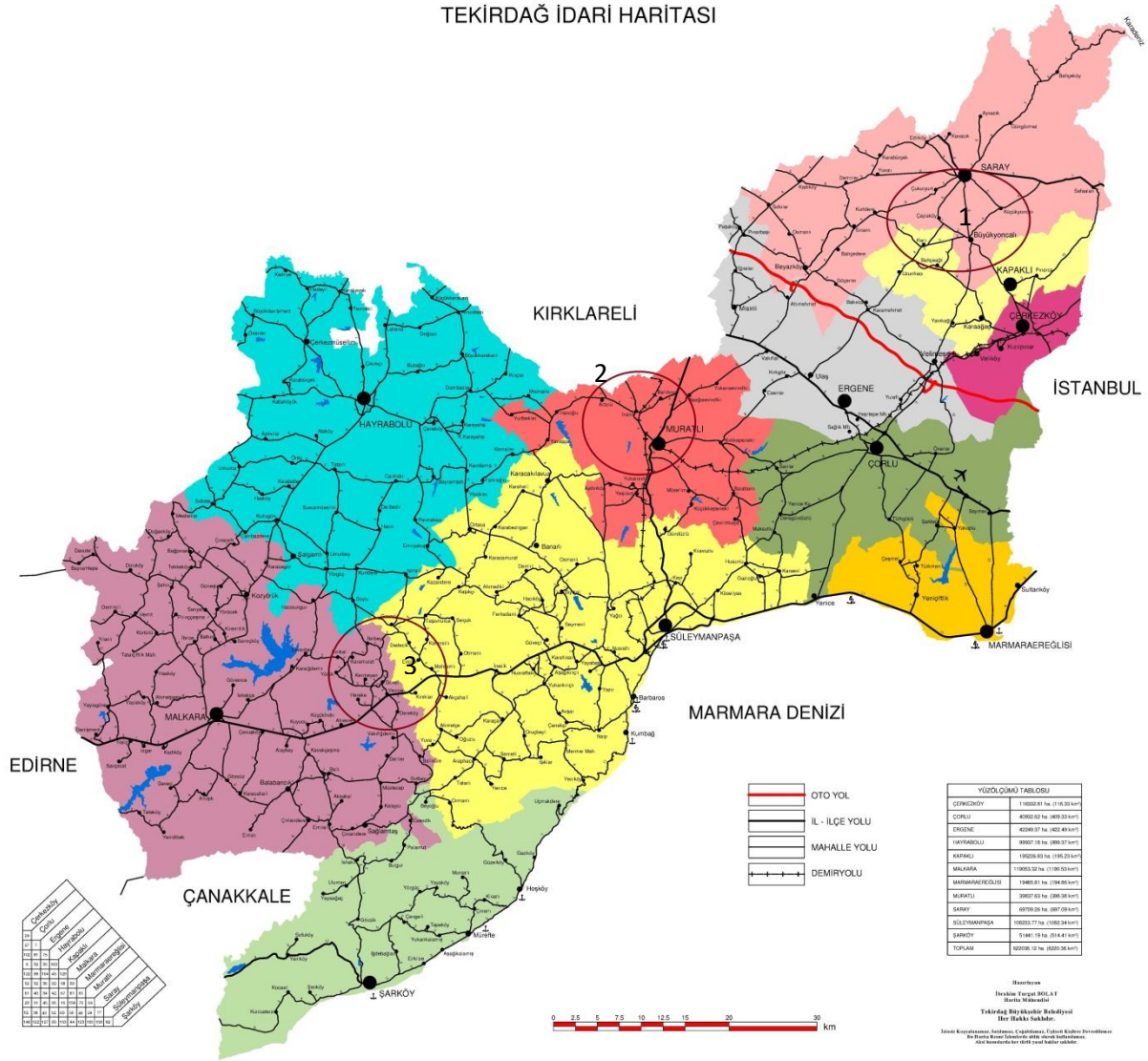
Tarım ve Hayvan atıkları kullanılarak 10 km yarıçap içerisinde yer alan bölgeler dikkate alınarak 2 MW'lık bir biyogaz tesisinin kurulabilmesi için belirlenen yerler tespit edilmiş ve Şekil 4.35'te gösterilmiştir.

1 Numaralı Bölgede: Saray ve Kapaklı İlçeleri'nde **Merkez, Çukuryurt, Çaylaköy, Büyükyoncalı Küçükyoncalı, Karlı, Bahçeagıl** Mahalleleri kurulabilecek 2MW'lık tesis için; beraber bu potansiyeli ekonomik olarak karşılamaktadır.

2 Numaralı Bölgede: Muratlı İlçesi'nde **Merkez, İnanlı, Ballıhoca, Arzulu, Aşağısevindikli (bir kısmı) Mahalleleri** 2MW'lık tesis için gerekli tarımsal ve hayvansal atık potansiyelini bulundurmaktadır.

3 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa ve Malkara İlçelerinde **Dedecik, Evciler, Kırıkali, Mahramlı, Karansılı, Gönerli (büyük kısmı), İbribey, Karamurat, Kermeyan, Hereke, Develi, Yenice, Dereköy, Kırıkali(Büyük kısmı), Yörük(bir kısmı)** mahalleleri 10 km yarıçapında gerekli potansiyeli sağlayabilecek yerlerdir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



Şekil 4.35. 2MW'lık Tarım ve Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

## 4.2.3 1 MW LIK TESİSİN TASARIMLARININ YAPILMASI VE YER SEÇİMİ

### 4.2.3.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır.

Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.104** de verilmiştir.

**Tablo 4.104.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.36.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisleri üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.



## 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfirizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.37. Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfirizasyon işlemleri yapılmaktadır.

### 3.Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevirebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte ya da arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararlı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



Şekil 4.38. Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

## Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci

### 1. Ayırma

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin artırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir.



Resim 4.21. Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

### 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.22. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyeyle hazır kalip haline gelmektedir.



Resim 4.23. Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel yada otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.24. Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.2.3.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

##### Tarım ve Hayvan Atık Miktarına Bağlı Elde Edilebilecek Enerji Miktarı

1 MW kurulu gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 775 adet büyükbaş hayvan atığı, 2.575 adet küçükbaş hayvan atığı ve 9.000 kg/gün tarımsal atık beraber alınabilecektir. 775 adet büyükbaş hayvandan 22.475 kg/gün hayvansal atık, 2.575 adet küçükbaş hayvandan 6.180 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak, 22.475 kg/gün büyükbaş hayvansal atıktan 809 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 566 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan için 6.180 kg/gün hayvansal atıktan Denklem (1) ve Denklem (2)'den faydalanarak, 434 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 304 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. 9000 kg/gün tarımsal atıktan 2.268 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve 1.588 m<sup>3</sup>/gün metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 37.655 kg/gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi kurulu gücü **1013,8 KW** olacaktır. Bu enerjiyi sağlamak için uygun kojenerasyon ünitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen kojenerasyon ünitesinin enerji dönüşüm değerlerine göre elde edilen elektrik enerjisi ve ısı enerjisi değerleri belirlenecektir.

**Tablo 4.105.**Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları, Atık Miktarları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	775 Adet	22.475 kg/gün	<b>135 Adet</b>
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	2.575 Adet	6.180 kg/gün	
	Tarımsal Atık	-	9.000 kg/gün	

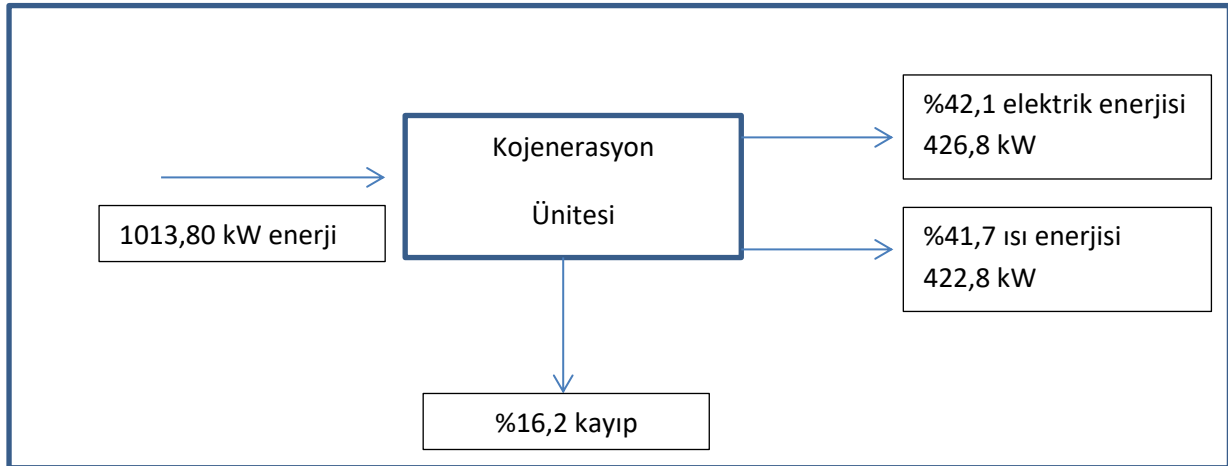
Teorik olarak tablo 4.105'te belirtilen atık miktarları yeterli olarak gözükse de toplanabilirlik oranı düşünüldüğünde, istenilen miktarı sağlayabilecek hayvan sayısı miktarı tablo 4.106'da belirtilmiştir.

**Tablo 4.106.**0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü	
İl		
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	1292 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	4292Adet
	Tarımsal Atık	15.000kg/gün

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



Şekil 4.39. Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Denklem (9) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi 426,8 kW olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise 422,8 kW olarak hesaplanmıştır.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 546 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz’dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 1MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 426,81 kW elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.107’te verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

## Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları

Türkiye’de mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

1 MW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 37.425 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 11.75 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 11,75 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  $(11,75 \times \%5)/\%90 = 6,7 \text{ m}^3/\text{gün} \sim \mathbf{4,500 \text{ kg/gün}}$  olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle:net üretim  $\mathbf{4,500 \text{ kg/gün} \times \%67 \sim 3 \text{ 000 \text{ kg/gün}}$  mertebelerinde **olabileceği görülmektedir.**

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise:  $8000 \text{ kg/gün} \times 1,049 \text{ TL/kg} \times 360 \text{ yıl}:$  **1.148.655 TL/yıl mertebelerinde olabileceği görülmektedir.**



**Tablo 4.107. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu**

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	1.618.738 TL/yıl
Organik Gübre*	1.148.655 TL/YIL
<b>Toplam</b>	<b>1.618.738 TL/yıl</b>

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

**Tablo 4.108. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	100.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	96.000
Kojenerasyon Bakımı	115.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+2 Operatör)	165.000
Olası Nakliyat Giderleri*	80.300
Amortisman Maliyeti(% 10)	495.000
<b>Organik Gübre</b>	<b>970.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>1.101.300</b>

\*\*Yaklaşık 55 ton/gün atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 220 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 220 TL, yıllık 80 300 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

Tesiste en önemli maliyet çalışanların maliyetidir.

#### 4.2.3.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

**Tablo 4.109. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	320.285
Digester Sistemi	1197.142
Karıştırma Donanımı	213.028
Hammadde Yükleme Sistemi	94.811
Digester Tankı Isıtma sistemi	98.491
Basınçlı Hava Sistemi	6.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	201.028
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	252.251
Co-Generator Ünitesi	989.142
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	281.085
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	267.771
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	17.142
Organik Gübre Ayırıcısı	105.828
<b>Organik Gübre</b>	<b>1.280.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>4.954.411</b>

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık toplam gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı

**Tablo 4.110'** da verilmiştir.

**Tablo 4.110. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu**

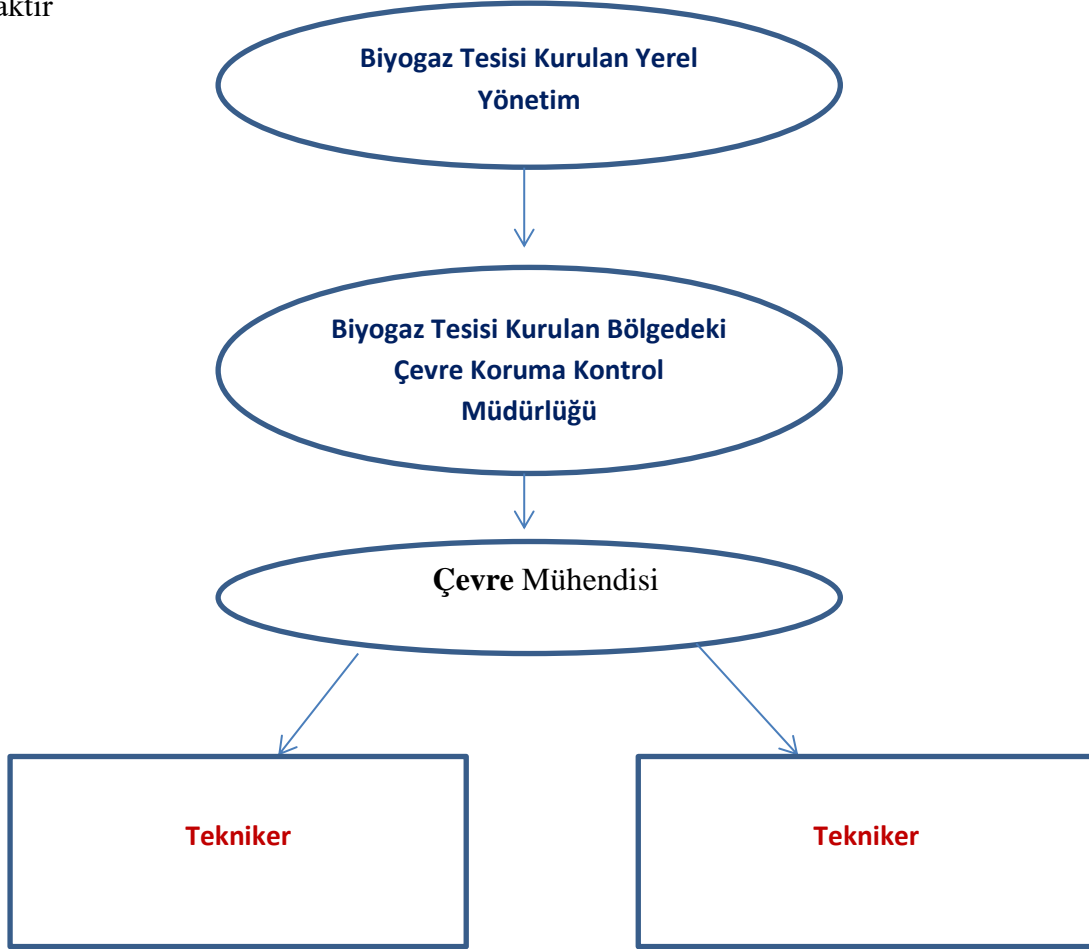
Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
<b>1.618.738 TL/yıl</b>	<b>1.101.300</b>	<b>517.438</b>

Tekirdağ İline kurulacak her biyogaz tesisi için yıllık 517.438 TL kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

**Amortisman süresi ise 9,5 yıl (4.944.411 /517.438) olarak öngörülmektedir.**

#### 4.2.3.4. İşletme Yönetim Modelinin Ortaya Konması

Tesisin kurulması halinde kuruluşun organizasyon şeması Şekil 8.1’de gösterildiği gibi olacaktır



**Şekil 4.40.** Kurulabilecek 1 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

1 adet mühendis 2 adet tekniker tesisin işletilmesinde yeterli olacaktır.

#### 4.2.3.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 1 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 1 MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 1 MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.111.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>1,618,738.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>100,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>96,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>115,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>165,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>80,300.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>495,000.0 TL</b>

**Tablo 4.112.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		517,438.0 TL
-5%	1,537,801.1 TL	436,501.1 TL
0%	1,618,738.0 TL	517,438.0 TL
5%	1,699,674.9 TL	598,374.9 TL

**Tablo 4.113.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		517,438.0 TL
-5%	190,000.0 TL	427,438.0 TL
0%	200,000.0 TL	417,438.0 TL
5%	210,000.0 TL	407,438.0 TL

**Tablo 4.114.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		517,438.0 TL
-5%	91,200.0 TL	522,238.0 TL
0%	96,000.0 TL	517,438.0 TL
5%	100,800.0 TL	512,638.0 TL

**Tablo 4.115.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		517,438.0 TL
-5%	109,250.0 TL	523,188.0 TL
0%	115,000.0 TL	517,438.0 TL
5%	120,750.0 TL	511,688.0 TL

**Tablo 4.116.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		517,438.0 TL
-5%	47,500.0 TL	519,938.0 TL
0%	50,000.0 TL	517,438.0 TL
5%	52,500.0 TL	514,938.0 TL

**Tablo 4.117.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		517,438.0 TL
-5%	156,750.0 TL	525,688.0 TL
0%	165,000.0 TL	517,438.0 TL
5%	173,250.0 TL	509,188.0 TL

**Tablo 4.118.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		517,438.0 TL
-5%	228,000.0 TL	369,738.0 TL
0%	240,000.0 TL	357,738.0 TL
5%	252,000.0 TL	345,738.0 TL

**Tablo 4.119. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

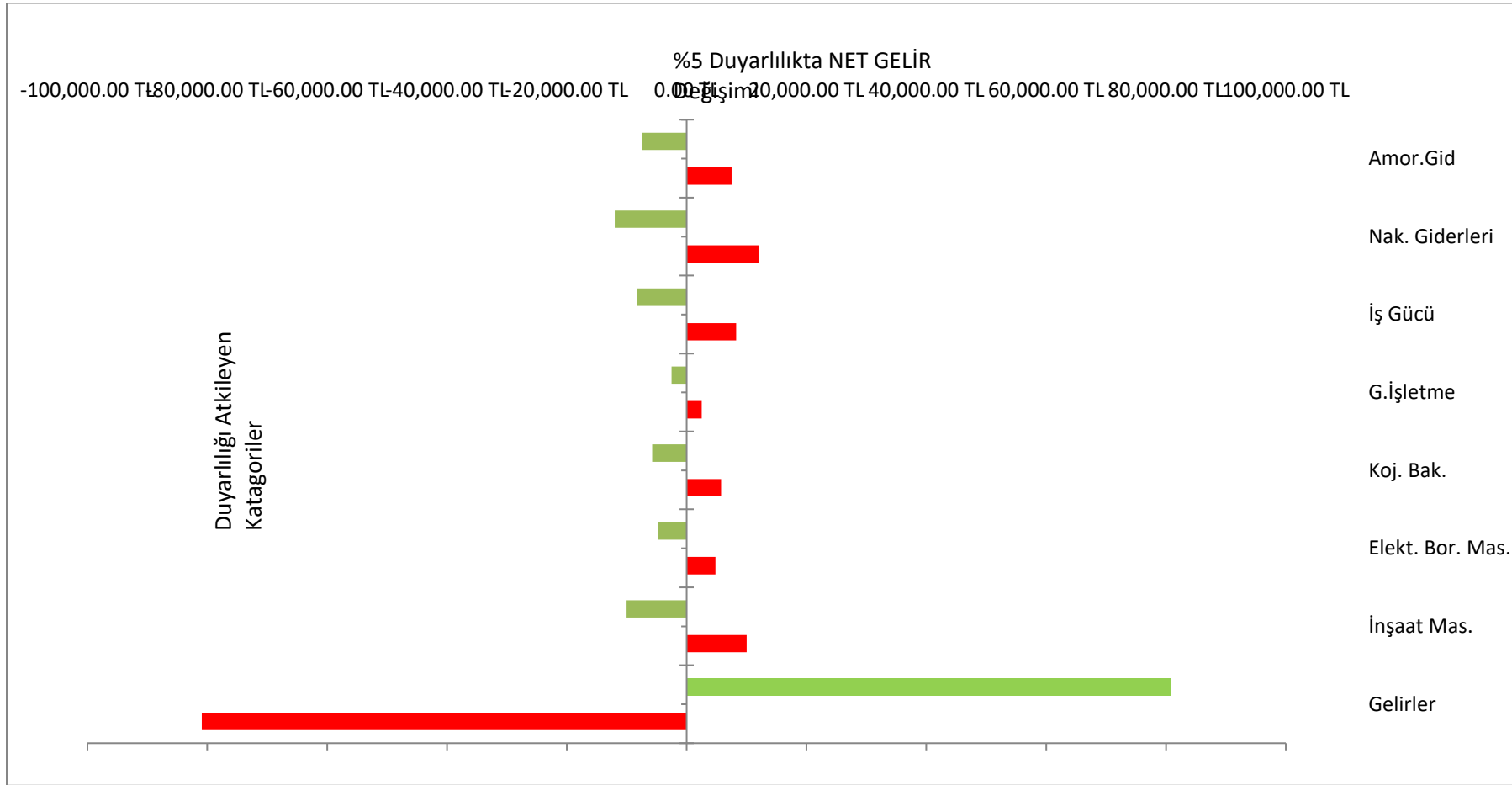
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		517,438.0 TL
-5%	142,500.0 TL	869,938.0 TL
0%	150,000.0 TL	862,438.0 TL
5%	157,500.0 TL	854,938.0 TL

**Tablo 4.120.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
436,501.1 TL	427,438.0 TL	522,238.0 TL	523,188.0 TL	519,938.0 TL	525,688.0 TL	369,738.0 TL	869,938.0 TL
517,438.0 TL	417,438.0 TL	517,438.0 TL	517,438.0 TL	517,438.0 TL	517,438.0 TL	357,738.0 TL	862,438.0 TL
598,374.9 TL	407,438.0 TL	512,638.0 TL	511,688.0 TL	514,938.0 TL	509,188.0 TL	345,738.0 TL	854,938.0 TL

**Tablo 4.121.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-80,936.9 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	80,936.9 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL
Fark	161,873.8 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.41. 1 MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi



Grafik incelendiğinde 1 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.2.3.6. 1MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

Senaryo 1'de gösterilen yerlere ek olarak tarım ve hayvan atıklarının beraber alındığı durumda 1MW'lık tesis için yerler tespit edilmiş ve Şekil 4.42 de gösterilmiştir.

1 Numaralı Bölgede: Hayrabolu İlçesi **Avluobası mahallesi** ,

2 Numaralı Bölgede: Hayrabolu ilçesi **Çerkezmüsellim mahallesi** ,

3 Numaralı Bölgede: Hayrabolu İlçesi **Şalgamlı Mahallesi tesis kurmak mümkünken,**

4 Numaralı Bölgede: Hayrabolu İlçesi **Çeneköy ve Karayahşi** Mahalleleri beraber bu potansiyeli ekonomik olarak karşılamaktadır.

5 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi'nde **Banarlı mahallesi** ,

6 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi **Ferhadanlı mahallesi** ,

7 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi **Yağcı Mahallesi,**

8 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nden **Balabancık,**

9 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi **Doluköy ve**

10 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi **Kürtüllü** Mahalleleri 1MW'lık tesis için gerekli tarımsal ve hayvansal atık potansiyelini bulundurmaktadır.

11 Numaralı Bölgede: Çerkezköy İlçesi **Kızılpınar,**

12 Numaralı Bölgede: Çorlu İlçesi **Seymen ve**

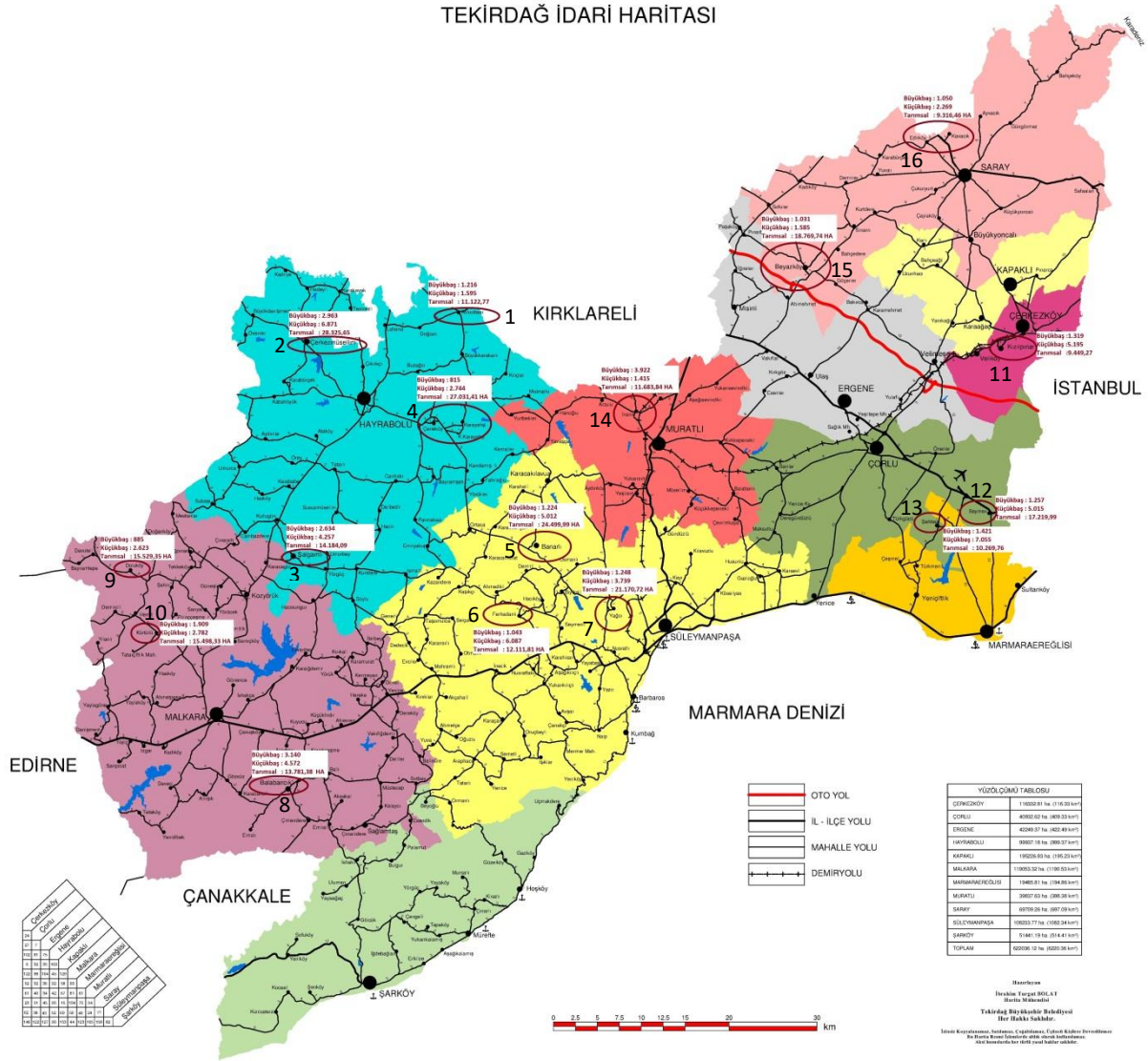
13 Numaralı Bölgede: Çorlu İlçesi **Şahbaz,**

14 Numaralı Bölgede: Muratlı İlçesi **İnanlı** Mahalleleri ile

15 ve 16 Numaralı Bölgelerde: Saray ilçesinden **Beyazköy ile Edirköy ve Kavacık** Mahalleleri 5 km yarıçapında gerekli potansiyeli sağlayabilecek yerlerdir.

Kapaklı, Şarköy, Ergene ve Marmara Ereğlisi İlçelerinden tarımsal ve hayvansal atıklardan başlangıç düzeyinde ekonomik olarak kurulabilecek tesis mümkün gözükmemektedir.

TEKİRDAĞ İDARI HARITASI



**Şekil 4.42.** 1MW'lık Tarım ve Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

### **4.3. SENARYO 3: 100 BAŞLI VE ÜSTÜ ÇİFLİKLERDEN HAMMADDE ALINDIĞI DURUMUN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

#### **4.3.1 4 MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI**

##### **4.3.1.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi**

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlardan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.122** de verilmiştir.

**Tablo 4.122.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.43.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

## 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.44. Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfürün giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

### 3.Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevirebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte ya da arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



Şekil 4.45. Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

## Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci

### 1. Ayırma

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin artırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir.



Resim 4.25. Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

### 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.





Resim 4.26.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyeyle hazır kalıp haline gelmektedir.



Resim 4.27.Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.28. Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.3.1.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

.Bu kapsamda değerlendirildiğinde 4 MW kurulu gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 8920 adet büyükbaş hayvan atığı, 28000 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınabilecektir.

**Tablo 4.123.** Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı	
İl					
Tekirdağ	Büyükbaş Sayısı	Hayvan	8920 Adet	258.680 kg/gün	12 Adet
	Küçükbaş Sayısı	Hayvan	28000 Adet	67.200 kg/gün	

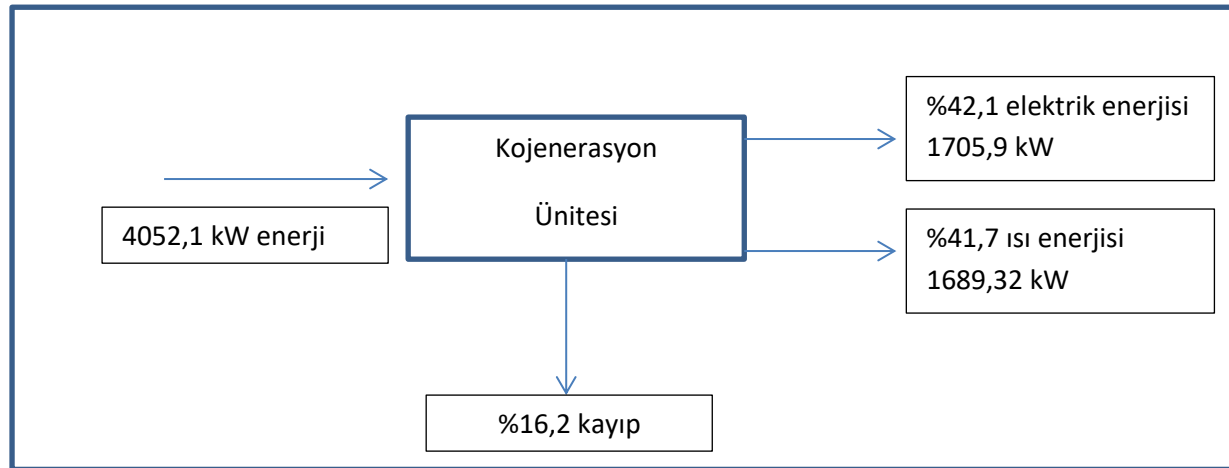
**Tablo 4.124.0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları**

İl	Hayvan Sayıları / Atık Türü	
	Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	93336 Adet

Tablo 4.124'te 4MW'lık tesisin gerekli atık miktarını sağlayabilecek hayvan sayısı gösterilmiştir. 4460 adet büyükbaş hayvandan 258.680 kg/gün hayvansal atık, 28000 adet küçükbaş hayvandan 67.200 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak, 352.880 kg/gün hayvansal atıktan **14029,92 m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **9820,92 m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 352.880 kg /gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **4052,1 kW** olacaktır.

#### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.46.** Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kwh)

Denklem (9) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi 1705,9 kW olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise 1689,32 kW olarak hesaplanmıştır.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 4MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 1705,9 kW elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.125'te verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alaklı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

4 MW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde

olacaktır. Bu nedenle beslenecek 162 940 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 490 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 490 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı; (490 x %5)/%90 = 27,2 m<sup>3</sup>/gün ~ **26 000 kg/gün** olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim **26.000 kg/gün x%67 ~ 17.500 kg/gün mertebelerinde olabileceği görülmektedir.**

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilcek gelir ise : 17.500 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

**: 6.608.700 TL/yıl mertebelerinde olabileceği görülmektedir.**

**Tablo 4.125**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>6.475.596,47 TL/yıl</b>
Organik Gübre*	6.608.700TL/yıl
<b>Toplam</b>	<b>6.475.596,47 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.126. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

<b>İşletme Parametreleri</b>	<b>Fiyat (TL/yıl)</b>
İnşaat İşleri Bakımı	280.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	211.000
Kojenerasyon Bakımı	233.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+3 Operatör)	216.000
Olası Nakliyat Giderleri*	467200 (10 km yarı çap ve <b>1280 km/gün</b> )
Amortisman Maliyeti(% 10)	1.360.000
<b>Organik Gübre</b>	<b>4.785.200</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>2.837.000 TL/Yıl</b>

\*Yaklaşık 320 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 1280 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 1280 tl, yıllık 467 000 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

Tesisin en büyük gider kalemi nakliye maliyetleri olarak gözükmektedir.

### 4.3.1.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

**Tablo 4.127. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	355.000
Digester Sistemi	4.553.142
Karıştırma Donanımı	213.043
Hammadde Yükleme Sistemi	287.850
Digester Tankı Isıtma sistemi	376.491
Basınçlı Hava Sistemi	17.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	778.430
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	1.001.421
Co-Generator Ünitesi	3.887.432
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	774.800
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	1.050.220
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	90.000
Organik Gübre Ayırıcısı	215.676
<b>Organik Gübre</b>	<b>4.200.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>13.600.905 TL</b>

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

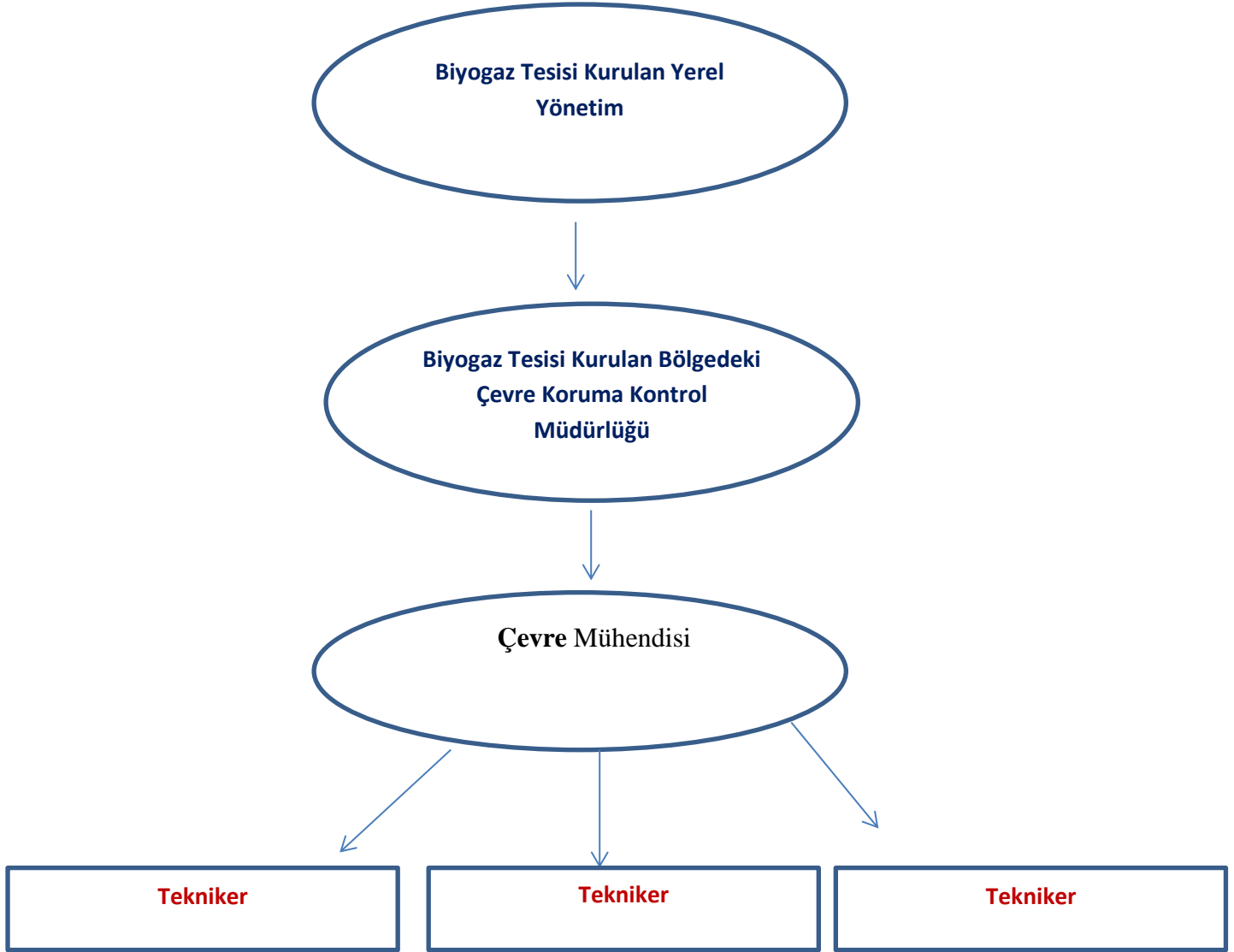
Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.128'de verilmiştir.

**Tablo 4.128. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu**

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
6.475.596,47 TL/yıl	2.837.000	3.638.596

Amortisman süresi ise yaklaşık 4 yıl (3,7 yıl) (13.600.905 TL / 3.638.596 TL) olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### 4.3.1.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması



Şekil 4.47. Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesis 1 mühendis ve 4 tekniker ile işletilebilir.



#### 4.3.1.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

#### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 4 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 4MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 4MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.128.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>6,475,596.5 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>280,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>211,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>233,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>216,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>467,200.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>1,360,000.0 TL</b>

**Tablo 4.130.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TANK
		3,658,396.5 TL
-5%	6,151,816.7 TL	3,334,616.7 TL
0%	6,475,596.5 TL	3,658,396.5 TL
5%	6,799,376.3 TL	3,982,176.3 TL

**Tablo 4.131.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	190,000.0 TL	3,748,396.5 TL
0%	200,000.0 TL	3,738,396.5 TL
5%	210,000.0 TL	3,728,396.5 TL

**Tablo 4.132.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	91,200.0 TL	3,778,196.5 TL
0%	96,000.0 TL	3,773,396.5 TL
5%	100,800.0 TL	3,768,596.5 TL

**Tablo 4.133.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	109,250.0 TL	3,782,146.5 TL
0%	115,000.0 TL	3,776,396.5 TL
5%	120,750.0 TL	3,770,646.5 TL

**Tablo 4.134.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	47,500.0 TL	3,660,896.5 TL
0%	50,000.0 TL	3,658,396.5 TL
5%	52,500.0 TL	3,655,896.5 TL

**Tablo 4.135.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	156,750.0 TL	3,717,646.5 TL
0%	165,000.0 TL	3,709,396.5 TL
5%	173,250.0 TL	3,701,146.5 TL

**Tablo 4.136.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	228,000.0 TL	3,897,596.5 TL
0%	240,000.0 TL	3,885,596.5 TL
5%	252,000.0 TL	3,873,596.5 TL

**Tablo 4.137. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

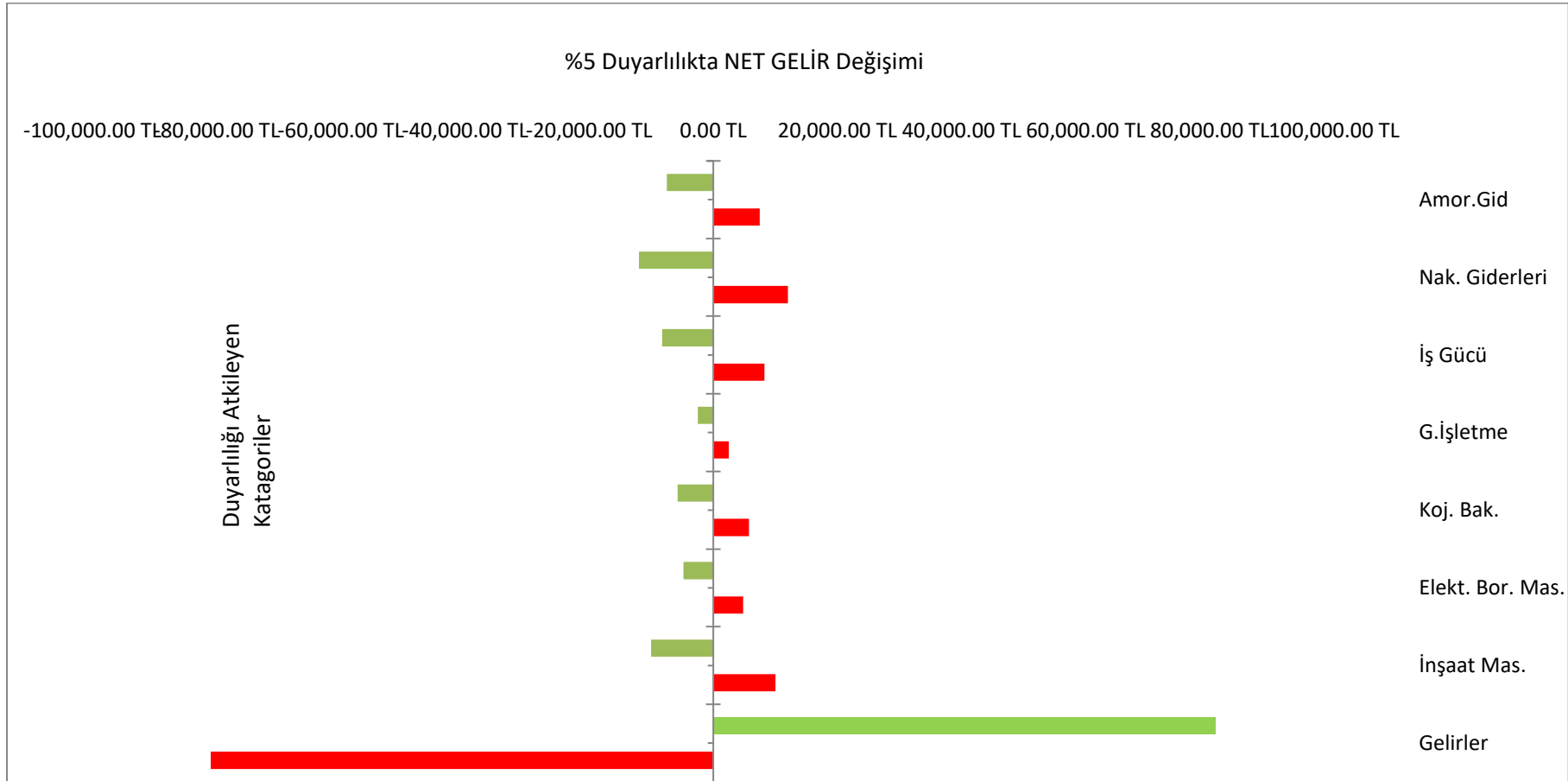
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	142,500.0 TL	4,875,896.5 TL
0%	150,000.0 TL	4,868,396.5 TL
5%	157,500.0 TL	4,860,896.5 TL

**Tablo 4.138.Duyarlılık Tablosu**

Temel Saplamlarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
-1,279,398.9 TL	3,748,396.5 TL	3,778,196.5 TL	3,782,146.5 TL	3,660,896.5 TL	3,717,646.5 TL	3,897,596.5 TL	4,875,896.5 TL
-1,198,462.0 TL	3,738,396.5 TL	3,773,396.5 TL	3,776,396.5 TL	3,658,396.5 TL	3,709,396.5 TL	3,885,596.5 TL	4,868,396.5 TL
-1,117,525.1 TL	3,728,396.5 TL	3,768,596.5 TL	3,770,646.5 TL	3,655,896.5 TL	3,701,146.5 TL	3,873,596.5 TL	4,860,896.5 TL

**Tablo 4.139.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-323,779.8 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	323,779.8 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL
Fark	647,559.7 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.48. 4MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 4 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.3.1.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

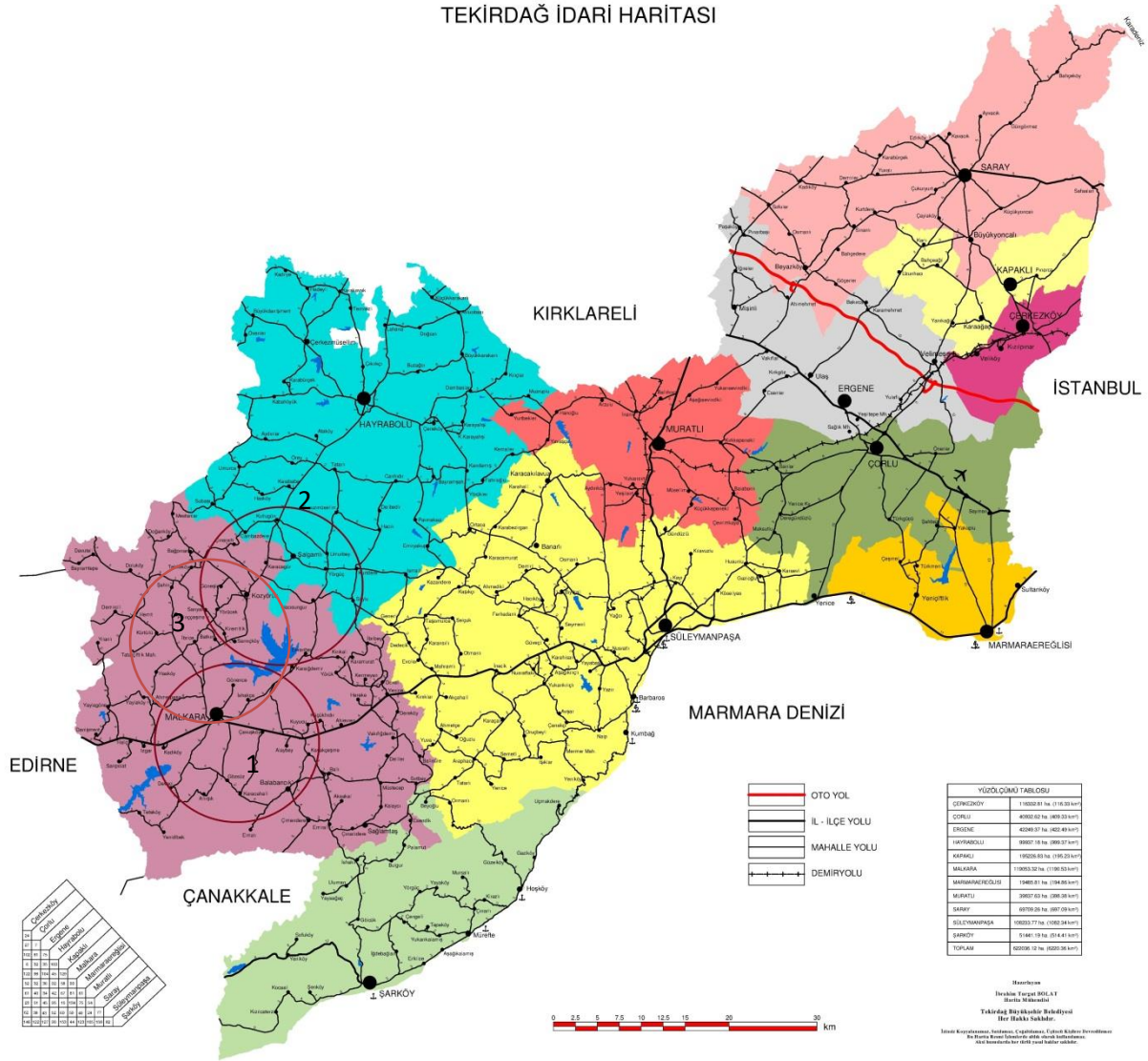
100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları kullanılarak kurulabilecek 4MW'lık tesis için yer tespit edilmiş ve Şekil 4.49'da gösterilmiştir.

1 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nde **Merkez, Kadıköy, Allışık, Gözsüz, Karacahalil, Balabancık, Alaybey, Çavuşköy, Kuyucu, İshakça, Gönence, Kavakçeşme, Deveci (bir kısmı)** Mahalleleri beraber bu potansiyeli ekonomik olarak karşılamaktadır.

2 Numaralı Bölgede: Hayrabolu ve Malkara İlçelerinde **Cambazdere, Kutlugün, Şalgamlı, Yörgüç, Umurbey, Kurtdere (bir kısmı), Soylu (büyük kısmı), Çınaraltı, Karacagür, Kozyörük, Güneşli, Yörücek, Sarıyar, Kiremitlik, Sarnıçköy, Evrenbey, Hacısungur** Mahalleleri 10 km yarıçapında gerekli potansiyeli sağlayabilecek yerlerdir.

3. yer seçimi için, 1 ve 2 numaralı bölgeler dışında mevcut veriler doğrultusunda 10 km yarıçap mesafe düşünülerek toplanacak atıklar için kurulabilecek 3. Bir bölge mevcut değildir. Bu nedenle 3 no'lu bölge 1 ve 2 numaralı bölgelerin içerdiği köylerin kombinasyonları şeklinde atık toplayarak yer seçilebilecektir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



Şekil 4.49. 100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

## 4.3.2. 2 MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI

### 4.3.2.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.140** de verilmiştir.



**Tablo 4.140.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.50.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır (Resim 4.51). Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.51. Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3. Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevrebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir (Resim 4.52)



**Şekil 4.52.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir.



Resim 4.29. Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.30. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyyeye hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyyeye hazır kalıp haline gelmektedir.



Resim 4.31. Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.32. Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.3.2.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Aynı şekilde başlangıç aşaması dönemi için hayvan atıklarından kurulabilecek bir tesisi için de 1 MW lık lisansız bir tesisi kurulması önerilmektedir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde 1 MW gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 4460 adet büyükbaş hayvan atığı, 14000 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınabilecektir.

**Tablo 4.141.** Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	4460 Adet	129.340 kg/gün	23 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	14000 Adet	33.600 kg/gün	

**Tablo 4.142.0,6** Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

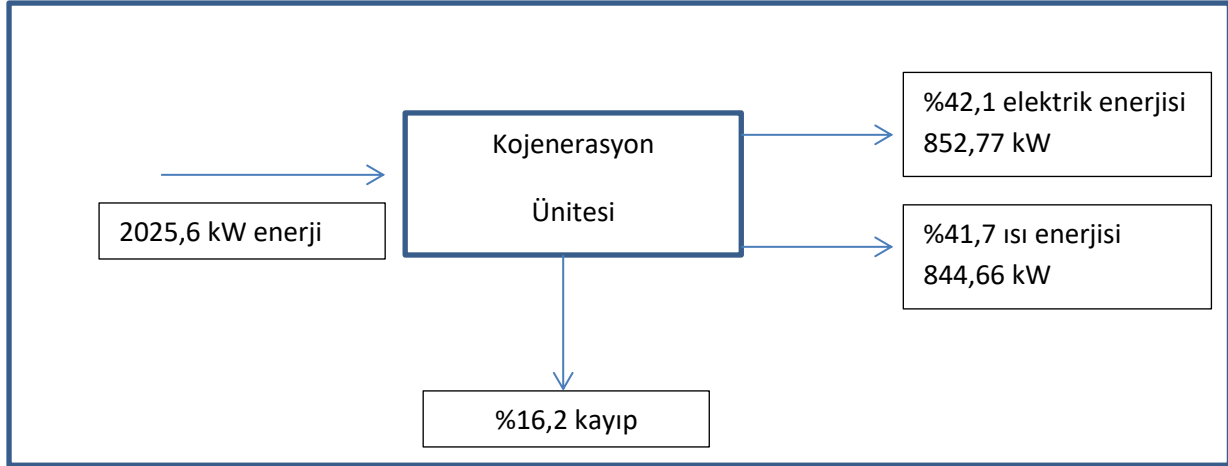
İl	Hayvan Sayıları / Atık Türü	
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	7434 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	46668 Adet

Tablo 4.142'te 2MW'lık tesisin gerekli atık miktarını sağlayabilecek hayvan sayısı gösterilmiştir. 4460 adet büyükbaş hayvandan 129.340 kg/gün hayvansal atık, 14000 adet küçükbaş hayvandan 33.600 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak, 162.940 kg/gün hayvansal atıktan **7014,96 m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **4910,46**

**m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 162.940 kg /gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **2025,6 kW** olacaktır.

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.53.** Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$$E_{elektrik/ısı} = \text{Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)}$$

$$E_{top.} = \text{Elde edilen toplam enerji miktarı (kwh)}$$

Denklem (9) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi **852,7 kW** olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise 844,66 kW olarak hesaplanmıştır.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz’dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 2MW

kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 852,7 kW elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri **Tablo 4.142'**de verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

2 MW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 81.470 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 245 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 245 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  $(245 \times \%5)/\%90 = 13,6 \text{ m}^3/\text{gün} \sim \mathbf{13\ 000 \text{ kg/gün}}$  olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim  $\mathbf{13.000 \text{ kg/gün} \times \%67 \sim \mathbf{8.750 \text{ kg/gün}}$  mertebelerinde **olacağı görülmektedir.**



1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise: 8.750 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

**: 3.304.350 TL/yıl mertebelerinde olacağı görülmektedir.**

**Tablo 4.143. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu**

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	3.237.143,77 TL/yıl
Organik Gübre*	3.304.350TL/yıl
<b>Toplam</b>	<b>3.237.143,77 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.144. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	280.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	211.000
Kojenerasyon Bakımı	233.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+3 Operatör)	216.000
Olası Nakliyat Giderleri*	233.600 (10 km yarı çap ve <b>640 km/gün</b> )
Amortisman Maliyeti(% 10)	798.810
<b>Organik Gübre</b>	<b>2.685.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>2.022.00 TL/Yıl</b>

*\*Yaklaşık 160 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 640 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 640 tl, yıllık 144 000 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tesisin en önemli gider kalemi nakliyat giderleri ve bakım masrafları olarak görünmektedir.

#### **4.3.2.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi**

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesislerinde ekonomik maliyetler yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri diye iki kısımda ele alınmıştır. Kurulması planlanan Biyogaz Üretim Tesisinin ilk yatırım maliyetleri **Tablo 4.145**'te verilmiştir.

**Tablo 4.145. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesis Yatırım Maliyetleri**

<b>Proje Tesis Ana Maliyet Tablosu</b>	<b>Fiyat (TL)</b>
Proje sistem planlama maliyeti	320.000
Digester Sistemi	2597.310
Karıştırma Donanımı	400.016
Hammadde Yükleme Sistemi	174.811
Digester Tankı Isıtma sistemi	192.356
Basınçlı Hava Sistemi	9.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	431.889
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	453.432
Co-Generator Ünitesi	2103.142
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	518.876
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	567.771
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	31.200
Organik Gübre Ayırıcısı	187.767
<b>Organik Gübre</b>	<b>2.400.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>7.988.105</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında amortisman süresi için yıllık net kâr hesaplanabilir. Yıllık kâr hesabı **Tablo 4.146**'te verilmiştir.

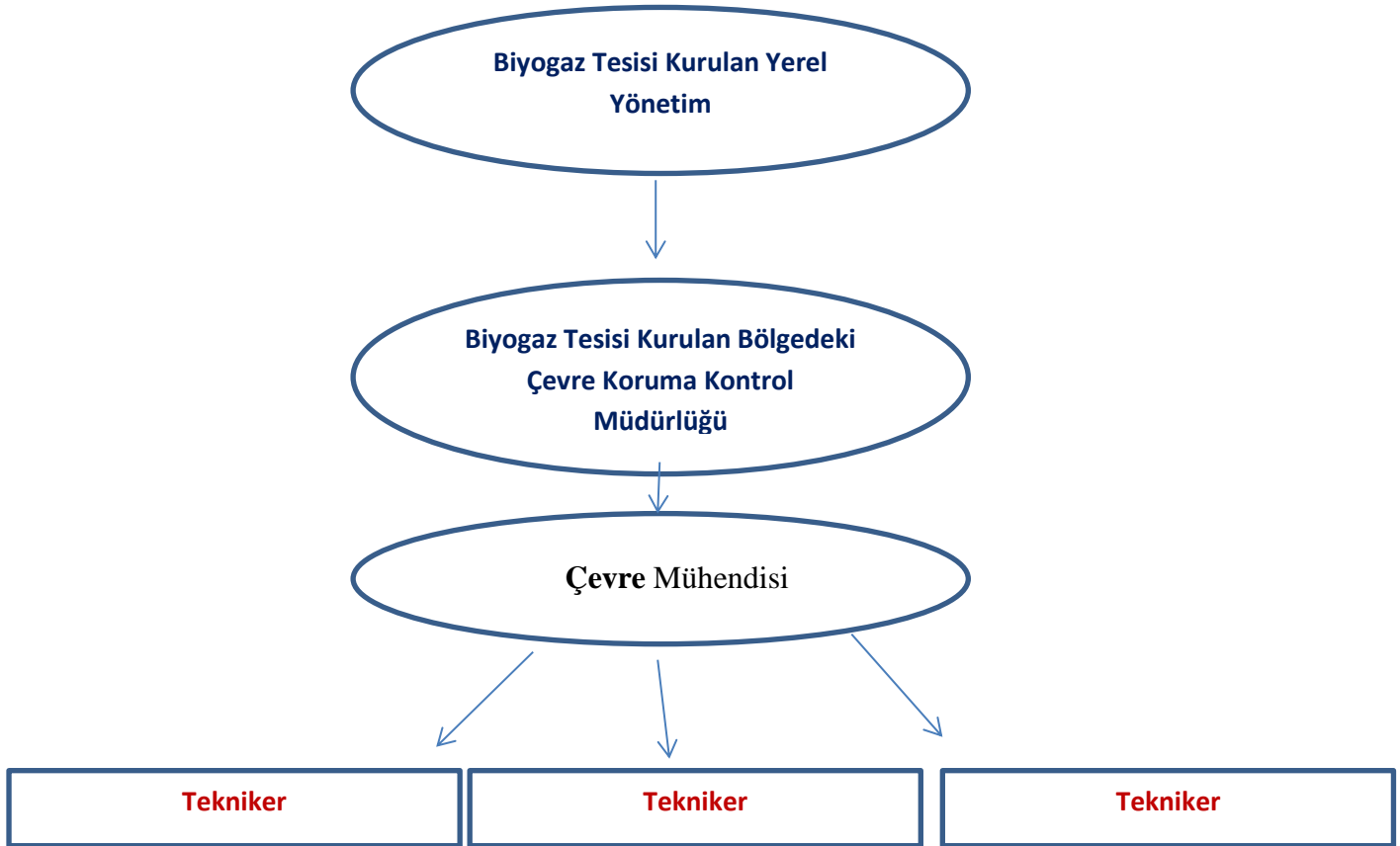
**Tablo 4.146.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
3.237.143,77 TL/yıl	2.022.00 TL/Yıl	<b>1.217.160</b>

biyogaz tesisi için yıllık **1.217.160 TL** kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

Amortisman süresi ise yaklaşık 6,3 yıl ( $7.788.15 / 1.217,52$ ) olarak ön görülmektedir.

#### 4.3.2.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması



**Şekil 4.54.** Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

1 adet mühendis 3 adet tekniker tesisi işletebilir durumda görünmektedir.

#### 4.3.2.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

#### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 2 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 2 MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 2 MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.147.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>3,237,143.7 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>280,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>211,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>233,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>216,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>233,600.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>798,810.0 TL</b>

**Tablo 4.148.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TANK
		1,214,733.7 TL
-5%	3,075,286.5 TL	1,052,876.5 TL
0%	3,237,143.7 TL	1,214,733.7 TL
5%	3,399,000.9 TL	1,376,590.9 TL

**Tablo 4.149.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	190,000.0 TL	1,304,733.7 TL
0%	200,000.0 TL	1,294,733.7 TL
5%	210,000.0 TL	1,284,733.7 TL

**Tablo 4.150.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	91,200.0 TL	1,334,533.7 TL
0%	96,000.0 TL	1,329,733.7 TL
5%	100,800.0 TL	1,324,933.7 TL

**Tablo 4.151.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TANK
		1,214,733.7 TL
-5%	109,250.0 TL	1,338,483.7 TL
0%	115,000.0 TL	1,332,733.7 TL
5%	120,750.0 TL	1,326,983.7 TL

**Tablo 4.152.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TANK
		1,214,733.7 TL
-5%	47,500.0 TL	1,217,233.7 TL
0%	50,000.0 TL	1,214,733.7 TL
5%	52,500.0 TL	1,212,233.7 TL

**Tablo 4.153.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TANK
		1,214,733.7 TL
-5%	156,750.0 TL	1,273,983.7 TL
0%	165,000.0 TL	1,265,733.7 TL
5%	173,250.0 TL	1,257,483.7 TL

**Tablo 4.154.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TANK
		1,214,733.7 TL
-5%	228,000.0 TL	1,220,333.7 TL
0%	240,000.0 TL	1,208,333.7 TL
5%	252,000.0 TL	1,196,333.7 TL

**Tablo 4.155. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

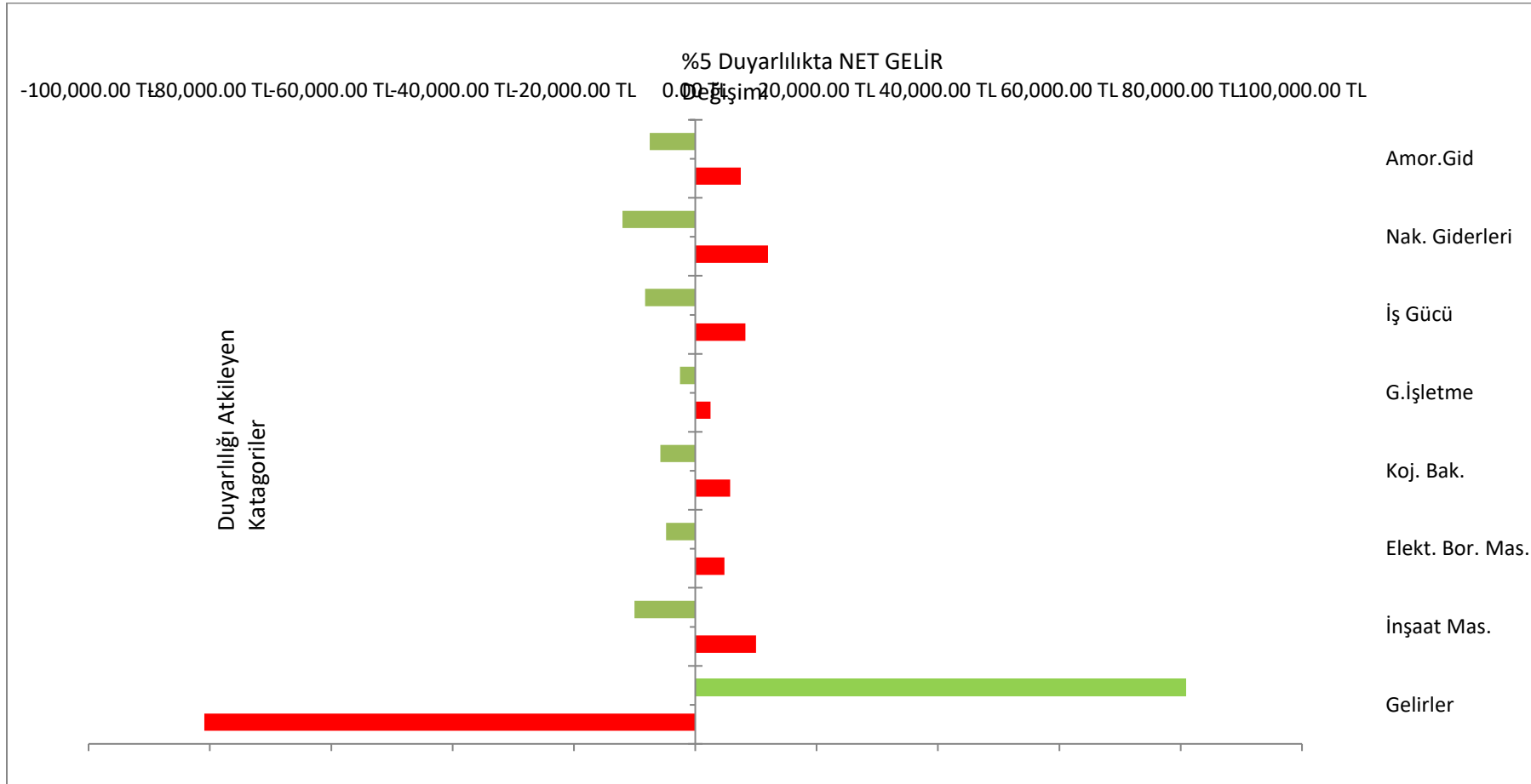
	Nakliyat Giderleri	TANK
		1,214,733.7 TL
-5%	228,000.0 TL	1,220,333.7 TL
0%	240,000.0 TL	1,208,333.7 TL
5%	252,000.0 TL	1,196,333.7 TL

**Tablo 4.156.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
-484,608.9 TL	1,304,733.7 TL	1,334,533.7 TL	1,338,483.7 TL	1,217,233.7 TL	1,273,983.7 TL	1,220,333.7 TL	1,871,043.7 TL
-403,672.0 TL	1,294,733.7 TL	1,329,733.7 TL	1,332,733.7 TL	1,214,733.7 TL	1,265,733.7 TL	1,208,333.7 TL	1,863,543.7 TL
-322,735.1 TL	1,284,733.7 TL	1,324,933.7 TL	1,326,983.7 TL	1,212,233.7 TL	1,257,483.7 TL	1,196,333.7 TL	1,856,043.7 TL

**Tablo 4.157.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-161,857.2 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	161,857.2 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL
Fark	323,714.4 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.55. 2MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi



Grafik incelendiğinde 2 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.3.2.6. 2MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritmada Gösterilmesi

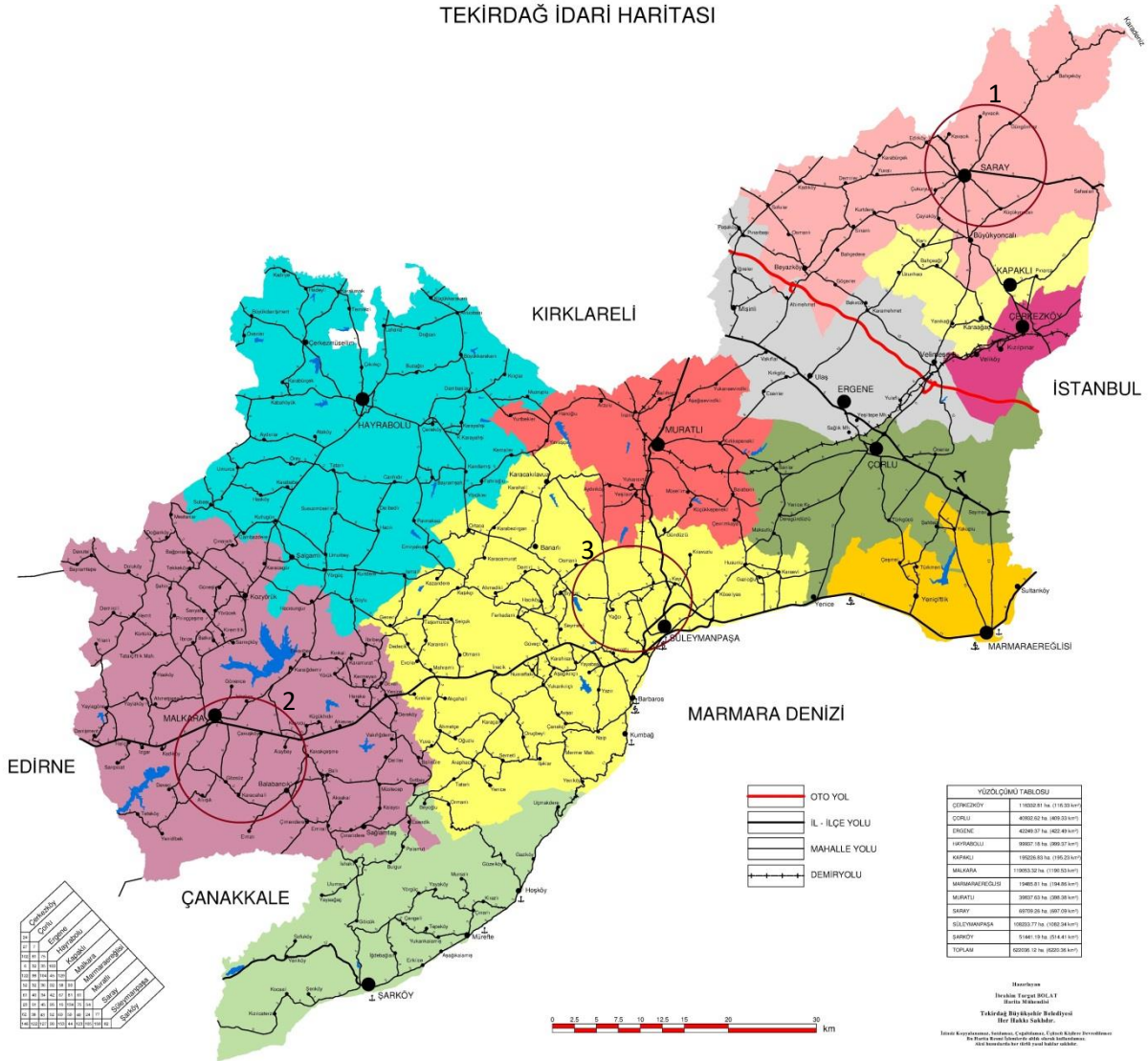
100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları kullanılarak kurulacak 2 MW'lık tesis için yer tespit edilmiş ve Şekil 4.56 da gösterilmiştir.

1 Numaralı Bölgede: Saray İlçesi'nde **Merkez Kavacık, Küçükyoncalı, Çukuryurt (büyük kısmı), Edirköy (bir kısmı), Ayvacık (bir kısmı), Güngörmez (bir kısmı)** Mahalleleri beraber bu potansiyeli ekonomik olarak karşılamaktadır.

2 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nde **Merkez, Çavuşköy, Alaybey, Balabancık, Gözsüz, Karacahalil, Allışık İshakça (büyük kısmı)** 2MW'lık tesis için gerekli tarımsal ve hayvansal atık potansiyelini bulundurmaktadır.

3 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi'nde **Merkez, Yağcı, Kayı, Osmanlı (bir kısmı), Bıyıklı (bir kısmı), Nusrathı (büyük kısmı)** 10 km yarıçapında gerekli potansiyeli sağlayabilecek yerlerdir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



Şekil 4.56. 2MW'lık 100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

### 4.3.3. 1MW lık Tesis Tasarımının Yapılması

#### 4.3.3.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabileceği yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.158**’de verilmiştir.

**Tablo 4.158.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.57.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



**Şekil 4.58.** Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3. Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevrebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.59.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir (Resim 4.33).



Resim 4.33. Türkiye’de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir (4.34). Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.34. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyyeye hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyyeye hazır kalip haline gelmektedir (4.35)



Resim 4.35.Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir (Resim 4.36)



Resim 4.36.Gübre çuvallama makinesi.



Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.3.3.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Bu kapsamda değerlendirildiğinde 1 MW gücünde olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 2230 adet büyükbaş hayvan atığı, 7000 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınabilecektir.

**Tablo 4.159.** Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Tablo 4.159'da Tekirdağ İli için kurulabilecek 1 MW'lık biyogaz tesisleri hayvan sayıları ve biyogaz tesisi sayısı verilmiştir.

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	2230 Adet	64670kg/gün	47 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	7000 Adet	16800 kg/gün	

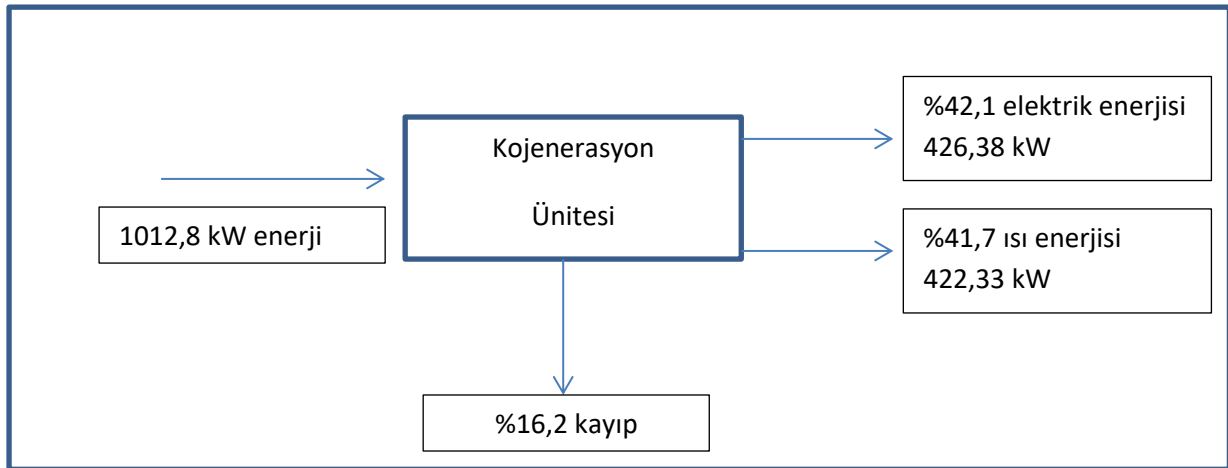
**Tablo 4.160.** 0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		
İl			
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	3717 Adet	
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	11667 Adet	

Tablo 4.160’ta 2MW’lık tesisin gerekli atık miktarını sağlayabilecek hayvan sayısı gösterilmiştir. Bu sayıyı kurulacak tesise 10 km uzaklık çapında olması gerekmektedir. 2230 adet büyükbaş hayvandan 64.670kg/gün hayvansal atık, 7000 adet küçükbaş hayvandan 16.800 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) ’den faydalanarak, 81.470kg/gün hayvansal atıktan **3507,48m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **2455,23 m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 81.470kg/gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **1012,8 kW** olacaktır.

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.60.** Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim \quad \text{Denklem (9)}$$

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kwh)

Denklem (9) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi 426,38 kW olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise 422,33 kW olarak hesaplanmıştır. Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilen elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının

Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kWh başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 1MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 426,81 kW elektrik enerjisi üretilmektedir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.161'de verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübre talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

1MW'lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 81.470 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 122.5 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; **%5 Katı madde oranında 122.5 m<sup>3</sup>/gün dür.**

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  
(122.5 x %5)/%90 = 6,8 m<sup>3</sup>/gün ~ **6.500 kg/gün** olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim **6.500 kg/gün x%67 ~ 4.400 kg/gün olarak belirlenmiştir.**

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise : 4.400 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

: **1.661.616 TL/yıl** mertebelerinde olacağı görülmektedir.

**Tablo 4.161.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	1.618.738 TL/yıl
<b>Organik Gübre*</b>	<b>1.661.616 TL/yıl</b>
<b>Toplam</b>	<b>1.618.738 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.162.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	100.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	96.000
Kojenerasyon Bakımı	115.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+2 Operatör)	165.000
Olası Nakliyat Giderleri*	189.000
Amortisman Maliyeti(% 10)	495.000
<b>Organik Gübre</b>	<b>1.476.850</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>1.201.000</b>

*\*Yaklaşık 130 ton/gün atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 520 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 520 tl, yıllık TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi için en büyük gider kalemi nakliyat olarak görünmektedir.

#### 4.2.3.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

**Tablo 4.163. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	320.285
Digester Sistemi	1297.142
Karıştırma Donanımı	213.028
Hammadde Yükleme Sistemi	94.811
Digester Tankı Isıtma sistemi	98.491
Basınçlı Hava Sistemi	6.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	201.028
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	252.251
Co-Generator Ünitesi	989.142
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	281.085
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	267.771
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	17.142
Organik Gübre Ayırıcısı	105.828
<b>Organik Gübre</b>	<b>1.371.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>5.054.411</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.164'te verilmiştir.

**Tablo 4.164.**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

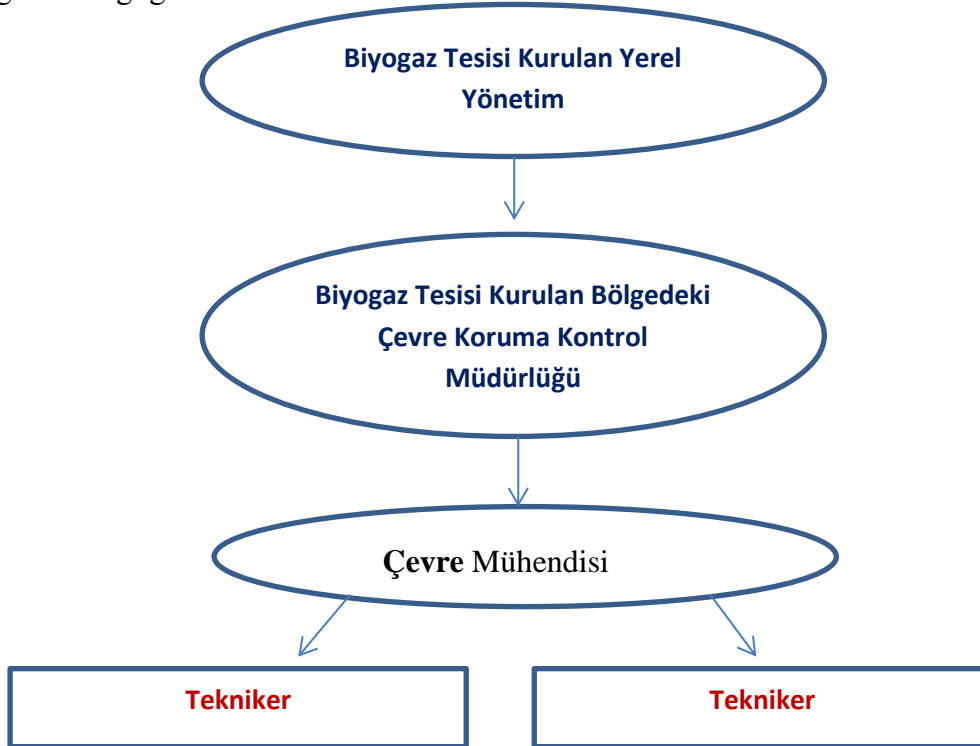
Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
1.618.738 TL/yıl	1.201.300	418,648

Tekirdağ İline kurulacak her biyogaz tesisi için yıllık **418.468TL** kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

**Amortisman süresi ise 12 yıl (5.054.411 /418.648) olarak öngörülmektedir.**

#### 4.2.3.4. İşletme Yönetim Modelinin Ortaya Konması

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 1 MW'lık biyogaz tesisleri, uygun yerlerin belirlenmesinden adet tekniker görev alacaktır. Tesisin kurulması halinde kuruluşun organizasyon şeması Şekil 4.61'de gösterildiği gibi olacaktır



**Şekil 4.61.** Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

İadet mühendis ve 2 adet tekniker tesisin işletilmesi için yeterli olacaktır.

#### 4.2.3.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 1 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 1 MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 1 MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.165.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>1,618,738.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>100,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>96,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>115,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>165,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>189,000.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>495,000.0 TL</b>

**Tablo 4.166.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		408,738.0 TL
-5%	1,537,801.1 TL	327,801.1 TL
0%	1,618,738.0 TL	408,738.0 TL
5%	1,699,674.9 TL	489,674.9 TL

**Tablo 4.167.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		408,738.0 TL
-5%	190,000.0 TL	318,738.0 TL
0%	200,000.0 TL	308,738.0 TL
5%	210,000.0 TL	298,738.0 TL

**Tablo 4.168.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		408,738.0 TL
-5%	91,200.0 TL	413,538.0 TL
0%	96,000.0 TL	408,738.0 TL
5%	100,800.0 TL	403,938.0 TL

**Tablo 4.169.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		408,738.0 TL
-5%	109,250.0 TL	414,488.0 TL
0%	115,000.0 TL	408,738.0 TL
5%	120,750.0 TL	402,988.0 TL

**Tablo 4.170.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		408,738.0 TL
-5%	47,500.0 TL	411,238.0 TL
0%	50,000.0 TL	408,738.0 TL
5%	52,500.0 TL	406,238.0 TL



**Tablo 4.171 Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		408,738.0 TL
-5%	156,750.0 TL	416,988.0 TL
0%	165,000.0 TL	408,738.0 TL
5%	173,250.0 TL	400,488.0 TL

**Tablo 4.172. Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		408,738.0 TL
-5%	228,000.0 TL	369,738.0 TL
0%	240,000.0 TL	357,738.0 TL
5%	252,000.0 TL	345,738.0 TL

**Tablo 4.173. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

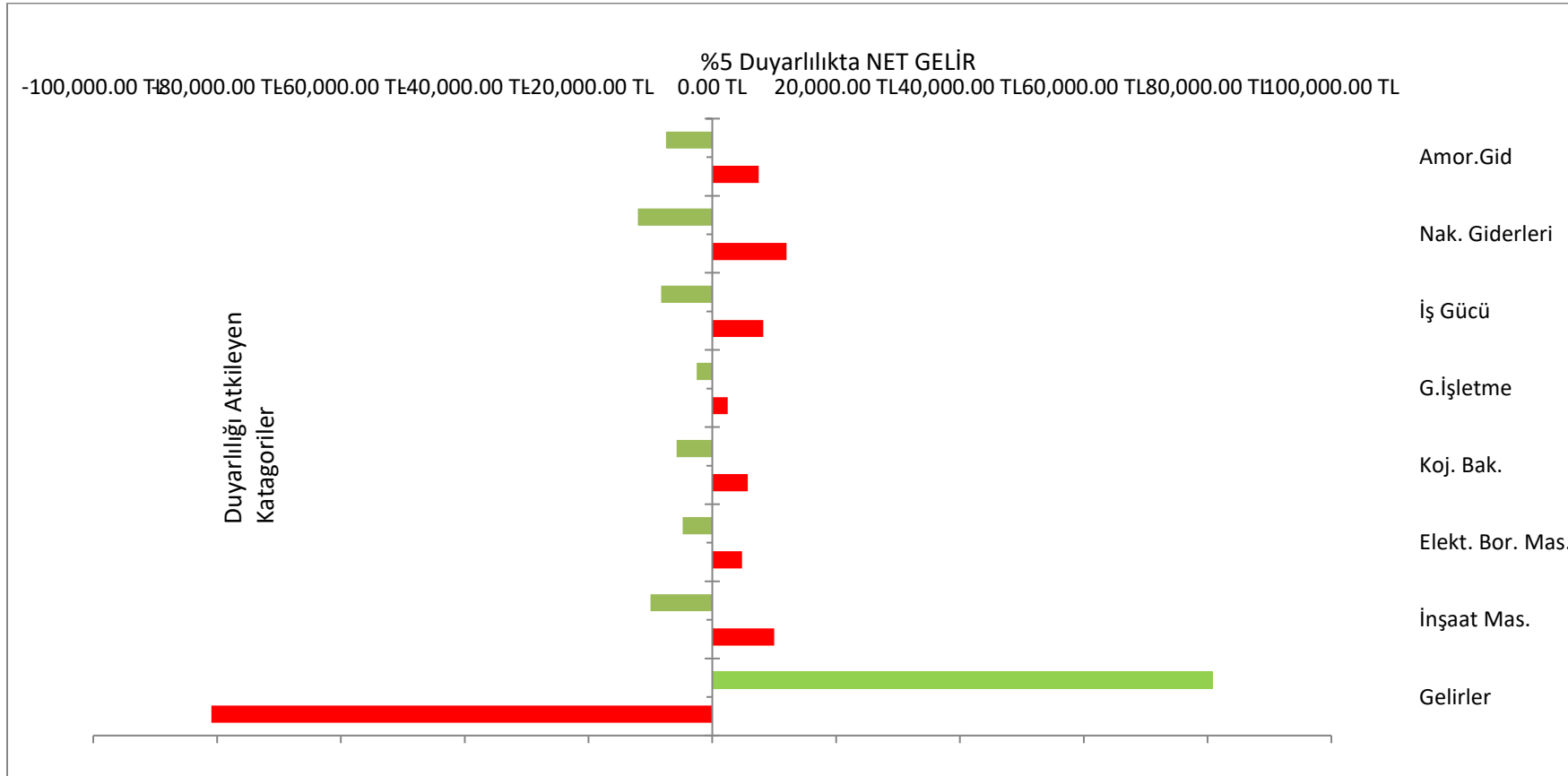
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		408,738.0 TL
-5%	142,500.0 TL	761,238.0 TL
0%	150,000.0 TL	753,738.0 TL
5%	157,500.0 TL	746,238.0 TL

**Tablo 4.174.Duyarlılık Tablosu**

Temel Saptamalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
327,801.1 TL	318,738.0 TL	413,538.0 TL	414,488.0 TL	411,238.0 TL	416,988.0 TL	369,738.0 TL	761,238.0 TL
408,738.0 TL	308,738.0 TL	408,738.0 TL	408,738.0 TL	408,738.0 TL	408,738.0 TL	357,738.0 TL	753,738.0 TL
489,674.9 TL	298,738.0 TL	403,938.0 TL	402,988.0 TL	406,238.0 TL	400,488.0 TL	345,738.0 TL	746,238.0 TL

**Tablo 4.175.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-80,936.9 TL	10,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	12,000.0 TL	7,500.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	80,936.9 TL	-10,000.0 TL	-4,800.0 TL	-5,750.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-12,000.0 TL	-7,500.0 TL
Fark	161,873.8 TL	20,000.0 TL	9,600.0 TL	11,500.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	24,000.0 TL	15,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.62.1 MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 1 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.3.3.6. 1MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

İl genelinde ilçe bazlı olarak büyük ve küçük çapta üreticiler incelenmiştir. Bu senaryoda potansiyel tesis yerleri 100 baş ve üstü çiftlikler ile tüm hayvansal atıkları kapsayan bölgeler dikkate alınarak haritada gösterilmiştir. Kurulacak tesis için toplanacak atıklar 10km yarıçap hesaba katılarak incelenmiş ve en fizibil bölgeler tespit edilmiş ve Şekil 4.63'te gösterilmiştir.

Hayvan atık potansiyeli 1MW'lık tesis kurmak için bitki potansiyeline göre daha az olarak gözükmemektedir. Ancak Hayrabolu ve Malkara gibi yoğun tarım ve hayvancılık yapılan bölgelerde 1MW'lık tesis için uygun yerler bulunmaktadır.

1 Numaralı Bölgede: Hayrabolu İlçesi'nde **Çerkezmüsellim ve Çıkrıkçı Mahalleleri** birlikte bu potansiyeli karşılamaktadır.

2 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nde **Balabancık ve Karacahalil** birlikte bu potansiyeli karşılar, merkezde tek başına bir tesis kurulabilmektedir.

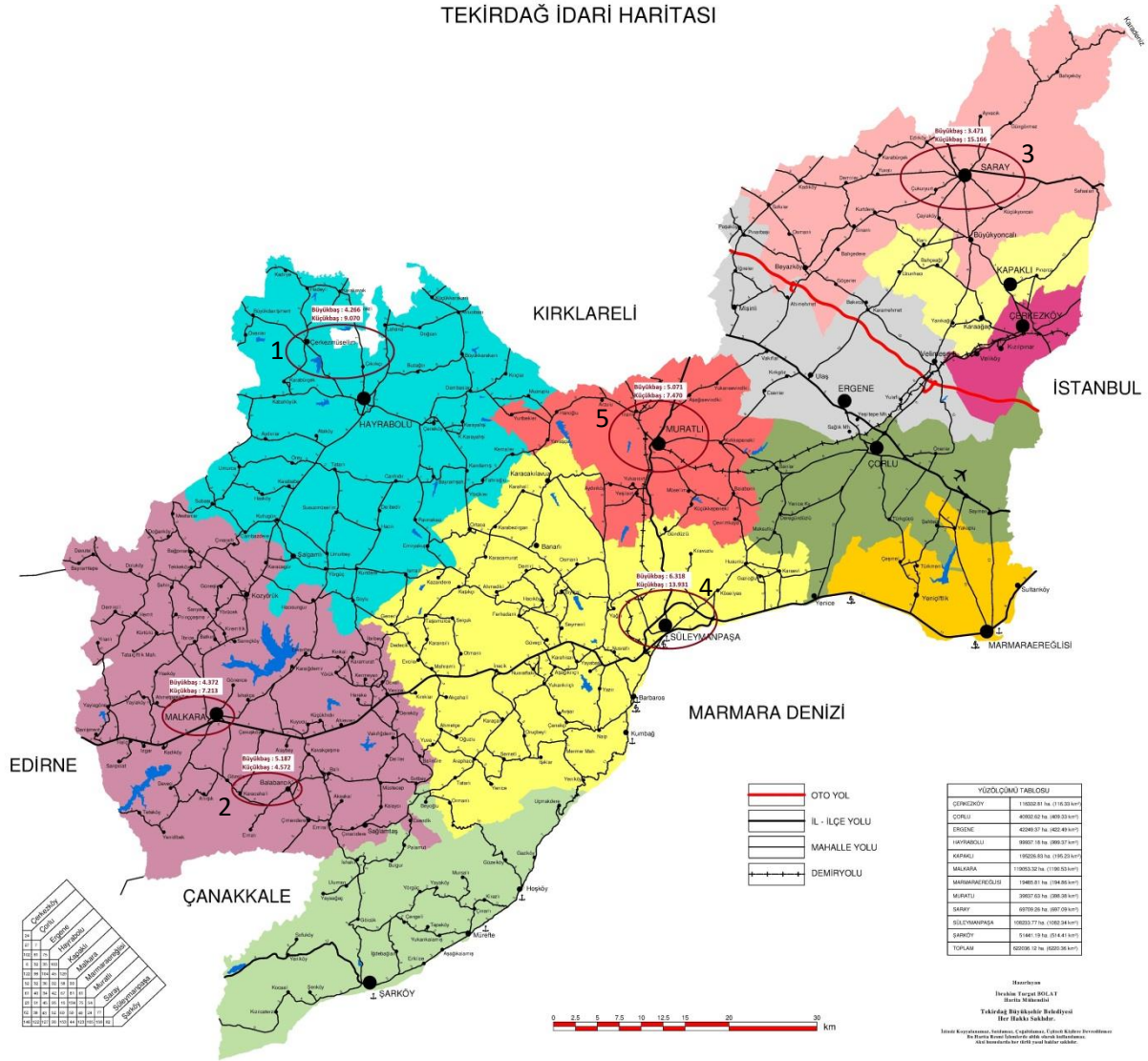
3 Numaralı Bölgede: Saray İlçesi'nde **Merkez ve Çukuryurt** mahallelerinde toplanabilecek hayvansal atıklar ile 1MW'lık tesis kurulabilecektir.

4 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesinde **Merkez,**

5 Numaralı Bölgede: Muratlı İlçesi'nde ise **Merkez ve İnanlı** mahalleleri birlikte 1MW'lık tesis için gerekli potansiyeli sağlayacak hayvansal atık bulunmaktadır.

Bu ilçeler dışında 100 baş ve üstü ile tüm hayvanların atıklarının hesaba katıldığı 10 km yarıçap içerisinde kurulabilecek bir tesisin; Çerkezköy, Çorlu, Kapaklı, Marmara Ereğlisi ve Şarköy ilçelerinde yeterli potansiyel bulunmadığından kurulması mümkün gözükmemektedir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



Şekil 4.63. 100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

#### **4.4. SENARYO 4: 100 BAŞLI VE ÜSTÜ ÇİFLİKLERDEN VE KÜÇÜK AİLE İŞLETMELERİNDEN HAMMADDE ALINDIĞI DURUMUN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Senaryo 4 olarak belirlenen durumda senaryo 3 ile aynı hayvan sayıları kullanılabilir. Küçük aile işletmelerinden de atık alınacak olması ile nakiye giderlerinde azalma olacaktır. Harita üzerinde yapılan incelemeye göre 1 MW lık ve 2 MW lık tesisler için 5 km yarıçapta istenilen hayvan sayılarına harita üzerinde belirlenen mevkilerde ulaşılmıştır. 4 MW lık tesis için Senaryo 3 deki aynı şartlar geçerli olmaktadır. Maksimum 10 kilometrelik yarıçap belirlenmiştir. Haritadaki yer seçimleri bu şartlar göz önüne alınarak yapılmıştır.

##### **4.4.1. 4 MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI**

###### **4.4.1.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi**

Bir biyogaz tesisinin teknoloji ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi **yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.**

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin **fiziki, siyasi, eğitim** yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

- 1.Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
- 2.Kullanılan maddenin miktarı
- 3.Yerel düzenlemeler, yasalar
- 4.Enerji ve atık ısının kullanımı
- 5.Biyogübrenin kullanımı
- 6.Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılacağı yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.176** te verilmiştir.

**Tablo 4.176.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.64.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

## 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır (4.65). Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.65.Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce



biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

### 3.Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevirebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir (4.66)



Şekil 4.66. Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

## Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci

### 1. Ayırma

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir (4.37)



Resim 4.37. Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

### 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir (4.38)



Resim 4.38. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyeyle hazır kalıp haline gelmektedir (4.39)



Resim 4.39. Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir (4.40)



Resim 4.40.Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.4.1.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Biyogaz tesisleri için 5 yıllık amortisman süresi hesabı uygun değer olarak kabul edilmektedir. Tekirdağ İli yetiştirilen hayvan sayıları ve mesafeler göz önüne alındığında 4 MW lık bir tesisin gelir gider dengesi içerisinde 5 yıllık süreyi sağlayabildiği tespit edilmiştir.

Bu nedenle 3 alternatif tesisin en büyük kapasitesi olarak 4 MW lık lisansız bir tesisi kurulması önerilmektedir. Senaryo 3 de 4 MW lık tesis için belirtilen aynı verileri, Senaryo 4 ün tasarımı için de kullanmak mümkündür. Buna göre;

4 MW kurulu gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama tesis başına 8920 adet büyükbaş hayvan atığı, 28000 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınması gerekmektedir (Tablo 4.177)

**Tablo 4.177.**Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4 MW’lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	8920 Adet	258.680 kg/gün	12 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	28000 Adet	67.200 kg/gün	

Tablo 4.177’de Tekirdağ İli için kurulabilecek 4 MW’lık biyogaz tesisleri hayvan sayıları ve biyogaz tesisi sayısı verilmiştir.

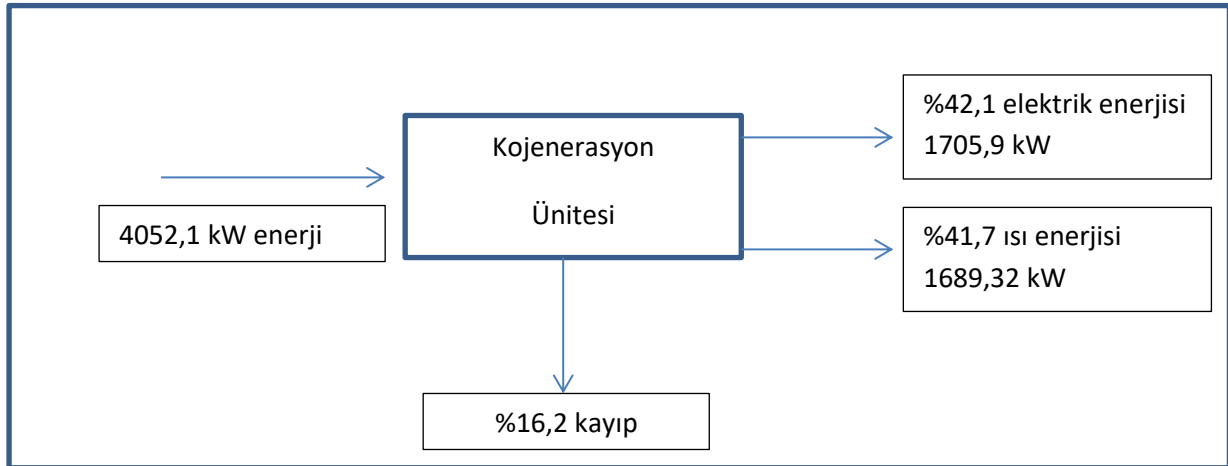
**Tablo 4.178.**0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 4 MW’lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

İl	Hayvan Sayıları / Atık Türü	
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	14866 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	46666 Adet

Toplanabilirlik oranlarına göre Tekirdağ ili için kurulabilecek 4 MW’lık biyogaz tesisleri için olması gereken hayvan sayıları Tablo 4.178’de gösterilmiştir. 4460 adet büyükbaş hayvandan 258.680 kg/gün hayvansal atık, 28000 adet küçükbaş hayvandan 67.200 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) ’den faydalanarak, 352.880 kg/gün hayvansal atıktan **14029,92 m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **9820,92 m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 352.880 kg /gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **4052,1 kW** olacaktır.

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir. Şekil 4.67’de kojenerasyon ünitesinden elde edilebilecek enerji miktarı gösterilmiştir.



**Şekil 4.67.** Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kwh)

Denklem (9) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi 1705,9 kW olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise 1689,32 kW olarak hesaplanmıştır.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz’dan elektrik enerjisi üretimi için kw başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kw başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 4MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 1705,9 kWh elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.179’da verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

## Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

4 MW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 325.880 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 589,6 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 589,6 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı; ( 589,6x %5)/%90 = 32,75 m<sup>3</sup>/gün ~ **31 000 kg/gün** olarak hesaplanmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim **31.000 kg/gün x%67 ~ 20.750 kg/gün olarak belirlenmiştir.**

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilcek gelir ise :20.750 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

: **7.873.030 TL/yıl** mertebelerinde olacağı görülmektedir.

**Tablo 4.179** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>6.475.596,47 TL/yıl</b>
<b>Organik Gübre*</b>	<b>7.873.030</b>
<b>Toplam</b>	<b>6.475.596,47 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Amortisman maliyeti hesabı yapabilmek için Şekil 4.180'de 4MW'lık tesis için işletme maliyetleri belirtilmiştir.

**Tablo 4.180.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	280.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	211.000
Kojenerasyon Bakımı	233.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1mühendis+3 Operatör)	216.000
Olası Nakliyat Giderleri*	467200 (10 km yarı çap ve <b>1280 km/gün</b> )
Amortisman Maliyeti(% 10)	1.360.000
<b>Organik Gübre</b>	<b>6.180.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>2.837.000 TL/Yıl</b>

*\*Yaklaşık 320 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 1280 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 1280 TL, yıllık 467 000 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*



Tekirdağ İlinde hayvansal atıklar için kurulabilecek 4MW'lık biyogaz üretim tesisi işletme maliyetlerinde nakliyat giderleri en önemli kalem olarak görünmektedir.

#### 4.4.1.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi (Tablo 4.181)

**Tablo 4.181. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	355.000
Digester Sistemi	4.553.142
Karıştırma Donanımı	213.043
Hammadde Yükleme Sistemi	287.850
Digester Tankı Isıtma sistemi	376.491
Basınçlı Hava Sistemi	17.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	778.430
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	1.001.421
Co-Generator Ünitesi	3.887.432
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	774.800
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	1.050.220
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	90.000
Organik Gübre Ayırıcısı	215.676
<b>Organik Gübre</b>	<b>4.600.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>13.600.905 TL</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

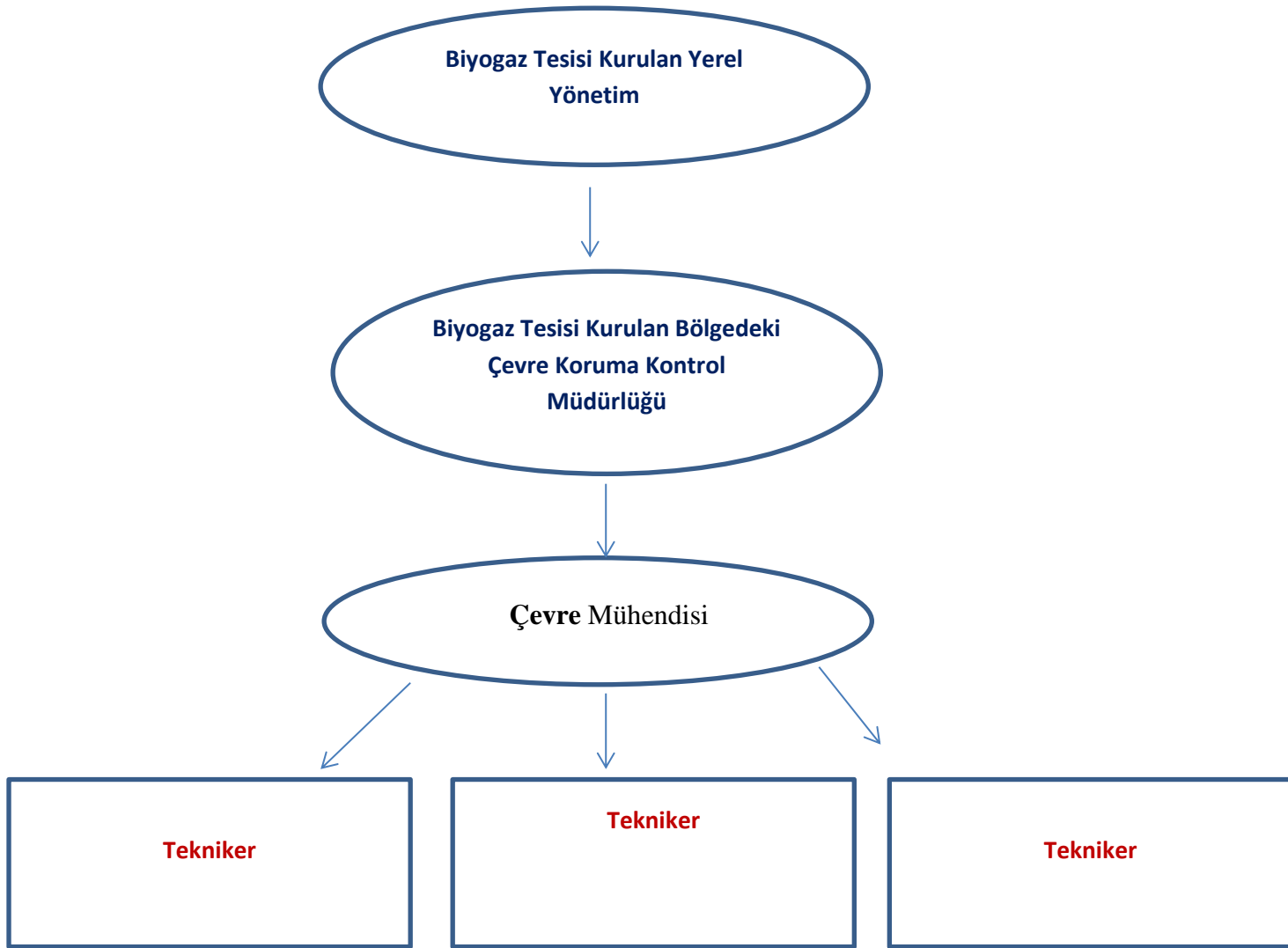
Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı **Tablo 4.182**'de verilmiştir.

**Tablo 4.182.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
6.475.596,47 TL/yıl	2.837.000	3.638.596

Amortisman süresi ise yaklaşık 4 yıl (3,7 yıl) (13.600.905 TL / 3.638.596 TL) olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### 4.4.1.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması



**Şekil 4.68.** Kurulabilecek 4 MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesisin işletilmesinde 1 adet mühendis 3 adet tekniker görev alacaktır.

#### 4.4.1.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

#### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 4 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 4MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 4MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.183.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>6,475,596.5 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>280,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>211,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>233,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>216,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>467,200.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>1,360,000.0 TL</b>

**Tablo 4.184.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	6,151,816.7 TL	3,334,616.7 TL
0%	6,475,596.5 TL	3,658,396.5 TL
5%	6,799,376.3 TL	3,982,176.3 TL

**Tablo 4.185.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	266,000.0 TL	3,672,396.5 TL
0%	280,000.0 TL	3,658,396.5 TL
5%	294,000.0 TL	3,644,396.5 TL

**Tablo 4.186.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	200,450.0 TL	3,668,946.5 TL
0%	211,000.0 TL	3,658,396.5 TL
5%	221,550.0 TL	3,647,846.5 TL

**Tablo 4.187.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	221,350.0 TL	3,670,046.5 TL
0%	233,000.0 TL	3,658,396.5 TL
5%	244,650.0 TL	3,646,746.5 TL

**Tablo 4.188.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	47,500.0 TL	3,660,896.5 TL
0%	50,000.0 TL	3,658,396.5 TL
5%	52,500.0 TL	3,655,896.5 TL

**Tablo 4.189.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	205,200.0 TL	3,669,196.5 TL
0%	216,000.0 TL	3,658,396.5 TL
5%	226,800.0 TL	3,647,596.5 TL

**Tablo 4.190.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	443,840.0 TL	3,681,756.5 TL
0%	467,200.0 TL	3,658,396.5 TL
5%	490,560.0 TL	3,635,036.5 TL

**Tablo 4.191. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

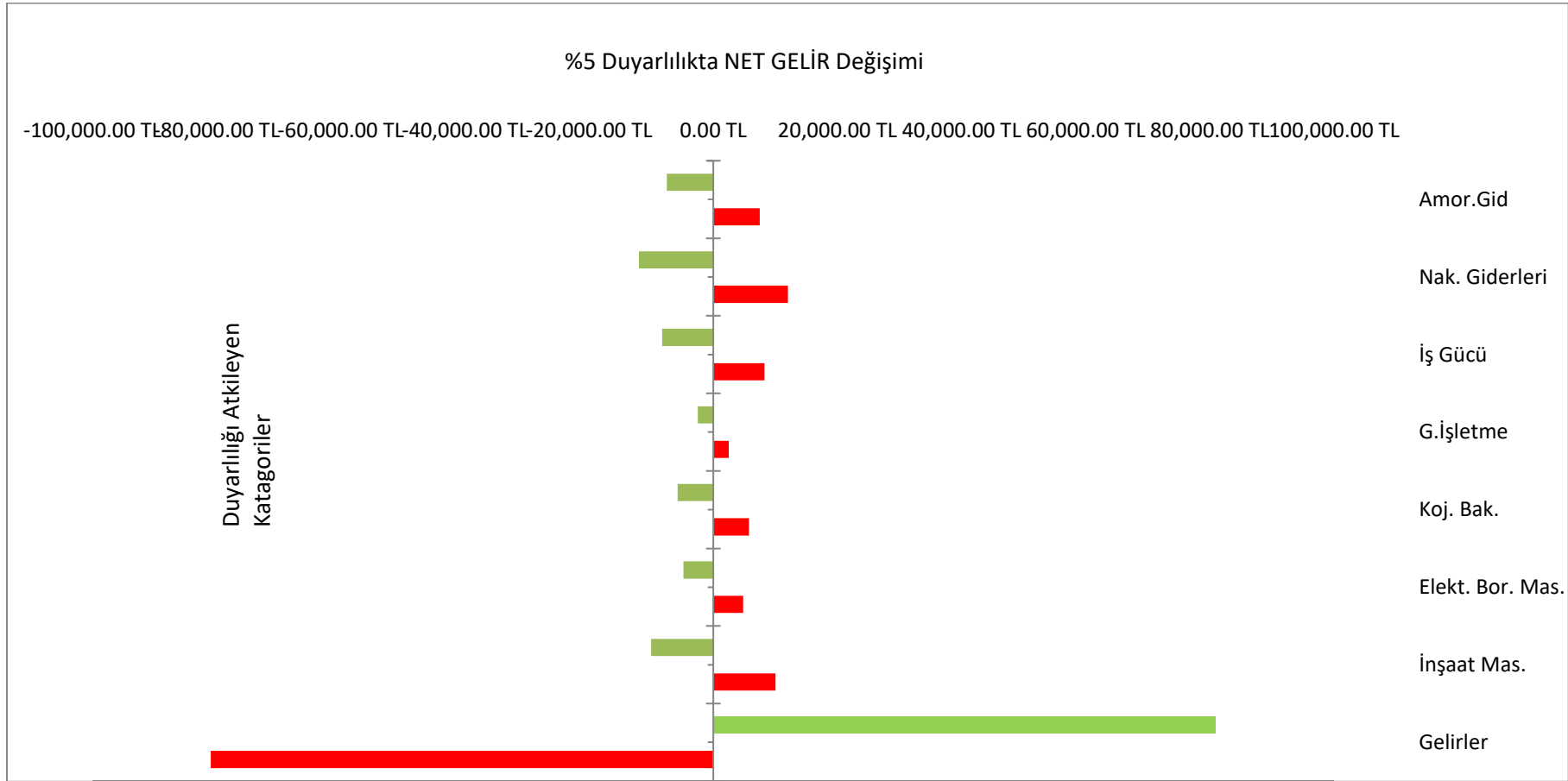
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		3,658,396.5 TL
-5%	1,292,000.0 TL	3,726,396.5 TL
0%	1,360,000.0 TL	3,658,396.5 TL
5%	1,428,000.0 TL	3,590,396.5 TL

**Tablo 4.192.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
3,334,616.7 TL	3,672,396.5 TL	3,668,946.5 TL	3,670,046.5 TL	3,660,896.5 TL	3,669,196.5 TL	3,681,756.5 TL	3,726,396.5 TL
3,658,396.5 TL	3,658,396.5 TL	3,658,396.5 TL	3,658,396.5 TL	3,658,396.5 TL	3,658,396.5 TL	3,658,396.5 TL	3,658,396.5 TL
3,982,176.3 TL	3,644,396.5 TL	3,647,846.5 TL	3,646,746.5 TL	3,655,896.5 TL	3,647,596.5 TL	3,635,036.5 TL	3,590,396.5 TL

**Tablo 4.193.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-323,779.8 TL	14,000.0 TL	10,550.0 TL	11,650.0 TL	2,500.0 TL	10,800.0 TL	23,360.0 TL	68,000.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	323,779.8 TL	-14,000.0 TL	-10,550.0 TL	-11,650.0 TL	-2,500.0 TL	-10,800.0 TL	-23,360.0 TL	-68,000.0 TL
Fark	647,559.7 TL	28,000.0 TL	21,100.0 TL	23,300.0 TL	5,000.0 TL	21,600.0 TL	46,720.0 TL	136,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.69. 4MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 4 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.4.1.6. 4MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları kullanılarak kurulabilecek 4 MW'lık tesis için yerler tespit edilmiş ve Şekil 4.70 de gösterilmiştir.

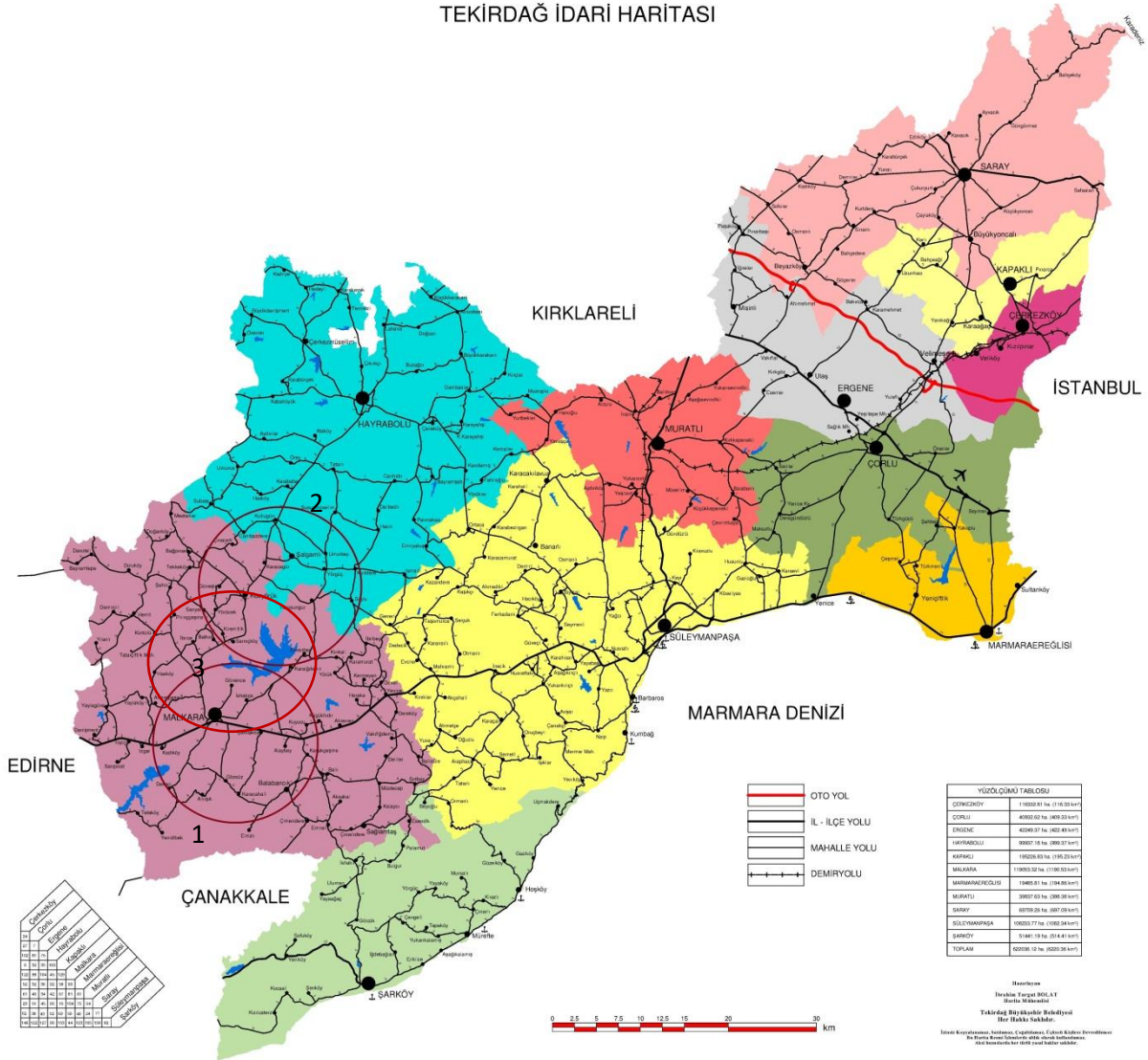
1 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nde **Merkez, Kadıköy, Allışık, Gözsüz, Karacahalil, Balabancık, Alaybey, Çavuşköy, Kuyucu, İshakça, Gönence, Kavakçeşme, Deveci (bir kısmı)** Mahalleleri beraber bu potansiyeli ekonomik olarak karşılamaktadır.

2 Numaralı Bölgede: Hayrabolu ve Malkara İlçelerinde **Cambazdere, Kutlugün, Şalgamlı, Yörgüç, Umurbey, Kurtdere (bir kısmı), Soylu (büyük kısmı), Çınaraltı, Karacagür, Kozyörük, Güneşli, Yörücek, Sarıyar, Kiremitlik, Sarnıçköy, Evrenbey, Hacısungur** Mahalleleri 10 km yarıçapında gerekli potansiyeli sağlayabilecek yerlerdir.

İl genelinde 100 baş ve üstü hayvan atıklarını hesaba katarak kurulabilecek bir tesis için 1 ve 2 nolu alanlardan başka 4 MW lık bir tesis için uygun (10 km yarıçap düşünülerek) bir yer bulunmamaktadır. Bu nedenle 3. Kurulabilecek yer olarak 1 ve 2 nolu alan içerisinde farklı kombinasyonlarda köylerden atık alınabileceği hesaba katılarak belirleme yapılabilmektedir.



TEKİRDAĞ İDARI HARİTASI



**Şekil 4.70.** 100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

## 4.4.2. 2 MW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI

### 4.4.2.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.194**’te verilmiştir.

**Tablo 4.194.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.71.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır ( Şekil 4.72). Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.72. Tesiste kullanılacak örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3. Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevrebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir (Şekil 4.73)



**Şekil 4.73.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir (Resim 4.41)



Resim 4.41. Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcı kurutucular olarak belirlenmiştir (Resim 4.42)



Resim 4.42. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyyeye hazır kalıp haline gelmektedir (Resim 4.43)



Resim 4.43. Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir (Resim 4.44)



Resim 4.44. Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.4.2.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Tekirdağ ili hayvan sayıları ve mesafeler göz önüne alındığında senaryo 3 ile aynı miktarlarda hayvan sayısı gerekmektedir. Ancak küçük aile işletmeleri de hesaba katıldığında 5 km lik bir alanda aynı miktarda atık bulabilmem mümkün olacaktır.

2 MW kurulu gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 4460 adet büyükbaş hayvan atığı, 14000 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınması planlanmıştır (4.195)

**Tablo 4.195.**Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	4460 Adet	129.340 kg/gün	23 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	14000 Adet	33.600 kg/gün	

Teorik olarak tüm atıklar toplanabildiğinde il genelinde 2 MW lık tesislerden 23 adet kurma potansiyeli bulunmaktadır. Ancak toplanabilirlik değerleri ve nakliyat giderleri düşünüldüğünde alternatif tesisi sayısı azalmaktadır. **Tablo 4.196**'da toplanabilirlik değerlerine göre kurulacak 2 MW lık tesis için gerekli hayvan sayısı belirtilmiştir.

**Tablo 4.196.**0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

İl	Hayvan Sayıları / Atık Türü	
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	7434 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	46668 Adet

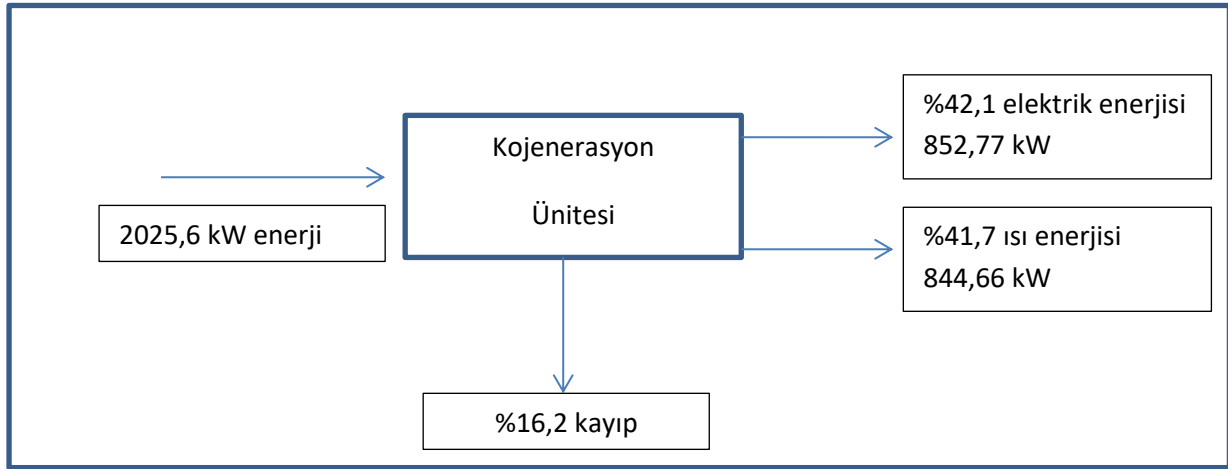
Toplanabilirlik oranlarına göre tekirdağ ili için kurulabilecek 2 mw'lık biyogaz tesisleri için olması gereken hayvan sayıları Tablo 4.196'da verilmiştir. 4460 adet büyükbaş hayvandan 129.340 kg/gün hayvansal atık, 14000 adet küçükbaş hayvandan 33.600 kg/gün hayvansal



atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak, 162.940 kg/gün hayvansal atıktan **7014,96 m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **4910,46 m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 162.940 kg /gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **2025,6 kW** olacaktır.

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.74.** Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kwh)

Denklem (9) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi 852,7 kW olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise 844,66 kW olarak hesaplanmıştır. Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilen elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kw başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir. (1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile

satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 2MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 852,7 kWh elektrik enerjisi üretilmektedir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.197’de verilmiştir (Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

2 MW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 162.940 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 293,3 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 293,3 m<sup>3</sup>/gün dür. Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir. Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  $(293,3 \times \%5)/\%90 = 16,3 \text{ m}^3/\text{gün} \sim \mathbf{15.500 \text{ kg/gün}}$  olarak hesaplanmaktadır. Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim **15.500 kg/gün x%67 ~ 10.375 kg/gün olarak mertebelerinde olduğu görülmektedir.** 1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir. 1 yılda elde edilcek gelir ise : $10.375 \text{ kg/gün} \times 1,049 \text{ TL/kg} \times 360 \text{ yıl/gün}$

: **3.918.015 TL/yıl** olarak karşımıza çıkmaktadır (Tablo 4.197)

**Tablo 4.197. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu**

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>3.237.143,77 TL/yıl</b>
<b>Organik Gübre*</b>	<b>3.918.015</b>
<b>Toplam</b>	<b>3.237.143,77 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri Tablo 4.198 de verilmiştir.

**Tablo 4.198. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	280.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	211.000
Kojenerasyon Bakımı	233.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+3 Operatör)	216.000
Olası Nakliyat Giderleri*	116 800 (5 km yarı çap ve <b>640 km/gün</b> )
Amortisman Maliyeti(% 10)	798.810
<b>Organik Gübre</b>	<b>3.400.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>1.905.610 TL/Yıl</b>

*\*Yaklaşık 160 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 320 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 320 tl, yıllık 116 800 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 2 MW'lık biyogaz üretim tesisi işletme maliyetleri ele alındığında en büyük kalem inşaat işleri bakımı olarak görünmektedir.

#### 4.4.2.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesislerinde ekonomik maliyetler yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri diye iki kısımda ele alınmıştır. Kurulması planlanan Biyogaz Üretim Tesisinin ilk yatırım maliyetleri Tablo 4.199'de verilmiştir.

**Tablo 4.199. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisinin Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	320.000
Digester Sistemi	2597.310
Karıştırma Donanımı	400.016
Hammadde Yükleme Sistemi	174.811
Digester Tankı Isıtma sistemi	192.356
Basınçlı Hava Sistemi	9.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	431.889
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	453.432
Co-Genarator Ünitesi	2103.142
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	518.876
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	567.771
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	31.200
Organik Gübre Ayırıcısı	187.767
<b>Organik Gübre</b>	<b>2.630.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>7.988.105</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.200’de verilmiştir.

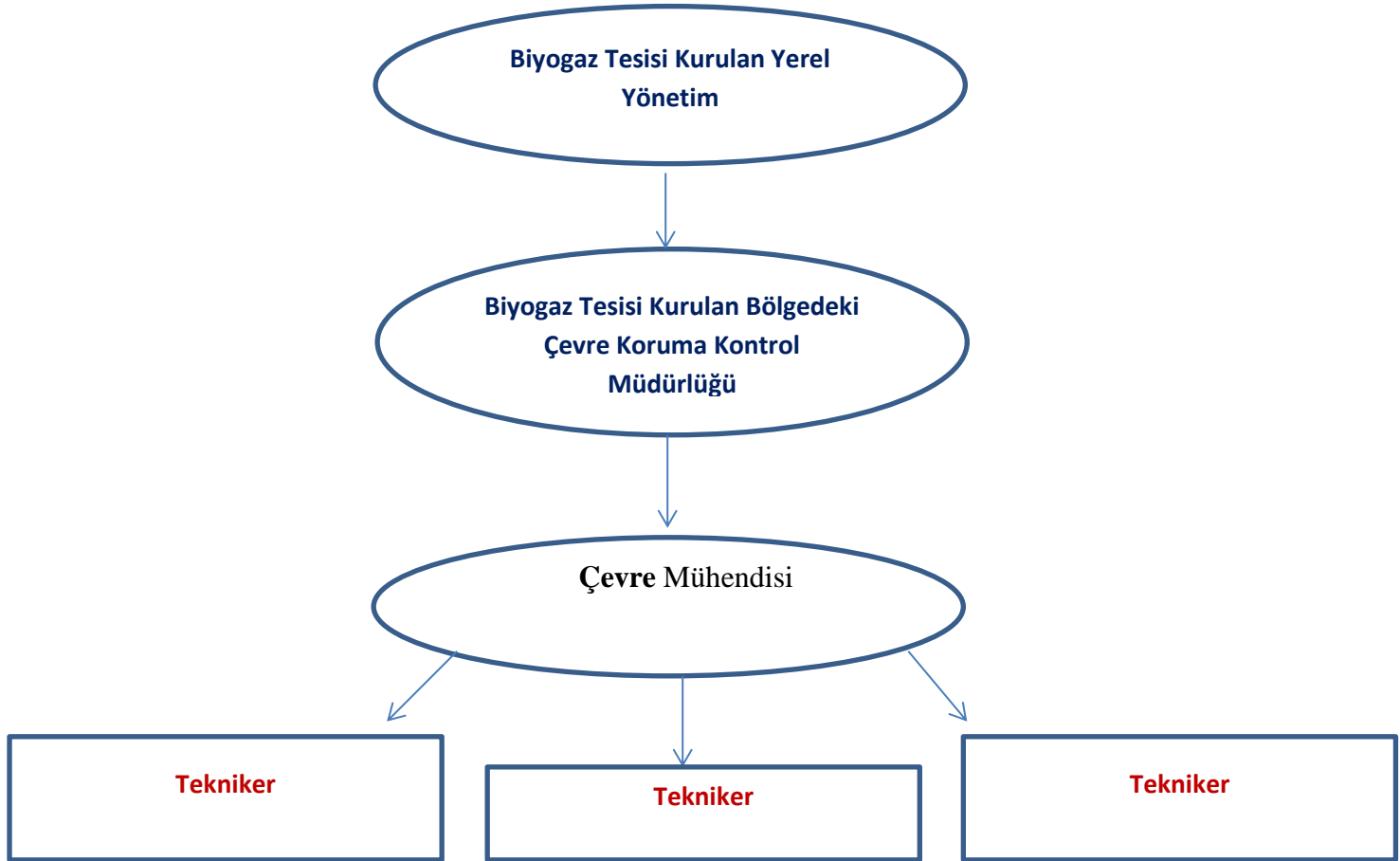
**Tablo 4.200.**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 2 MW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
3.237.143,77 TL/yıl	1.905.610 TL/Yıl	<b>1.331.533</b>

biyogaz tesisi için yıllık **1.331.533 TL** kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

Amortisman süresi ise yaklaşık 6 yıl ( $7.988.105 / 1.331.533$ ) olarak öngörülmektedir.

#### 4.4.2.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması



**Şekil 4.75.** Kurulabilecek 2 MW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

İşletme mühendisi 3 adet tekniker tesisin işletilmesinde yeterli olacaktır.

#### 4.4.2.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 2 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 2 MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 2 MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.201.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>3,237,143.7 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>280,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>211,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>233,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>216,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>233,600.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>798,810.0 TL</b>

**Tablo 4.202.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TANK
		1,214,733.7 TL
-5%	3,075,286.5 TL	1,052,876.5 TL
0%	3,237,143.7 TL	1,214,733.7 TL
5%	3,399,000.9 TL	1,376,590.9 TL

**Tablo 4.203.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	266,000.0 TL	1,228,733.7 TL
0%	280,000.0 TL	1,214,733.7 TL
5%	294,000.0 TL	1,200,733.7 TL

**Tablo 9.204.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	200,450.0 TL	1,225,283.7 TL
0%	211,000.0 TL	1,214,733.7 TL
5%	221,550.0 TL	1,204,183.7 TL

**Tablo 4.205.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	221,350.0 TL	1,226,383.7 TL
0%	233,000.0 TL	1,214,733.7 TL
5%	244,650.0 TL	1,203,083.7 TL

**Tablo 4.206.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	47,500.0 TL	1,217,233.7 TL
0%	50,000.0 TL	1,214,733.7 TL
5%	52,500.0 TL	1,212,233.7 TL

**Tablo 4.207.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	205,200.0 TL	1,225,533.7 TL
0%	216,000.0 TL	1,214,733.7 TL
5%	226,800.0 TL	1,203,933.7 TL

**Tablo 4.208.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	443,840.0 TL	1,004,493.7 TL
0%	467,200.0 TL	981,133.7 TL
5%	490,560.0 TL	957,773.7 TL

**Tablo 4.209. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	Amortisman Maliyeti	TYNK
		1,214,733.7 TL
-5%	1,292,000.0 TL	721,543.7 TL
0%	1,360,000.0 TL	653,543.7 TL
5%	1,428,000.0 TL	585,543.7 TL

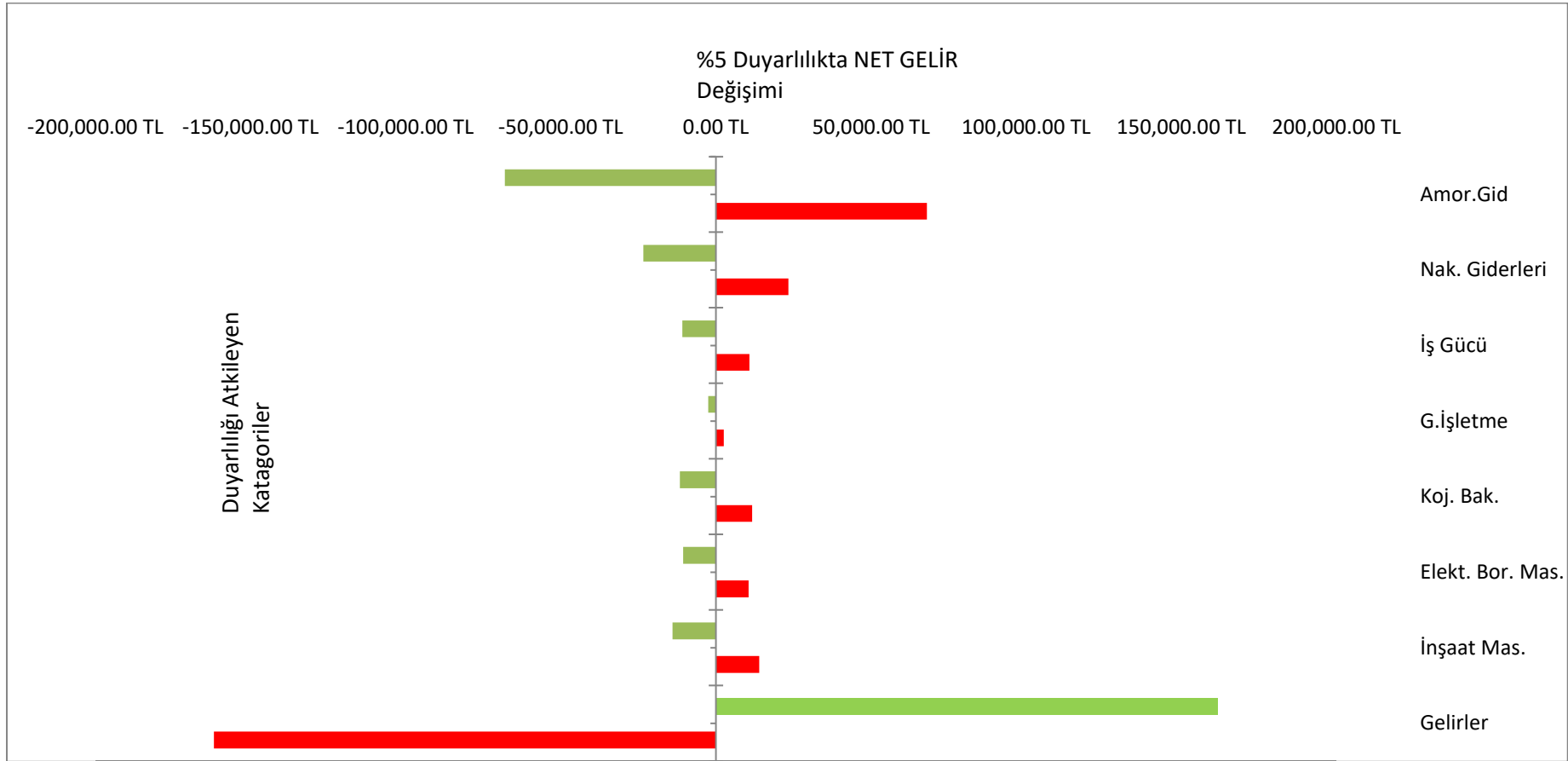


**Tablo 4.210.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
1,052,876.5 TL	1,228,733.7 TL	1,225,283.7 TL	1,226,383.7 TL	1,217,233.7 TL	1,225,533.7 TL	1,004,493.7 TL	721,543.7 TL
1,214,733.7 TL	1,214,733.7 TL	1,214,733.7 TL	1,214,733.7 TL	1,214,733.7 TL	1,214,733.7 TL	981,133.7 TL	653,543.7 TL
1,376,590.9 TL	1,200,733.7 TL	1,204,183.7 TL	1,203,083.7 TL	1,212,233.7 TL	1,203,933.7 TL	957,773.7 TL	585,543.7 TL

**Tablo 4.211.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-161,857.2 TL	14,000.0 TL	10,550.0 TL	11,650.0 TL	2,500.0 TL	10,800.0 TL	23,360.0 TL	68,000.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	161,857.2 TL	-14,000.0 TL	-10,550.0 TL	-11,650.0 TL	-2,500.0 TL	-10,800.0 TL	-23,360.0 TL	-68,000.0 TL
Fark	323,714.4 TL	28,000.0 TL	21,100.0 TL	23,300.0 TL	5,000.0 TL	21,600.0 TL	46,720.0 TL	136,000.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.76. 2MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 2 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.4.2.6. 2MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

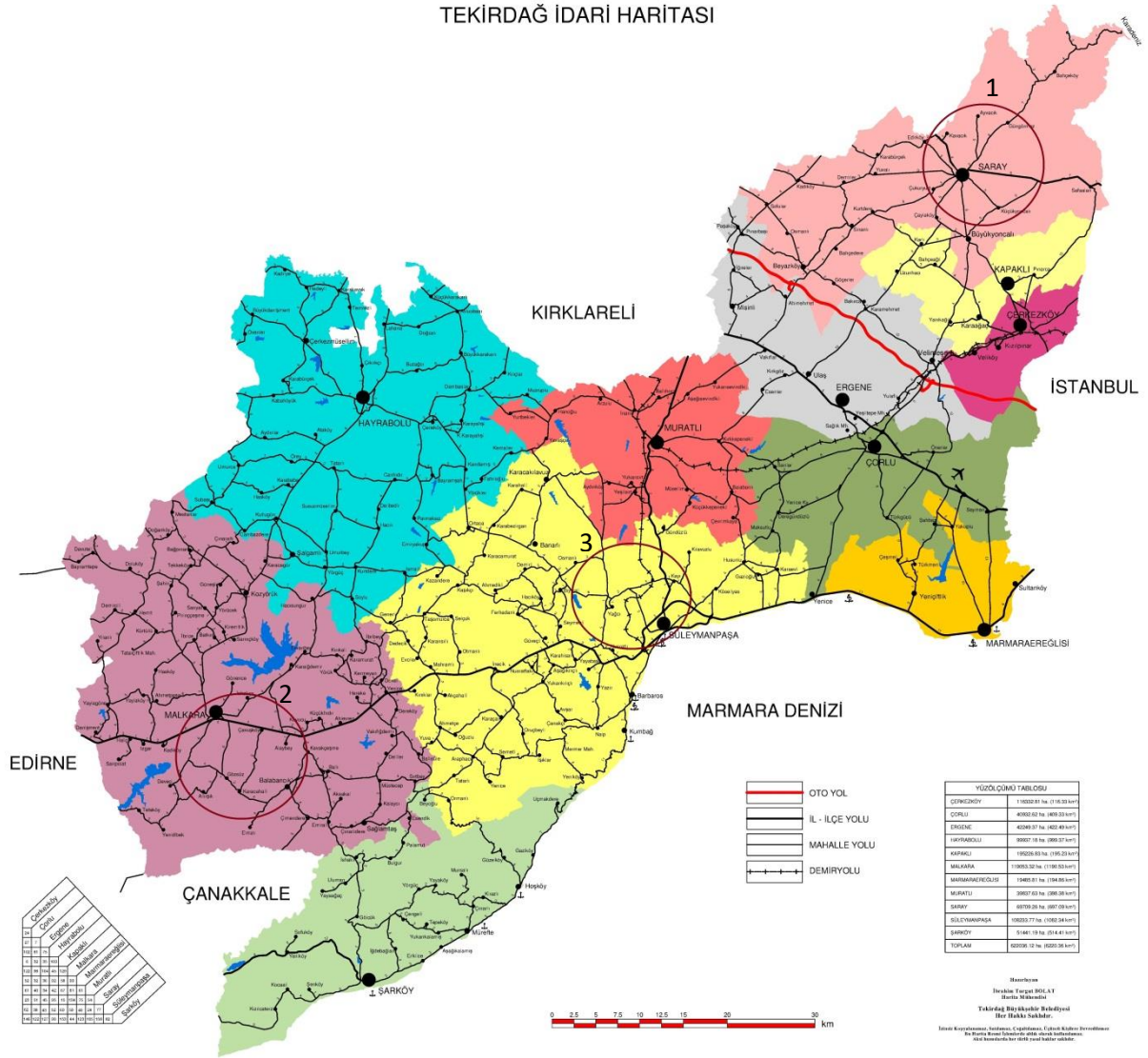
100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları kullanılarak kurulabilecek 2 MW'lık biyogaz tesisi için yer tespit edilmiş ve Şekil 4.77 de gösterilmiştir.

1 Numaralı Bölgede Saray İlçesi'nde **Merkez Kavacık, Küçükyoncalı, Çukuryurt (büyük kısmı), Edirköy (bir kısmı), Ayvacık (bir kısmı), Güngörmez (bir kısmı)** Mahalleleri beraber bu potansiyeli ekonomik olarak karşılamaktadır.

2 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nde **Merkez, Çavuşköy, Alaybey, Balabancık, Gözsüz, Karacahalil, Allışık İshakça (büyük kısmı)** 2MW'lık tesis için gerekli tarımsal ve hayvansal atık potansiyelini bulundurmaktadır.

3 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi'nde **Merkez, Yağcı, Kayı, Osmanlı (bir kısmı), Bıyıkali (bir kısmı), Nusratlı (büyük kısmı)** mahalleleri 10 km yarıçapında gerekli potansiyeli sağlayabilecek yerlerdir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



Şekil 4.77. 2MW'lık 100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

### 4.4.3. 1MW'lık Biyogaz Tesisi Tasarımının Yapılması

#### 4.4.3.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabileceği yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan diğester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye'de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.212** de verilmiştir.

**Tablo 4.212.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.78.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.79. Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3. Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir yada seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevrebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.80.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.



Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir (Resim 4.45)



Resim 4.45. Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.46. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyyeye hazır kalıp haline gelmektedir.



Resim 4.47. Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.48. Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.4.3.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Başlangıç aşaması dönemi için hayvan atıklarından kurulabilecek bir tesisi için 1 MW lık lisansız bir tesisi kurulması önerilmektedir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde 1 MW kurulu gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için 2230 adet büyükbaş hayvan atığı, 7000 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınması gerekmektedir. Ancak hayvan sayıları kesin proje döneminde ve yer seçimi yaparken değiştirilebilecektir.

**Tablo 4.213.**Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	2230 Adet	64670kg/gün	47 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	7000 Adet	16800 kg/gün	

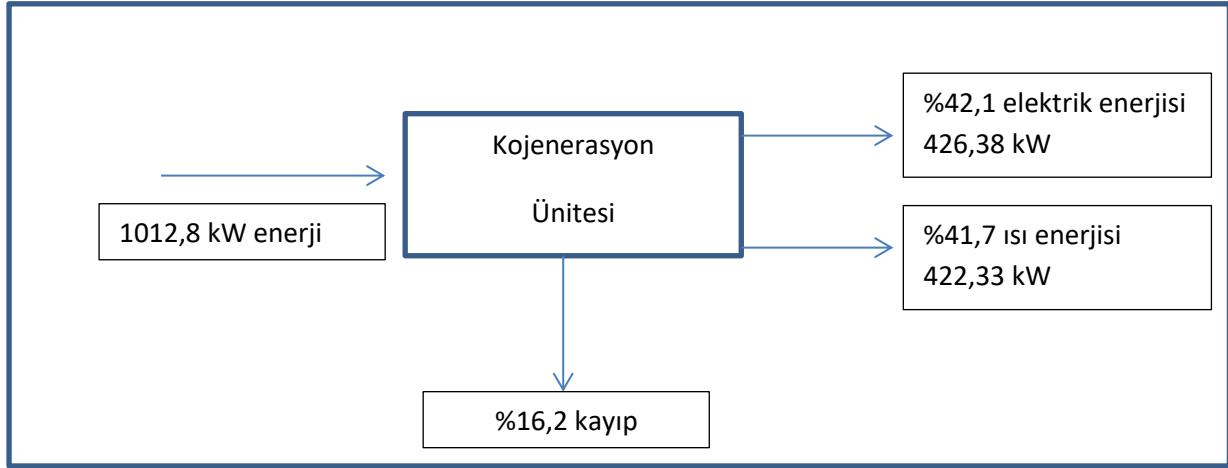
**Tablo 4.214.**0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları
İl			
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	3717 Adet	107793kg/gün
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	11667 Adet	28000 kg/gün

Toplanabilirlik oranlarına göre Tekirdağ İli hayvan atıkları için kurulabilecek 1 MW'lık biyogaz tesisleri için olması gereken hayvan sayıları Tablo 4.214'te verilmiştir. 2230 adet büyükbaş hayvandan 64.670kg/gün hayvansal atık, 7000 adet küçükbaş hayvandan 16.800 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak, 81.470kg/gün hayvansal atıktan **3507,48m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **2455,23 m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 81.470kg/gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **1012,8 kW** olacaktır.

### Günlük Elde Edilecek Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.81.** Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye'de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (9) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim$$

Denklem (9)

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kWh)

Denklem (9) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi 426,38 kW olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise 422,33 kW olarak hesaplanmıştır.

Trakya İlinde kurulabilecek olan biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kw başına 13,3 Cent=0,52.6TL/kW karşılığında satılabilmektedir.(1euro=3.95 TL) Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 1MW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 426,81 kWh elektrik enerjisi üretilecektir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.215'te verilmiştir(Biyogaz tesisinin günde 20 saat çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübreye talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

1 MW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 81.470 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 146,65 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 146,65 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir. Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  
(146,5 x %5)/%90 = 8.15 m<sup>3</sup>/gün ~ **7,750 kg/gün** olarak hesaplanmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim **7.7500 kg/gün x%67 ~ 5.200 kg/gün mertebelerinde olacağı görülmektedir.**

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise :5.200 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

**: 1.959.007 TL/yıl** olarak karşımıza çıkmaktadır

**Tablo 4.215.**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>1.618.738 TL/yıl</b>
Organik Gübre*	1.959.007TL/yıl
<b>Toplam</b>	<b>1.618.738 TL/yıl</b>

*\*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.216. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

<b>İşletme Parametreleri</b>	<b>Fiyat (TL/yıl)</b>
İnşaat İşleri Bakımı	100.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	96.000
Kojenerasyon Bakımı	115.000
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1 mühendis+2 Operatör)	165.000
Olası Nakliyat Giderleri*	58.400
Amortisman Maliyeti(% 10)	505.411
<b>Organik Gübre</b>	<b>1.907.800</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>1.089.811</b>

*\*\*Yaklaşık 80 ton/gün atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 160 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 160 tl, yıllık 58 400 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 1 MW'lık biyogaz üretim tesisi işletme maliyetleri ele alındığında en büyük gider iş gücü olarak görünmektedir.

#### 4.4.3.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

**Tablo 4.217. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	320.285
Digester Sistemi	1297.142
Karıştırma Donanımı	213.028
Hammadde Yükleme Sistemi	94.811
Digester Tankı Isıtma sistemi	98.491
Basınçlı Hava Sistemi	6.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	201.028
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	252.251
Co-Generator Ünitesi	989.142
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	281.085
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	267.771
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	17.142
Organik Gübre Ayırıcısı	105.828
<b>Organik Gübre</b>	<b>1.500.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>5.054.411</b>

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.218'de verilmiştir.

**Tablo 4.218. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu**

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
1.618.738 TL/yıl	1.089.811	528.927

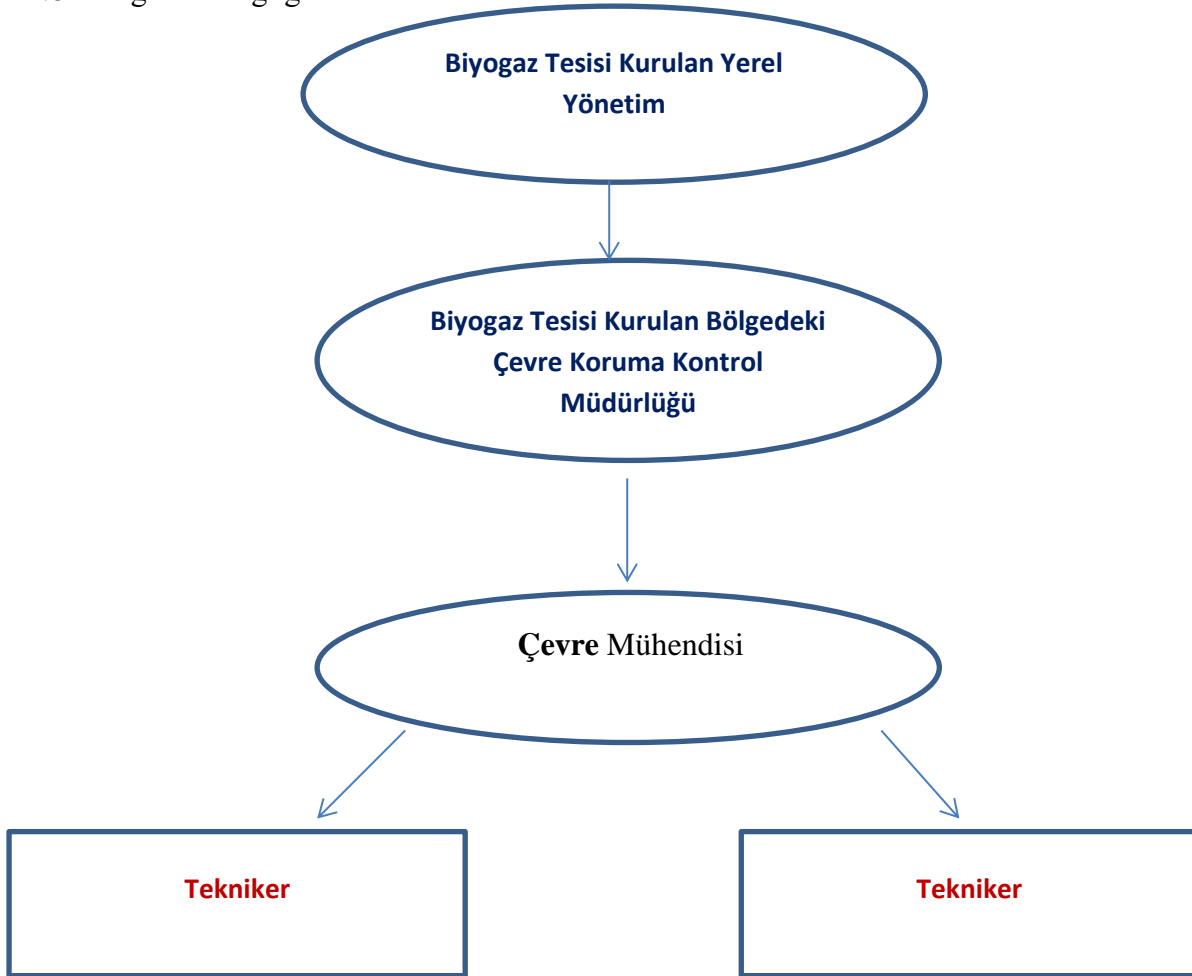


Tekirdağ İline kurulacak her biyogaz tesisi için yıllık **528.927** TL kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

**Amortisman süresi ise 9.5 yıl (5.054.411 /528.927) olarak öngörülmektedir.**

#### 4.4.3.4. İşletme Yönetim Modelinin Ortaya Konması

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 1 MW'lık biyogaz tesisleri, uygun yerlerin belirlenmesinden adet tekniker görev alacaktır. Tesisin kurulması halinde kuruluşun organizasyon şeması Şekil 4.82'de gösterildiği gibi olacaktır



**Şekil 4.82.** Kurulabilecek 1 MW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

1 adet mühendis 2 adet tekniker tesisin işletilmesinde yeterli olacaktır.

#### 4.4.3.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 1 MW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 1 MW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 1 MW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.219.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>1,618,738.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>100,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>96,000.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>115,000.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>165,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>58,400.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>505,411.0 TL</b>

**Tablo 4.220.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		528,927.0 TL
-5%	1,537,801.1 TL	447,990.1 TL
0%	1,618,738.0 TL	528,927.0 TL
5%	1,699,674.9 TL	609,863.9 TL

**Tablo 4.221.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		528,927.0 TL
-5%	95,000.0 TL	533,927.0 TL
0%	100,000.0 TL	528,927.0 TL
5%	105,000.0 TL	523,927.0 TL

**Tablo 4.222.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		528,927.0 TL
-5%	91,200.0 TL	533,727.0 TL
0%	96,000.0 TL	528,927.0 TL
5%	100,800.0 TL	524,127.0 TL

**Tablo 4.223.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		528,927.0 TL
-5%	109,250.0 TL	534,677.0 TL
0%	115,000.0 TL	528,927.0 TL
5%	244,650.0 TL	399,277.0 TL

**Tablo 4.224.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		528,927.0 TL
-5%	47,500.0 TL	531,427.0 TL
0%	50,000.0 TL	528,927.0 TL
5%	52,500.0 TL	526,427.0 TL

**Tablo 4.225.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		528,927.0 TL
-5%	156,750.0 TL	537,177.0 TL
0%	165,000.0 TL	528,927.0 TL
5%	173,250.0 TL	520,677.0 TL

**Tablo 4.226.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		528,927.0 TL
-5%	55,480.0 TL	531,847.0 TL
0%	58,400.0 TL	528,927.0 TL
5%	61,320.0 TL	526,007.0 TL

**Tablo 4.227. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

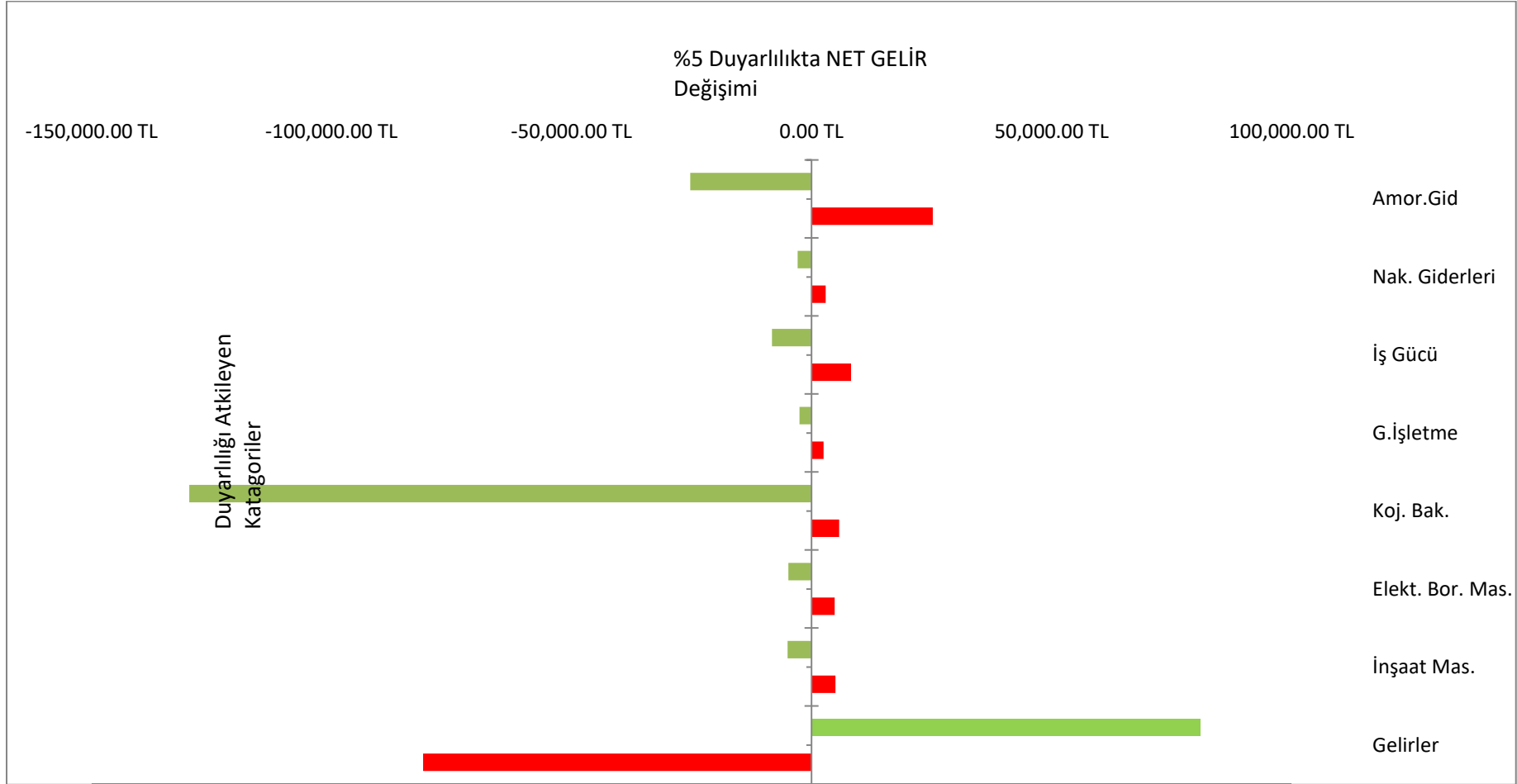
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		528,927.0 TL
-5%	480,140.5 TL	554,197.6 TL
0%	505,411.0 TL	528,927.0 TL
5%	530,681.6 TL	503,656.5 TL

**Tablo 4.228.Duyarlılık Tablosu**

Temel Sapmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
447,990.1 TL	533,927.0 TL	533,727.0 TL	534,677.0 TL	531,427.0 TL	537,177.0 TL	531,847.0 TL	554,197.6 TL
528,927.0 TL	528,927.0 TL	528,927.0 TL	528,927.0 TL	528,927.0 TL	528,927.0 TL	528,927.0 TL	528,927.0 TL
609,863.9 TL	523,927.0 TL	524,127.0 TL	399,277.0 TL	526,427.0 TL	520,677.0 TL	526,007.0 TL	503,656.5 TL

**Tablo 4.229.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-80,936.9 TL	5,000.0 TL	4,800.0 TL	5,750.0 TL	2,500.0 TL	8,250.0 TL	2,920.0 TL	25,270.6 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	80,936.9 TL	-5,000.0 TL	-4,800.0 TL	-129,650.0 TL	-2,500.0 TL	-8,250.0 TL	-2,920.0 TL	-25,270.6 TL
Fark	161,873.8 TL	10,000.0 TL	9,600.0 TL	135,400.0 TL	5,000.0 TL	16,500.0 TL	5,840.0 TL	50,541.1 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.82.1 MW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 1 MW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.4.3.6. 1MW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

İl genelinde ilçe bazlı olarak büyük ve küçük üreticileri incelenmiştir. Bu senaryoda potansiyel tesis yerleri 100 baş ve üstü çiftlikler ile tüm hayvansal atıkları kapsayan bölgeler dikkate alınarak haritada gösterilmiştir. Kurulacak tesis için toplanacak atıklar 5km yarıçap hesaba katılarak incelenmiş ve en fizibil bölgeler tespit edilmiş ve Şekil 4.83'te gösterilmiştir.

Hayvan atık potansiyeli 1MW'lık tesis kurmak için bitki potansiyeline göre daha az olarak gözükmemektedir. Ancak Hayrabolu ve Malkara gibi yoğun tarım ve hayvancılık yapılan bölgelerde 1MW'lık tesis için uygun yerler bulunmaktadır.

1 Numaralı Bölgede: **Hayrabolu İlçesi'nde Çerkezmüsellim ve Çıkrıkçı Mahalleleri** birlikte bu potansiyeli karşılamaktadır.

2 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nde **Balabancık ve Karacahalil** birlikte bu potansiyeli karşılar, merkezde tek başına bir tesis kurulabilmektedir.

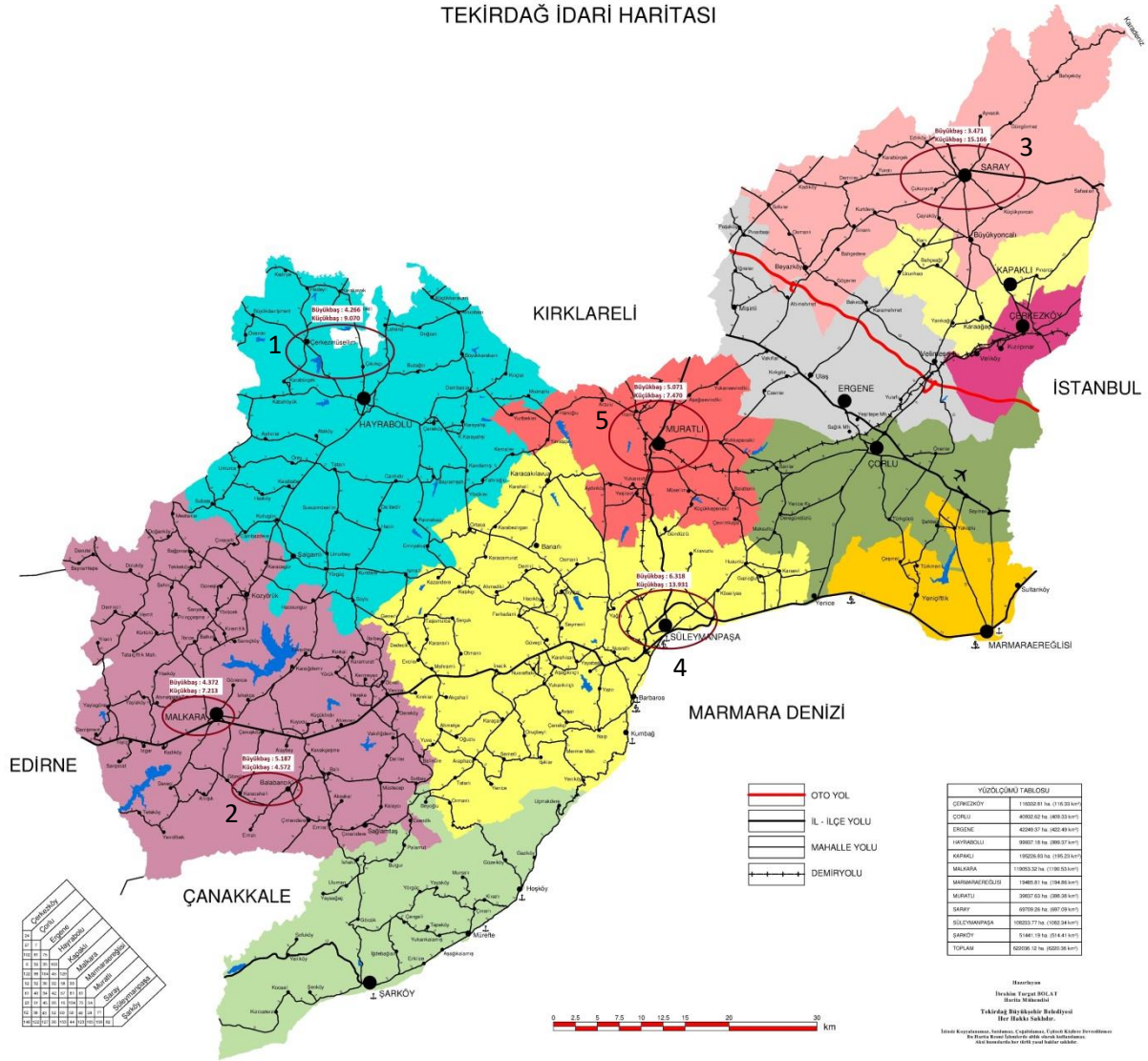
3 Numaralı Bölgede: Saray İlçesi'nde **Merkez ve Çukuryurt** mahallelerinde toplanabilecek hayvansal atıklar ile 1MW'lık tesis kurulabilecektir.

4 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi'nde **Merkez,**

5 Numaralı Bölgede: Muratlı İlçesi'nde ise **Merkez ve İnanlı** mahalleleri birlikte 1MW'lık tesis için gerekli potansiyeli sağlayacak hayvansal atık bulunmaktadır.

Bu ilçeler dışında 100 baş ve üstü ile tüm hayvanların atıklarının hesaba katıldığı 5km yarıçap içerisinde kurulabilecek bir tesisin; Çerkezköy, Çorlu, Kapaklı, Marmara Ereğlisi ve Şarköy ilçelerinde yeterli potansiyel bulunmadığından kurulması mümkün gözükmemektedir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



**Şekil 4.83.** 100 Baş ve Üstü Hayvan Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi



## 4.5.KÜÇÜK AİLE İŞLETMELERİNDEN HAMMADDE ALINDIĞI DURUMUN TESİSİN ENERJİ VE GÜBRE OLARAK ELDE EDİLME VARSAYIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

### 4.5.1 200 KW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI

#### 4.5.1.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

7. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
8. Kullanılan maddenin miktarı
9. Yerel düzenlemeler, yasalar
10. Enerji ve atık ısının kullanımı
11. Biyogübrenin kullanımı
12. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.230**'da verilmiştir.

**Tablo 4.230.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.84.** Türkiye'de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

## 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.85. Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

### 3.Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevirebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararlı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.86.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

## Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci

### 1. Ayırma

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin artırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak gözükmektedir.



Resim 4.49. Türkiye'de Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

### 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.50. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeye hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyeye hazır kalıp haline gelmektedir.



Resim 4.52.Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.52.Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.5.1.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

200 kW gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 600 adet büyükbaş hayvan atığı, 400 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınabilecektir. 600 adet büyükbaş hayvandan 17.400kg/gün hayvansal atık, 400 adet küçükbaş hayvandan 960kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır.

**Tablo 4.231.**Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 200 kW’lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	600Adet	17400kg/gün	7Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	400Adet	960kg/gün	

Tablo 4.231.tekirdağ ili için kurulabilecek 200 kW’lık biyogaz tesisleri hayvan sayıları ve biyogaz tesisi sayısı verilmiştir.

**Tablo 4.232.**0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 200 kW’lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

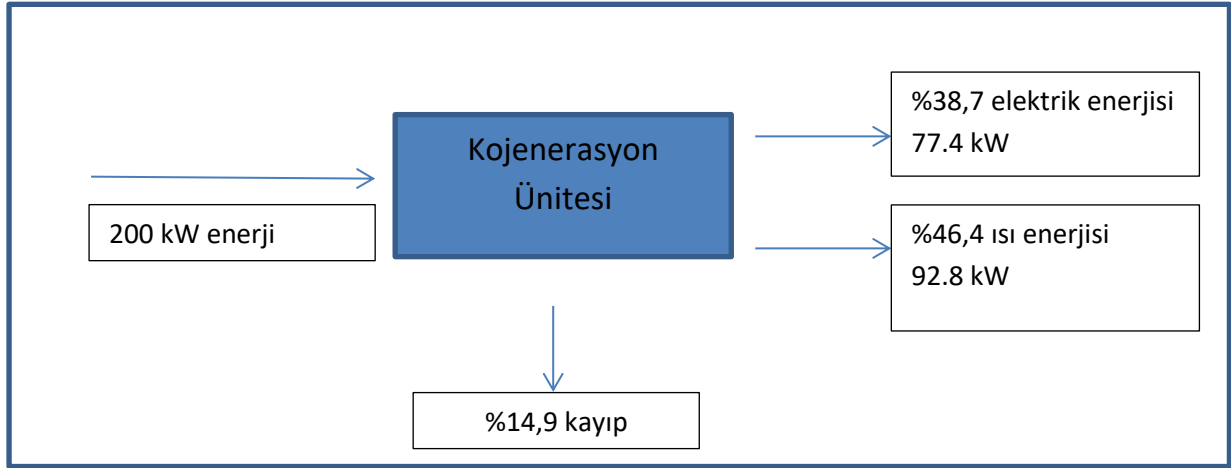
İl	Hayvan Sayıları / Atık Türü	
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	1000 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	667 Adet

Tablo 4.232’de 0,6 toplanabilirlik oranlarına göre Tekirdağ ili için kurulabilecek 200kW’lık biyogaz tesisleri için olması gereken hayvan sayıları ve atık miktarları verilmiştir. Denklem (1) ve Denklem (2) ’den faydalanarak, 18.360kg/gün hayvansal atıktan **693,79 m<sup>3</sup>/gün**

biyogaz ve **485.65 m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 18.360kg/gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **200,33 kW** olacaktır.

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.87.**Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (6) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim \quad \text{Denklem (7)}$$

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Denklem (6) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi **77.4 kW** olarak hesaplanmış, elde edilecek ısı enerjisi ise **92,8 kW** olarak hesaplanmıştır.

Senaryoya göre Tekirdağ İlinde kurulabilecek olan 7 adet 200 kW’lık biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz’dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52 TL/kW karşılığında satılabilmektedir. Biyogazdan Elektrik enerjisi



üretimi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 200 kW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 79 kW elektrik enerjisi üretilmektedir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.233'te verilmiştir (Biyogaz tesisinin günde 20 saat, yılda 360 gün çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alaklı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübre talebinin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

200 kW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 18900 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 30 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 30 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertbesine kurutulması gerekmektedir.

Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  $(30 \times \%5)/\%90 = 1,6 \text{ m}^3/\text{gün} \sim \mathbf{1.550 \text{ kg/gün}}$  olarak hesaplanmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim  $\mathbf{1.550 \text{ kg/gün} \times \%67 \sim \mathbf{1.000 \text{ kg/gün}}$  mertebelerinde olacağı görülmektedir.

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise :1000 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

: **377.640 TL/yıl** olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Tablo 4.233.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200 kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>295.776 TL/yıl</b>
Organik Gübre*	377.640TL/yıl
<b>Toplam</b>	<b>295.776 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tablo 4.233'de Tekirdağ İlinde kurulabilecek 200 kW'lık biyogaz tesisi yıllık gelir tablosu verilmiştir.

**Tablo 4.234.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200 kW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri

<b>İşletme Parametreleri</b>	<b>Fiyat (TL/yıl)</b>
İnşaat İşleri Bakımı	30.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	15.600
Kojenerasyon Bakımı	21.400
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	25.000
İş Gücü (1mühendis+1 Operatör)	78.000
Olası Nakliyat Giderleri	29.200
Amortisman Maliyeti	69.185
<b>Organik Gübre</b>	<b>298.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>268.385 TL</b>

*\*Yaklaşık 19 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 80 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 80 tl, yıllık 29.200 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 200 kw'lık biyogaz üretim tesisi işletme maliyetleri ele alındığında en büyük kalem iş gücü olarak görünmektedir.

#### 4.5.1.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 200 kW'lık Biyogaz Üretim Tesislerinde ekonomik maliyetler yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri diye iki kısımda ele alınmıştır. Kurulması planlanan Biyogaz Üretim Tesisinin ilk yatırım maliyetleri Tablo 4.235'te verilmiştir.

**Tablo 4.235.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200 kW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	71.060
Digester Sistemi	230.600
Karıştırma Donanımı	23.400
Hammadde Yükleme Sistemi	19.280
Digester Tankı Isıtma sistemi	21.125
Basınçlı Hava Sistemi	3.000
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	22.600
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	58.700
25Co-Genarator Ünitesi	140.250
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	50.250
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	28.000
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	5.000
Organik Gübre Ayırıcısı	18.600
<b>Organik Gübre</b>	<b>497.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>691.865</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.236.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200 kW’lık Biyogaz Tesisi Yıllık Net Kar Hesabı Tablosu

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
295.776	268.385	<b>27,391</b>

Amortisman süresi 10 yıl üzerinde gözükmemektedir. Bu nedenle tesisi fizibil gözükmemektedir. Ancak ihtiyaç halinde yapılabilecek tesisler için yer seçiminde bulunulmuştur.

#### 4.5.1.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması



**Şekil 4.88.** Kurulabilecek 200kW’lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

1 adet mühendis 1 adet tekniker tesisin işletilmesinde yeterli olacaktır.

#### 4.5.1.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

##### DUYARLILIK ANALİZİ

##### 200 kW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 200 kW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 200 kW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.237.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>295,776.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>30,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>15,600.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>21,400.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>25,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>78,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>29,200.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>69,185.0 TL</b>

**Tablo 4.238.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TANK
		27,391.0 TL
-5%	280,987.2 TL	12,602.2 TL
0%	295,776.0 TL	27,391.0 TL
5%	310,564.8 TL	42,179.8 TL

**Tablo 4.239.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TANK
		27,391.0 TL
-5%	28,500.0 TL	28,891.0 TL
0%	30,000.0 TL	27,391.0 TL
5%	31,500.0 TL	25,891.0 TL

**Tablo 4.240.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TANK
		27,391.0 TL
-5%	14,820.0 TL	28,171.0 TL
0%	15,600.0 TL	27,391.0 TL
5%	16,380.0 TL	26,611.0 TL

**Tablo 4.241.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TANK
		27,391.0 TL
-5%	20,330.0 TL	28,461.0 TL
0%	21,400.0 TL	27,391.0 TL
5%	22,470.0 TL	26,321.0 TL

**Tablo 4.242.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TANK
		27,391.0 TL
-5%	23,750.0 TL	28,641.0 TL
0%	25,000.0 TL	27,391.0 TL
5%	26,250.0 TL	26,141.0 TL

**Tablo 4.243.Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	İş gücü	TANK
		27,391.0 TL
-5%	74,100.0 TL	31,291.0 TL
0%	78,000.0 TL	27,391.0 TL
5%	81,900.0 TL	23,491.0 TL

**Tablo 4.244.Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TANK
		27,391.0 TL
-5%	27,740.0 TL	28,851.0 TL
0%	29,200.0 TL	27,391.0 TL
5%	30,660.0 TL	25,931.0 TL

**Tablo 4.245. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK ‘ya Etkisi**

	Amortisman Maliyeti	TANK
		27,391.0 TL
-5%	65,725.8 TL	30,850.3 TL
0%	69,185.0 TL	27,391.0 TL
5%	72,644.3 TL	23,931.8 TL

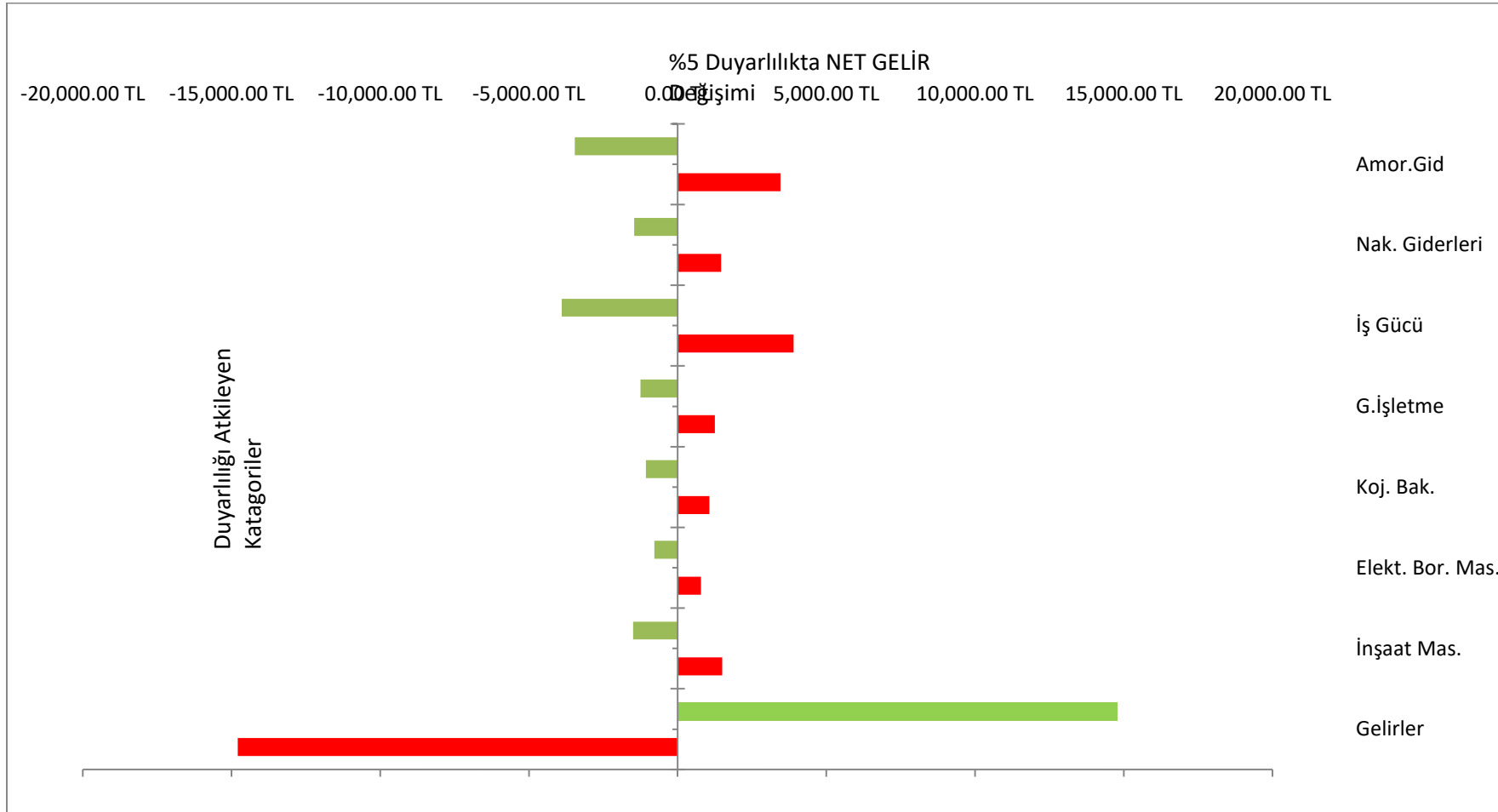


**Tablo 4.246.Duyarlılık Tablosu**

Temel Saplama ile Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
12,602.2 TL	28,891.0 TL	28,171.0 TL	28,461.0 TL	28,641.0 TL	31,291.0 TL	28,851.0 TL	30,850.3 TL
27,391.0 TL	27,391.0 TL	27,391.0 TL	27,391.0 TL	27,391.0 TL	27,391.0 TL	27,391.0 TL	27,391.0 TL
42,179.8 TL	25,891.0 TL	26,611.0 TL	26,321.0 TL	26,141.0 TL	23,491.0 TL	25,931.0 TL	23,931.8 TL

**Tablo 4.247.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-14,788.8 TL	1,500.0 TL	780.0 TL	1,070.0 TL	1,250.0 TL	3,900.0 TL	1,460.0 TL	3,459.3 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	14,788.8 TL	-1,500.0 TL	-780.0 TL	-1,070.0 TL	-1,250.0 TL	-3,900.0 TL	-1,460.0 TL	-3,459.3 TL
Fark	29,577.6 TL	3,000.0 TL	1,560.0 TL	2,140.0 TL	2,500.0 TL	7,800.0 TL	2,920.0 TL	6,918.5 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.89. 200 kW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 200 kW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### **4.5.1.6.200kW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi**

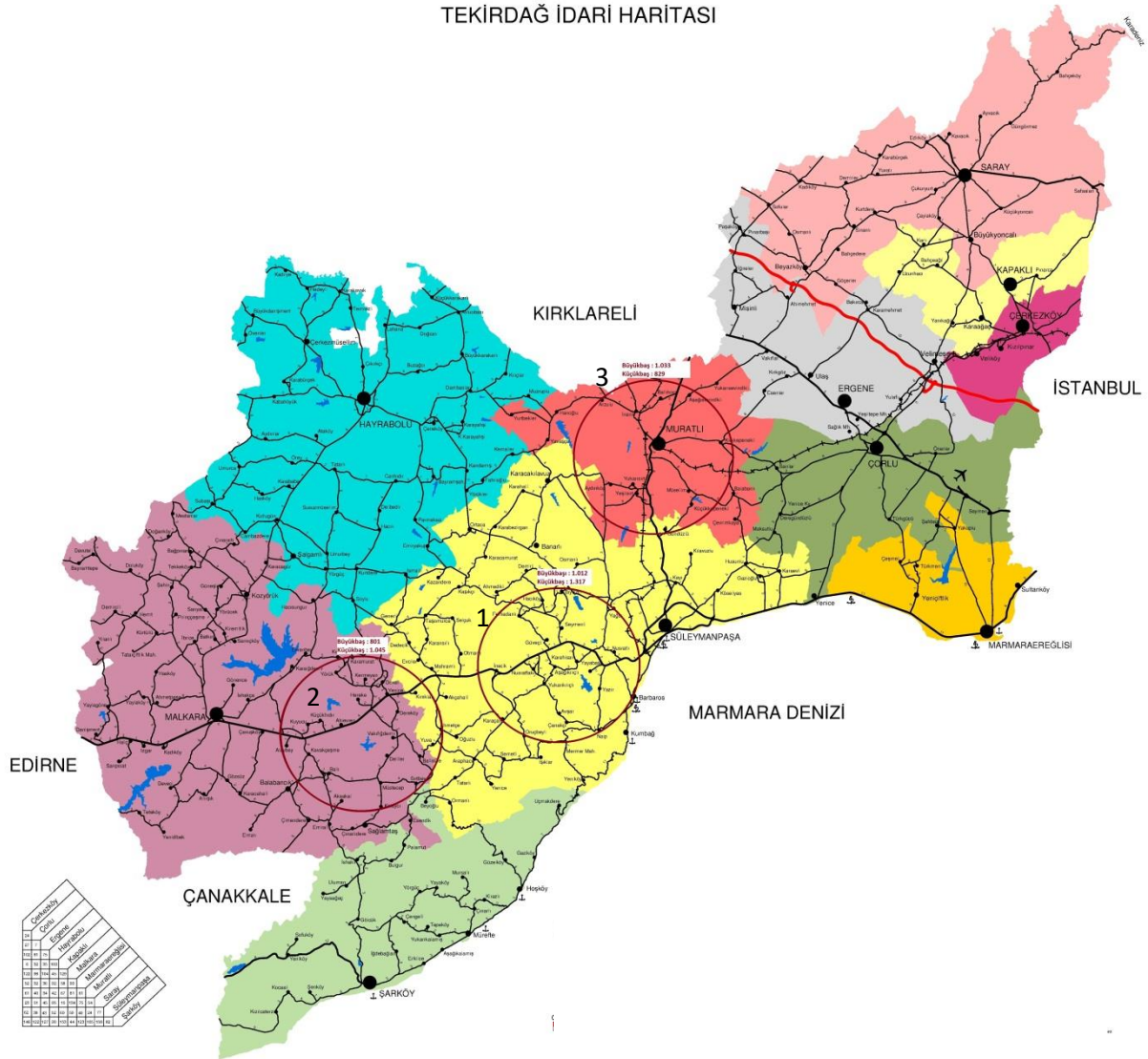
Küçük aile işletmelerinden alınacak atıklar için yapılan tasarım 200 KW'lık biokütle tesisini öngörmektedir. Aynı zamanda alınacak atıkların tesise olan uzaklığı yarıçapı 10km uzaklıkta olacak şekilde planlanmış ve Şekil 4.90 da gösterilmiştir. Daha yakın yarıçaptaki mesafelerde yeterli atık miktarı bulunmamaktadır. Buna göre;

1 Numaralı Bölgede: Süleymanpaşa İlçesi'nde **Bıyıklı, Seymenli, İncecik, Hacıköy, Yağcı Nusratfakı, Nusrat, Güveçli, Ferhadanlı, Karahisarlı, Yayabaşı, Aşağıkılıçlı, Yukarıkılıçlı, Çanakçı, Oruçbeyli, Karaçalı, Naip ve Barbaros** Mahallelerinden atık alınması gerekmektedir.

2 Numaralı Bölgede: Malkara İlçesi'nde **Karamurat, Küçükahır, Müstecep, Yörük, Kuyucu, Sırtbey, Kermeyan, Ahievren, Ballısüle, Deliller, Kavakçeşme, Develi, Ballı, Vakfiğdemir, Yenice, Aksakal, Dereköy, Hereke, Kalaycı, Alaybey Mahalleleri ile Süleymanpaşa İlçesi Kınıklar ve Yuva** Mahallelerinden atık alınması gerekmektedir.

3 Numaralı Bölgede: Muratlı İlçesi'nde **Merkez, Müsellim, Ballıhoca, Aydıncıköy, Kepenekli, Aşağısevindikli, Yukarısırt, Küçükkepenekli, Kırkkepenekli, Arzulu, Yeşilsırt, İnanlı ve Süleymanpaşa İlçesi Gündüzlü** mahallelerinden atık alınması gerekmektedir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARITASI



**Şekil 4.90.** Küçük aile İşletmeleri Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

## 4.5.2. 100kW KAPASİTELİ TESİSİN TASARIMININ YAPILMASI

### 4.5.2.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabilmesi yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan digester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.248**’de verilmiştir.

**Tablo 4.248.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.91.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### 1.Reaktör ve Karıştırıcılar

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.92. Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3. Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevrebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.93.** Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunabilmektedir.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların berterafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.



Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak görülmektedir.



Resi 4.53.Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.54.Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyyeye hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyyeye hazır kalıp haline gelmektedir.



Resim 4.55. Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel yada otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.56. Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.5.2.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

5 km yarı çap içerisinde 100 kW kurulu gücünde daha küçük tesislerinde kurulması da mümkündür. 1MW'lık tesislerde olduğu gibi 100 kW kurulu gücündeki biyogaz tesislerinden de Tekirdağ İli için birçok kurulabilecektir. Kurulacak biyogaz tesisleri için bölge illerinde oluşan atıkların yüzde yüzünün toplanması mümkün değildir. Oluşan hayvansal atıkların %60'ı toplanabilmektedir

100 kW kurulu gücünde kurulabilecek olan biyogaz tesisleri için Tekirdağ illinde ortalama 300 adet büyükbaş hayvan atığı, 200 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınabilecektir. 300 adet büyükbaş hayvandan 8700kg/gün hayvansal atık, 200 adet küçükbaş hayvandan 480 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır.

**Tablo 4.249.** Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 100 kW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesisi Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	300Adet	8700kg/gün	14 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	200Adet	480kg/gün	

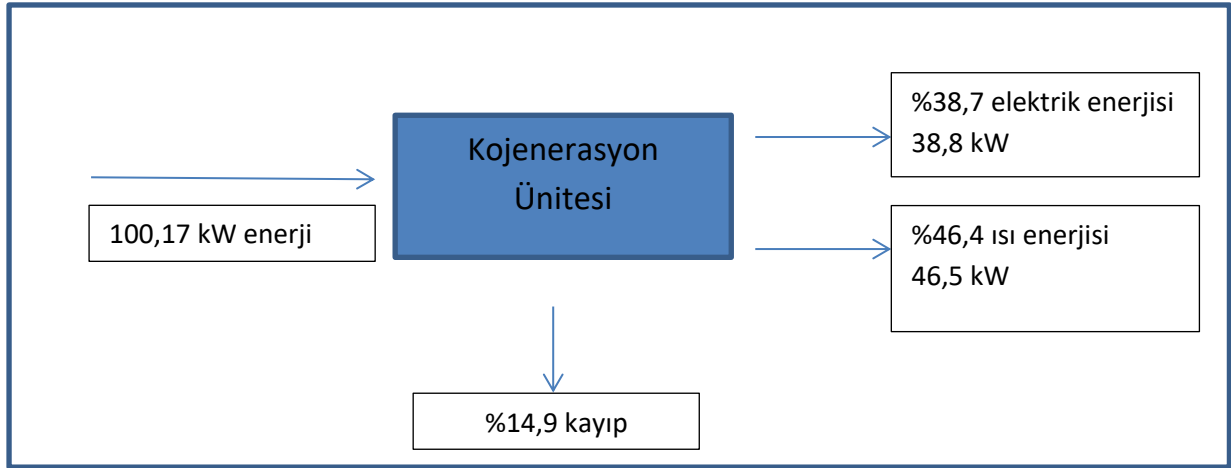
**Tablo 4.250.** 0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 100 kW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

İl	Hayvan Sayıları / Atık Türü	
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	500 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	334 Adet

Tablo 4.250’de 0,6 toplanabilirlik oranlarına göre Tekirdağ İli için kurulabilecek 100kW’lık biyogaz tesisleri için olması gereken hayvan sayıları ve atık miktarları verilmiştir. Denklem (1) ve Denklem (2) ’den faydalanarak, 9180 kg/gün hayvansal atıktan 346,9 m<sup>3</sup>/gün biyogaz ve **242.8 m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 9180 kg/gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **100,17 kW** olacaktır.

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.94.**Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2016 Kataloğu)

Denklem (6) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim \quad \text{Denklem (7)}$$

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Denklem (6) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi **38,7 kW** olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise **46,5 kW** olarak hesaplanmıştır.

Tekirdağ İlinde kurulabilecek olan 14 adet 100 kW’lık biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı

Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52 TL/kW karşılığında satılabilmektedir. Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 100 kW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 38,8 kW elektrik enerjisi üretilmektedir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.251'de verilmiştir (Biyogaz tesisinin günde 20 saat, yılda 360 gün çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiyede mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alaklı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübre talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

100 kW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 9450 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 15 m<sup>3</sup> (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 15 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir. Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  
(15 x %5)/%90 = 0,83 m<sup>3</sup>/gün ~ **800 kg/gün** olarak hesaplanmaktadır.

Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: net üretim **800kg/gün x%67 ~ 536 kg/gün mertebelerinde olacağı görülmektedir.**

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilecek gelir ise :536 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

: **202.415 TL/yıl** olarak hesaplanmaktadır.

**Tablo 4.251.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 100 kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>141.620 TL/yıl</b>
<b>Organik Gübre*</b>	<b>202.415</b>
<b>Toplam</b>	<b>141.620 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.252.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 100 kW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri**

İşletme Parametreleri	Fiyat (TL/yıl)
İnşaat İşleri Bakımı	10.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	11.200
Kojenerasyon Bakımı	10.400
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	25.000
İş Gücü (1mühendis+1 Operatör)	78.000
Olası Nakliyat Giderleri	16.425
Amortisman Maliyeti	38.700
Organik Gübre	165.000
<b>TOPLAM</b>	<b>188.110 TL</b>

*\*Yaklaşık 9,1 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 45 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 45 tl, yıllık 16.425 TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 100 kW'lık biyogaz üretim tesisi işletme maliyetleri ele alındığında en büyük kalem iş gücü olarak görünmektedir. İş gücü maliyetlerini mühendis yerine kalifiye tekniker aracılığı ile azaltmak mümkündür. Ancak kuruluş ve devreye alma süreçlerinde mühendis bulundurulması gerekmektedir.

### 4.3.2.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

Amortisman süresi hesabı yapabilmek için tesisin yatırım maliyetleri Tablo 4.253'te verilmiştir.

**Tablo 4.253.**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 100kW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	71.060
Digester Sistemi	110.400
Karıştırma Donanımı	18.400
Hammadde Yükleme Sistemi	9.680
Digester Tankı Isıtma sistemi	11.125
Basınçlı Hava Sistemi	3.000
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	13.600
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	30.700
Co-Generator Ünitesi	61.250
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	25.250
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	15.000
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	5.000
Organik Gübre Ayırıcısı	12.600
<b>Organik Gübre</b>	<b>280.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>387.065</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*



**Tablo 4.255. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 100 kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu**

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
141.620	188.110	-46490

Amortisman süresi 10 yıl üzerinde gözükmemektedir. Bu nedenle tesisi fizibil gözükmemektedir. Ancak ihtiyaç halinde yapılabilecek tesisler için yer seçiminde bulunulmuştur.

100 KW lık kurulabilecek tesisler için, sadece elektrik satışı ile kar edemeyeceği belirlenmiştir.

#### 4.5.2.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması



**Şekil 4.95.** Kurulabilecek 100kW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesisin işletilmesinde 1 adet mühendis ve 1 adet tekniker yeterli olacaktır.

#### 4.5.2.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

##### DUYARLILIK ANALİZİ

##### 100 kW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 100 kW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 100 kW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.256.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>141,620.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>10,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>11,200.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>10,400.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>25,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>78,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>16,425.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>38,700.0 TL</b>

**Tablo 4.257.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		-48,105.0 TL
-5%	134,539.0 TL	-55,186.0 TL
0%	141,620.0 TL	-48,105.0 TL
5%	148,701.0 TL	-41,024.0 TL

**Tablo 4.258.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		-48,105.0 TL
-5%	9,500.0 TL	-47,605.0 TL
0%	10,000.0 TL	-48,105.0 TL
5%	10,500.0 TL	-48,605.0 TL

**Tablo 4.259.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		-48,105.0 TL
-5%	10,640.0 TL	-47,545.0 TL
0%	11,200.0 TL	-48,105.0 TL
5%	11,760.0 TL	-48,665.0 TL

**Tablo 4.260.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		-48,105.0 TL
-5%	9,880.0 TL	-47,585.0 TL
0%	10,400.0 TL	-48,105.0 TL
5%	10,920.0 TL	-48,625.0 TL

**Tablo 4.261.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		-48,105.0 TL
-5%	23,750.0 TL	-46,855.0 TL
0%	25,000.0 TL	-48,105.0 TL
5%	26,250.0 TL	-49,355.0 TL

**Tablo 4.262. Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		-48,105.0 TL
-5%	74,100.0 TL	-44,205.0 TL
0%	78,000.0 TL	-48,105.0 TL
5%	81,900.0 TL	-52,005.0 TL

**Tablo 4.263. Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		-48,105.0 TL
-5%	15,603.8 TL	-47,283.8 TL
0%	16,425.0 TL	-48,105.0 TL
5%	17,246.3 TL	-48,926.3 TL

**Tablo 4.264. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

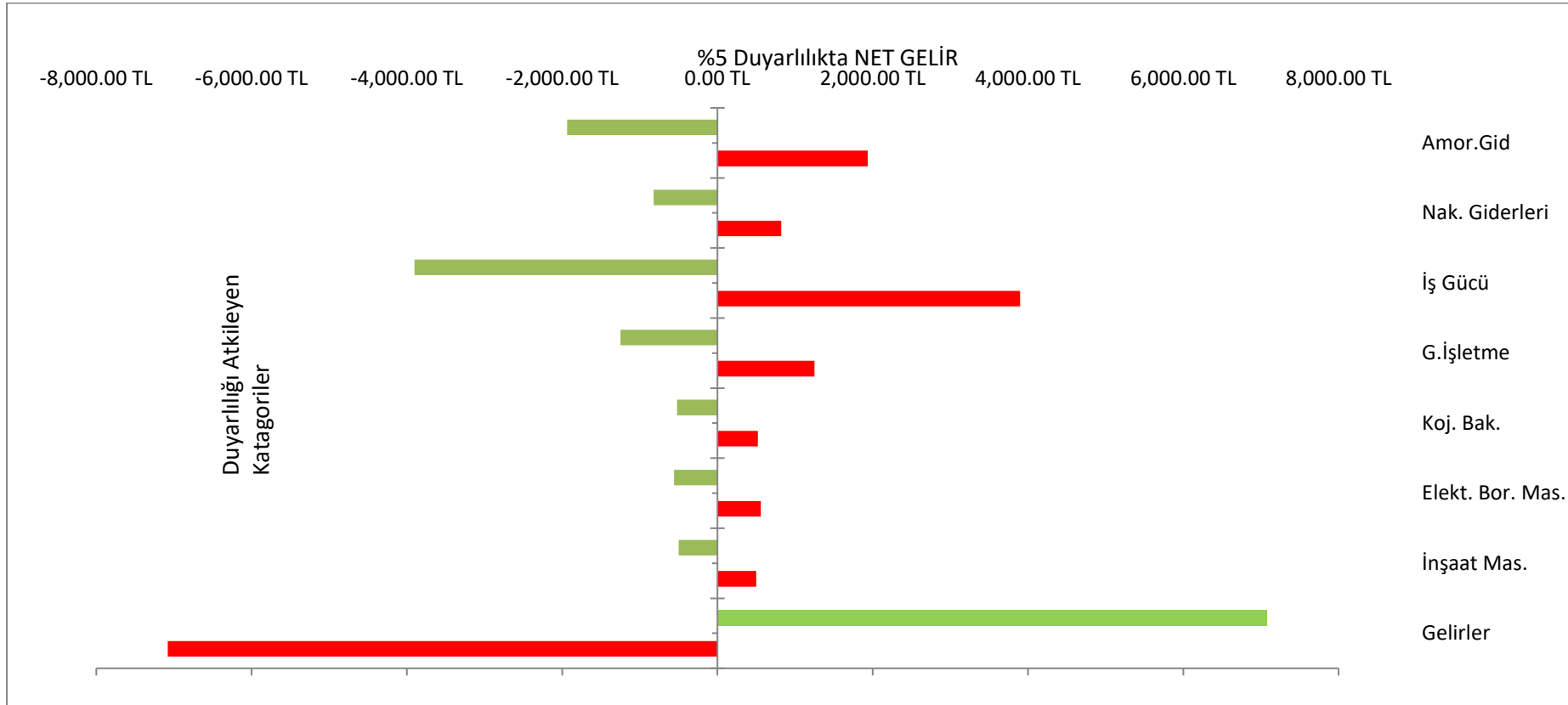
	Amortisman Maliyeti	TYNK
		-48,105.0 TL
-5%	36,765.0 TL	-46,170.0 TL
0%	38,700.0 TL	-48,105.0 TL
5%	40,635.0 TL	-50,040.0 TL

**Tablo 4.265.Duyarlılık Tablosu**

Temel Saptamalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
-55,186.0 TL	-47,605.0 TL	-47,545.0 TL	-47,585.0 TL	-46,855.0 TL	-44,205.0 TL	-47,283.8 TL	-46,170.0 TL
-48,105.0 TL	-48,105.0 TL	-48,105.0 TL	-48,105.0 TL	-48,105.0 TL	-48,105.0 TL	-48,105.0 TL	-48,105.0 TL
-41,024.0 TL	-48,605.0 TL	-48,665.0 TL	-48,625.0 TL	-49,355.0 TL	-52,005.0 TL	-48,926.3 TL	-50,040.0 TL

**Tablo 4.266.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-7,081.0 TL	500.0 TL	560.0 TL	520.0 TL	1,250.0 TL	3,900.0 TL	821.3 TL	1,935.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	7,081.0 TL	-500.0 TL	-560.0 TL	-520.0 TL	-1,250.0 TL	-3,900.0 TL	-821.3 TL	-1,935.0 TL
Fark	14,162.0 TL	1,000.0 TL	1,120.0 TL	1,040.0 TL	2,500.0 TL	7,800.0 TL	1,642.5 TL	3,870.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4



Şekil: 4.96.100 kW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 100 kW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

### 4.5.3. 400 kW lık Tesis Tasarımının Yapılması

#### 4.5.3.1. Tesis İçin Teknoloji Seçimi

Bir biyogaz tesisinin teknoloji seçimi ve tasarım hesabı etüt fizibilite aşaması ile beraber nihai proje kısmında net olarak belli olması gerekmektedir. Tesise alınacak ürünler ve karışım oranları ve atık tipleri teorik olarak tasarlanırsa da, kesin projede alınacak atıkların sözleşmesi yapıldıktan sonra nihai atıklar belli olacaktır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan teknoloji çok çeşitlilik göstermektedir. Teknoloji seçimleri genel olarak bölgenin fiziki, siyasi, eğitim yapısına göre değişim gösterebilmektedir.

Ancak tüm tesisler için dikkat edilmesi gereken belli hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Hangi tür atık beslendiği ( Hayvansal, bitkisel vs. )
2. Kullanılan maddenin miktarı
3. Yerel düzenlemeler, yasalar
4. Enerji ve atık ısının kullanımı
5. Biyogübrenin kullanımı
6. Atıksuyun Arıtımı

Bu konular ile alakalı seçimler ve tercihler tesisin kullanılacak teknolojisini etkileyecektir. Bu kapsamda Tekirdağ bölgesindeki düzenlemeler ve diğer şartlar son teknolojik sistemlerin kullanılabileceği yönünde değerlendirilmiştir. Bu nedenle modern bir uygulama olan sürekli çalışan balon tip membranlı gaz haznesi kullanılan diğester üniteleri biyogaz üretim teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Biyogaz teknolojisinin yeni kullanılmaya başlandığı bölgelerde işçilik ve tasarım kolaylığı ve işletmesi daha kolay olduğu için önerilmiştir. Özellikle Türkiye’de modern uygulamalar membran tip biyogaz teknolojisi kullanımına yöneliktir.

Proje kapsamında tasarlanan 4 MW lık, 2 MW, 1 MW, 400 kW,200 kW ve 100 kW lık tesislerin kurulumu için de sürekli membran tip biyogaz reaktörü önerilmektedir. Bu sistemin üstünlük ve olumsuzlukları karşılaştırmalı olarak **Tablo 4.277**’de verilmiştir.



**Tablo 4.267.**Membran Tipi Biyogaz Tesislerinin Üstünlük Ve Olumsuzlukları

ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Maliyeti düşüktür.</li><li>✓ Taşıma gereksinimi az ve kolaydır.</li><li>✓ Tasarım işçiliği azdır.</li><li>✓ Fermantasyon sıcaklığı yüksektir.</li><li>✓ Boşaltılması, bakımı ve temizliği kolaydır.</li><li>✓ Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yüzeysel tesis olarak tasarlanabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kolay bir şekilde zarar görebilir.</li><li>✓ Düşük gaz basıncı ekstra yük getirir.</li><li>✓ Plastik balonlar, mekanik etkilere karşı duyarlı olduğundan, kullanım süreleri kısadır.</li><li>✓ Zarar görmüş balonlar yerel esnaf tarafından nadiren tamir edilir.</li><li>✓ Bölgesel olarak iş olanağı yaratma potansiyeli azdır.</li></ul>



**Şekil 4.97.** Türkiye’de kurulan bir membran tipi biyogaz tesisi

Önerilen sistemin ana ekipmanları Reaktörler, Kojenerasyon Ünitesi ve Gübre Tesisi üniteleridir. Bunların dışında tesiste yardımcı üniteler de bulunmaktadır.

### **1.Reaktör ve Karıştırıcılar**

Tesislerde en az bir adet olmak üzere kapasiteye bağlı olarak biyogaz reaktörleri bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir.

Genel olarak Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılmaktadır. Bu tip tesislerde membran tipi gaz depolama sistemi kullanılmaktadır.

Reaktörlerde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanmaktadır. Depolanan gaz enerji elde edilmesi amacıyla kojenerasyon ünitesine aktarılır ve enerji elde edilir. Kojenerasyon işleminden önce desülfürizasyon işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 4.98. Tesiste Kullanılacak Örnek Mikser Görüntüsü

## 2. Elektrik Elde Edilmesi

Tesiste elektrik elde edilebilmesi için, kojenerasyon ünitesi kullanılmaktadır. Kojenerasyon üniteleri genel olarak %35-55 elektrik üretim verimi ile çalışmaktadır. Kojenerasyondan önce biyogazdaki sülfatın giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tesislerde gaz desülfürizasyon işlemleri yapılmaktadır.

## 3. Gübre Elde Edilmesi Ve Depolanması

Biyogaz tesislerinde beslenen çamur, yarı katı madde miktarına geldiğinde fermantasyon süresi tamamlanır. Ya tesis başına beslemeye iletilir ya da seperatörler yardımı ile organik gübre eldesi için kompostlaştırmaya gönderilir.

Seperatörlere yaklaşık %3-6 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %15-20 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübreye çevrebilmektedir.

Seperatörden çıkan sıvı kısım tesis başına beslenmekte yada arıtma kurularak deşarj standartlarına getirilmektedir.

Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararışı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülebilecektir.



**Şekil 4.99.**Kompost Gübre Tesisi

Bu kompost gübre, elektrik enerjisi ile beraber değerlendirilerek tesis için ek kazanç imkanı sunmaktadır.

### **Fermantasyon Atıklarından Kompost Gübre Üretilmesi Süreci**

#### **1. Ayırma**

Biyogaz elde edilmesinden sonra oluşan atıkların bertarafı ve değerlendirilmesi için tesislerde seperatörler kullanılmaktadır. Ancak kompost elde edilebilmesi için kuru madde yüzdesinin arttırılabilmesi amacı ile, gübre tesislerinden önce seperatör yerine kuru madde yüzdesi daha yüksek çıkışlı seperatörler kullanılmaktadır.

Dünya uygulamalarına göre dekantör üniteleri en yaygın kullanılan sistemler olarak görülmektedir.



Resim 4.57. Türkiyede Kullanılan Örnek bir dekantör sistemi.

Dekantör sistemleri çamur yapısına göre %20-28 arasında kuru maddeye kadar susuzlaştırma sağlayabilmektedir. Ayırıştırma işleminden sonra, kuruluğun %90 mertebesine getirilmesi için kurutma işlemi yapılması gerekmektedir.

## 2. Kurutma

Kurutma işlemi kojenerasyondan artan ısı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem için önerilen sistem dünya uygulamalarında İtici karıştırıcılı kurutucular olarak belirlenmiştir.



Resim 4.58. Dünya uygulamalarında gübrenin kurutulması için kullanılan örnek bir kurutucu

Kurutma işleminden sonra gübre katı madde oranı %90 lar mertebesine ulaşmaktadır. Kurutma işleminin ardından peletleme işlemi gerçekleştirilerek nakliyeyle hazır hale gelir.

### 3. Peletleme

Fermantasyon artığı gübre belirli basınç altında, istenilen boyutlarda çelik kalıplardan geçirilir. Bu sayede Çamur nakliyyeye hazır kalıp haline gelmektedir.



Resim 4.59.Peletlenmiş gübre

### 4. Çuvallama

Çuvallama işlemi manuel ya da otomatik olarak makine yardımı ile yapılabilmektedir.



Resim 4.60.Gübre çuvallama makinesi.

Çuvallanan pelet haline gelmiş gübreler, depolama alanında toplanarak, konveyörler ile nakliye kamyonlarına yüklenmektedir.

#### 4.5.3.2. Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Yapılan ön incelemelerde sadece küçük aile işletmelerinden alınacak hayvan atıkları için 100 ve 200 kW lık tesislerin fizibil olmadığı belirlenmiştir. Harita üzerinde yapılan incelemeye göre 20 km yarıçap içerisinde 400 kW kurulu gücünde tesislerin kurulabileceği belirlenmiştir. Kurulacak biyogaz tesisleri için bölge illerinde oluşan atıkların yüzde yüzünün toplanması mümkün değildir. Oluşan hayvansal atıkların %60'ı toplanabilmektedir

400 kW kurulu gücünde olan biyogaz tesisi için Tekirdağ illinde ortalama 300 adet büyükbaş hayvan atığı, 800 adet küçükbaş hayvan atığı beraber alınabilecektir. 1200 adet büyükbaş hayvandan 34800 kg/gün hayvansal atık, 800 adet küçükbaş hayvandan 1920 kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır.

**Tablo 4.268.** Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 400 kW'lık Biyogaz Tesisleri Hayvan Sayıları ve Biyogaz Tesis Sayısı

Parametreler	Hayvan Sayıları / Atık Türü		Atık Miktarları	Biyogaz Tesis Sayısı
İl				
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	1200Adet	34800kg/gün	4 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	800Adet	1920kg/gün	

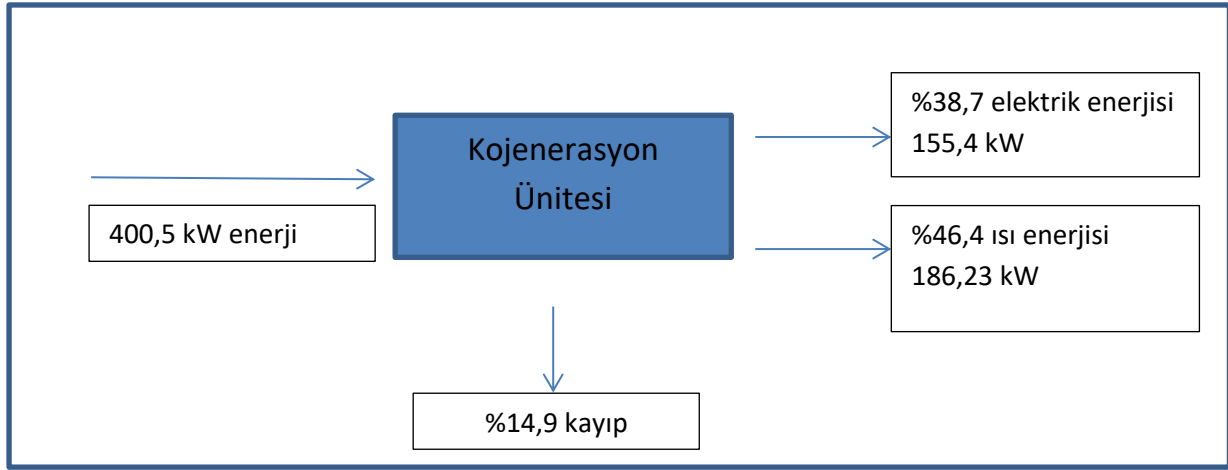
**Tablo 4.269.** 0,6 Toplanabilirlik Oranlarına Göre Tekirdağ İli İçin Kurulabilecek 400 kW'lık Biyogaz Tesisleri İçin Olması Gereken Hayvan Sayıları ve Atık Miktarları

İl	Hayvan Sayıları / Atık Türü	
Tekirdağ	Büyükbaş Hayvan Sayısı	2000 Adet
	Küçükbaş Hayvan Sayısı	1332 Adet

Tablo 4.279’da 0,6 toplanabilirlik oranlarına göre Tekirdağ İli için kurulabilecek 400kW’lık biyogaz tesisleri için olması gereken hayvan sayıları ve atık miktarları verilmiştir. Denklem (1) ve Denklem (2) ’den faydalanarak, 36720 kg/gün hayvansal atıktan **1387,6 m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **971,2 m<sup>3</sup>/gün** metan oluştuğu belirlenmiştir. Toplamda 36720 kg/gün organik atık toplanarak kurulacak olan biyogaz tesisi için kurulu güç **400,5 kW** olacaktır.

### Günlük Üretilen Elektrik Miktarı

Bu proje kapsamında Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi seçilmiş olup, bu değerler farklı kojenerasyon ünitelerine göre farklılık gösterebilecektir.



**Şekil 4.100.**Enerjinin Dönüşüm Grafiği (Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi 2015 Kataloğu)

Denklem (6) eşitliğine göre elektrik ve ısı enerjisi verimleri hesaplanırsa;

$$E_{elektrik/ısı} = E_{top.} * \% Verim \quad \text{Denklem (7)}$$

$E_{elektrik/ısı}$  = Uygun kojenerasyon ünitesine göre elde edilecek elektrik/ısı enerjisi (kW)

$E_{top.}$  = Elde edilen toplam enerji miktarı (kW)

Denklem (6) eşitliğine göre elde edilen elektrik enerjisi **155,4 kW** olarak hesaplanmış, elde edilen ısı enerjisi ise **186,23 kW** olarak hesaplanmıştır.

Tekirdağ İlinde kurulabilecek olan potansiyel 4 adet 400 kW’lık biyogaz tesislerinde üretilecek elektrik enerjisi, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi

Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanuna göre Biyogaz'dan elektrik enerjisi üretimi için kW başına 13,3 Cent=0,52 TL/kW karşılığında satılabilmektedir. Biyogazdan Elektrik enerjisi üretilmesi ve devlet katkısı ile satılması durumunda kW başına **0,52 TL** gelir elde edilebilmektedir. 400 kW kurulu gücünde kurulabilecek olan tesisler için ortalama 155,4 kW elektrik enerjisi üretilmektedir. Buna göre tesisten oluşacak elektrik enerjisi geliri Tablo 4.270'te verilmiştir (Biyogaz tesisinin günde 20 saat, yılda 360 gün çalıştığı kabul edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir).

### **Günlük Elde Edilecek Gübre Miktarları**

Türkiye'de mevcut durumda organik gübre üretimi ve satışı ile alakalı fiyatlandırma ve düzenlemeler henüz bulunmamaktadır. Ancak Tekirdağ ilinde yoğun tarımsal faaliyet ve yapılan ziyaretlerden elde edilen veriler doğrultusunda aynı zamanda Türkiye genelinde kurulmuş biyogaz tesisi çıktılarının değerlendirme planlamasında, biyogaz tesislerinden kaynaklanacak organik gübre talebin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, biyogaz tesisi fizibilitesinin yanında gübre talebinin karşılanabilmesi amacıyla her senaryo için farklı kapasitelerde olabilecek gübre elde edilmesi varsayımları değerlendirilecektir.

Ancak, mevcut durumda tesisler kurulmadığı, teknolojilerinin seçilmediği ve çıkacak organik maddenin yapısının ve miktarının belirli olmamasından ötürü, varsayım ve teorik çalışmalar üzerinden tesis fizibiliteleri gerçekleştirilmiştir.

400 kW lık Tesis Tasarımlarında organik gübre %10 luk kuru madde beslemesi ile gerçekleştirilecektir. Fermantasyon tamamlandığında kuru madde oranı %5 mertebesinde olacaktır. Bu nedenle beslenecek 37.800 kg atık için günde (sulu hacim olarak) 60 (%10 kurulukta) besleme yapılması gerekmektedir. Buna göre oluşacak gübre miktarı; %5 Katı madde oranında 60 m<sup>3</sup>/gün dür.

Organik gübre ticari olarak kullanılabilmesi için %85-90 mertebesine kurutulması gerekmektedir. Bu nedenle günlük elde edilecek organik gübre miktarı;  
(60 x %5)/%90 = 3,3 m<sup>3</sup>/gün ~ 3200 **kg/gün** olarak hesaplanmaktadır.



Bu miktarın üretimde %33 kayıp yaşanacağı ön görülmektedir (FNR 2010 Biyogaz Raporu)Bu nedenle: **3200 kg/gün x%67 ~2100 kg/gün mertebelerinde olacağı görülmektedir.**

1 kg organik gübrenin piyasada potansiyel satış fiyatı için muadil ürünler incelenmiştir. Tekirdağ bölgesinde en pahalı üre gübresinin satış fiyatı 1,049 TL/kg (Tarım Kredi Kooperatifi) olarak belirlenmiştir.

1 yılda elde edilcek gelir ise :2100 kg/gün x 1,049 TL/kg x360 yıl/gün

: **793.044 TL/yıl** olarak hesaplanmaktadır.

**Tablo 4.270.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 400 kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir Tablosu

Gelir Parametresi	Gelir
Elektrik	<b>565.750 TL/yıl</b>
<b>Organik Gübre*</b>	<b>793.044TL/yıl</b>
<b>Toplam</b>	<b>565.750 TL/yıl</b>

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

**Tablo 4.271.**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 400 kW'lık Biyogaz Üretim Tesisi İşletme Maliyetleri

<b>İşletme Parametreleri</b>	<b>Fiyat (TL/yıl)</b>
İnşaat İşleri Bakımı	35.000
Ekipman Elektrik Borulama Bakımları	32.500
Kojenerasyon Bakımı	21.400
Genel İşletme Giderleri(Sigortalar, Vergiler)	50.000
İş Gücü (1mühendis+1 Operatör)	78.000
Olası Nakliyat Giderleri	102.200
Amortisman Maliyeti	203.000
<b>Organik Gübre</b>	<b>536.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>521.000 TL</b>

*\*Yaklaşık 35 ton atık bulunmaktadır. 10 tonluk römorklar kullanıldığı düşünüldüğünde yarı dolulukta taşımada günde 280 km yol yapılması gerekmektedir. 1 TL/km hesaplandığı durumda günlük 280 tl, yıllık TL nakliye harcaması bulunmaktadır.*

*\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.*

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 400 kW'lık biyogaz üretim tesisi işletme maliyetleri ele alındığında en büyük kalem nakliyat giderleri olarak görünmektedir.

#### 4.5.3.3. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

**Tablo 4.272. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 400kW'lık Biyogaz Üretim Tesisi Yatırım Maliyetleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Proje sistem planlama maliyeti	210.285
Digester Sistemi	613.142
Karıştırma Donanımı	97.028
Hammadde Yükleme Sistemi	41.870
Digester Tankı Isıtma sistemi	57.678
Basınçlı Hava Sistemi	8.400
Gaz Depolama Sistemi, MEMBRAN	201.028
Gaz Şartlandırma Ünitesi, Desülfürizasyon, Gaz Teknolojisi	112.322
Co-Generator Ünitesi	322.400
Komple Sistem Kontrol Otomasyonu	132.678
İnşaat ve Toprak İşleri(Gübre Depoları Dâhil)	120.323
İlave Maliyetler (Gümrük, Sigorta, Teminat)	58.877
Organik Gübre Ayırıcısı	60.332
<b>Organik Gübre</b>	<b>837.000</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>2.030.363</b>

\*Gübre tesisi ile ilgili maliyetler yasal düzenlemeler yapılmadığı ve tesis kurulumu gerçekleştirilmediği için gelir gider ve kuruluş maliyetlerine yansıtılmamıştır. Elde edilen veriler literatür verileri ve teorik hesaplamalar ile oluşturulmuştur.

Kurulabilecek biyogaz tesisi için yatırım ve işletme giderlerinin yanında yıllık gelir hesabının yapılması ile elde edilecek yıllık net kâr hesaplanabilmektedir. Yıllık kâr hesabı Tablo 4.273'de verilmiştir.

**Tablo 4.273. Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 400kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu**

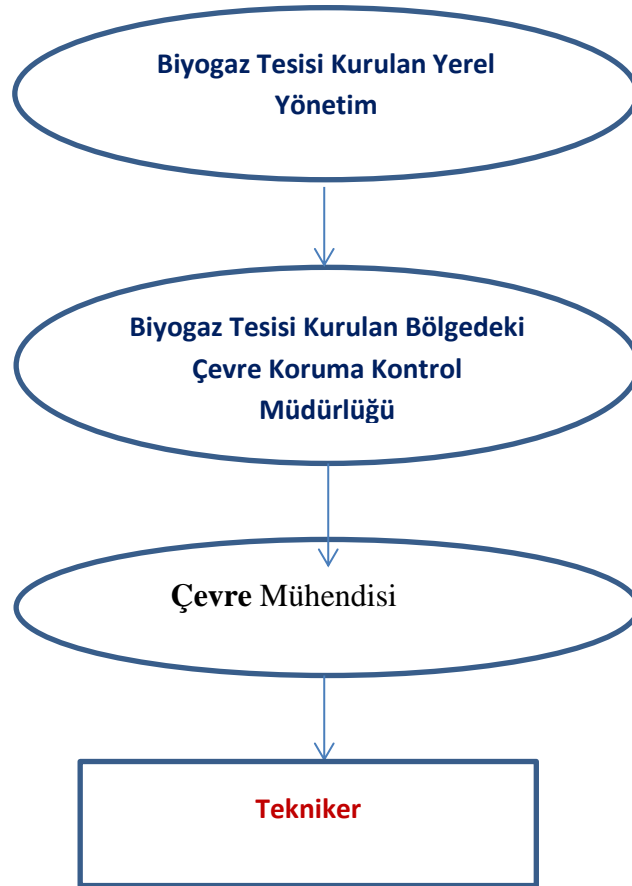
Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
565.750 TL/yıl	521.000 TL/yıl	44.750

Tekirdağ İline kurulacak her biyogaz tesisi için yıllık **44.750 TL** kazanç elde edilebileceği görülmektedir.

**Amortisman süresi ise 10 yılın üzerinde (2.030.363/44.750) olarak öngörülmektedir. Küçük aile işletmelerinden elde edilen hayvansal atıklarla kurulacak tesisler fizibil gözükmemektedir. Ancak yer seçimi potansiyel çalışmalar için seçilmiştir.**

#### 4.2.3.4. İşletme Yönetim Modelinin Ortaya Konması

Tekirdağ İlinde kurulabilecek 400 kW'lık biyogaz tesisleri, uygun yerlerin belirlenmesinden adet tekniker görev alacaktır. Tesisin kurulması halinde kuruluşun organizasyon şeması Şekil 8.1'de gösterildiği gibi olacaktır



**Şekil 4.101.** Kurulabilecek 400 kW'lık Biyogaz Tesisleri Organizasyon Şeması

Tesisin işletilmesinde 1 adet mühendis ve 1 adet tekniker yeteri olacaktır.

#### 4.5.3.5. Ön Fizibilite Hesaplamalarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

#### DUYARLILIK ANALİZİ

#### 400 kW LIK TESİS İÇİN %5 DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizleri bir yatırımı mali olarak etkileyen faktörleri belirlerken kullanılan bir analiz metodudur. 400kW'lık bir tesis için yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak tesisin amortisman süresi bulunur. Bu noktada bu süreyi kısaltabilmek amacı ile hangi parametrenin nasıl optimize edileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli için kurulacak bir 400kW'lık biokütle tesisi için %5 oranıyla elde edilen tablolar da aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.

**Tablo 4.274.Tesisin Gelir Gideri**

<b>Gelirler</b>	<b>565,750.0 TL</b>
<b>Giderler</b>	
<b>Tesis İnşaat Masrafları</b>	<b>35,000.0 TL</b>
<b>Elektrik Borulama</b>	<b>32,500.0 TL</b>
<b>Kojenarasyon Bakımı</b>	<b>21,400.0 TL</b>
<b>Genel İşletme</b>	<b>50,000.0 TL</b>
<b>İş gücü</b>	<b>78,000.0 TL</b>
<b>Nakliyat Giderleri</b>	<b>102,200.0 TL</b>
<b>Amortisman Maliyeti</b>	<b>203,000.0 TL</b>

**Tablo 4.275.Yıllık Gelirlerin değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Gelirler	TYNK
		43,650.0 TL
-5%	537,462.5 TL	15,362.5 TL
0%	565,750.0 TL	43,650.0 TL
5%	594,037.5 TL	71,937.5 TL

**Tablo 4.276.Yıllık İnşaat Mas. Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İnşaat Mas.	TYNK
		43,650.0 TL
-5%	33,250.0 TL	45,400.0 TL
0%	35,000.0 TL	43,650.0 TL
5%	36,750.0 TL	41,900.0 TL

**Tablo 4.277.Yıllık Elektrik Borulama Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Elektrik Borulama	TYNK
		43,650.0 TL
-5%	30,875.0 TL	45,275.0 TL
0%	32,500.0 TL	43,650.0 TL
5%	34,125.0 TL	42,025.0 TL

**Tablo 4.278.Yıllık Kojenarasyon Bakımı Maliyeti Değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Kojenarasyon Bakımı	TYNK
		43,650.0 TL
-5%	20,330.0 TL	44,720.0 TL
0%	21,400.0 TL	43,650.0 TL
5%	22,470.0 TL	42,580.0 TL

**Tablo 4.279.Yıllık Genel İşletme değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Genel İşletme	TYNK
		43,650.0 TL
-5%	47,500.0 TL	46,150.0 TL
0%	50,000.0 TL	43,650.0 TL
5%	52,500.0 TL	41,150.0 TL

**Tablo 4.280. Yıllık İş Gücü değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	İş gücü	TYNK
		43,650.0 TL
-5%	74,100.0 TL	47,550.0 TL
0%	78,000.0 TL	43,650.0 TL
5%	81,900.0 TL	39,750.0 TL

**Tablo 4.281. Yıllık Nakliyat Giderleri değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Nakliyat Giderleri	TYNK
		43,650.0 TL
-5%	97,090.0 TL	48,760.0 TL
0%	102,200.0 TL	43,650.0 TL
5%	107,310.0 TL	38,540.0 TL

**Tablo 4.282. Yıllık Amortisman Maliyeti değişiminin TYNK 'ya Etkisi**

	Amortisman Maliyeti	TYNK
		43,650.0 TL
-5%	192,850.0 TL	53,800.0 TL
0%	203,000.0 TL	43,650.0 TL
5%	213,150.0 TL	33,500.0 TL

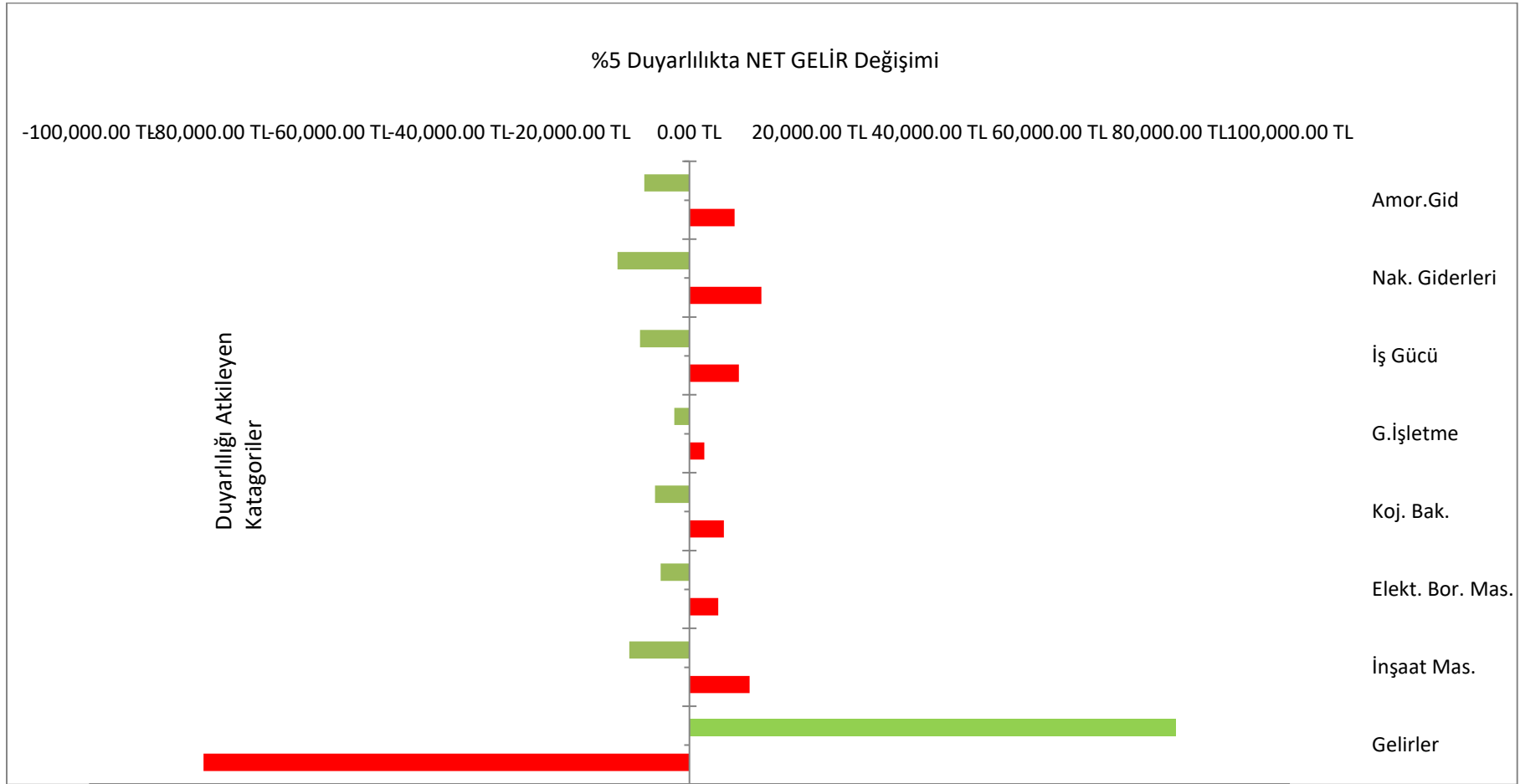
**Tablo 4.283.Duyarlılık Tablosu**

Temel Saptmalarla Oluşan TYNK							
Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
15,362.5 TL	45,400.0 TL	45,275.0 TL	44,720.0 TL	46,150.0 TL	47,550.0 TL	48,760.0 TL	53,800.0 TL
43,650.0 TL	43,650.0 TL	43,650.0 TL	43,650.0 TL	43,650.0 TL	43,650.0 TL	43,650.0 TL	43,650.0 TL
71,937.5 TL	41,900.0 TL	42,025.0 TL	42,580.0 TL	41,150.0 TL	39,750.0 TL	38,540.0 TL	33,500.0 TL

**Tablo 4.284.Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu**

Düzeltilmiş Duyarlılık Tablosu								
	Gelirler	İnşaat Mas.	Elekt. Bor. Mas.	Koj. Bak.	G.İşletme	İş Gücü	Nak. Giderleri	Amor.Gid
	-28,287.5 TL	1,750.0 TL	1,625.0 TL	1,070.0 TL	2,500.0 TL	3,900.0 TL	5,110.0 TL	10,150.0 TL
	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL	0.0 TL
	28,287.5 TL	-1,750.0 TL	-1,625.0 TL	-1,070.0 TL	-2,500.0 TL	-3,900.0 TL	-5,110.0 TL	-10,150.0 TL
Fark	56,575.0 TL	3,500.0 TL	3,250.0 TL	2,140.0 TL	5,000.0 TL	7,800.0 TL	10,220.0 TL	20,300.0 TL
Duyarlılık Sıralaması	1	3	7	6	8	5	2	4





Şekil: 4.102. 400kW'lık Tesis İçin Duyarlılık Analizi Grafik Gösterimi

Grafik incelendiğinde 400 kW'lık bir tesisin en önemli amortisman parametresinin gelirler olduğu gözükmemektedir. Aynı zamanda nakliyat giderleri de giderler hanesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tesisin biyogaz verimliliği arttırıldığı müddetçe tesisin amortisman süresi değişecektir. Bu artış kullanılan atık türü ve kalitesine göre değişmektedir.

#### 4.5.3.6. 400kW'lık Tesis İçin Yer Alternatiflerinin Haritada Gösterilmesi

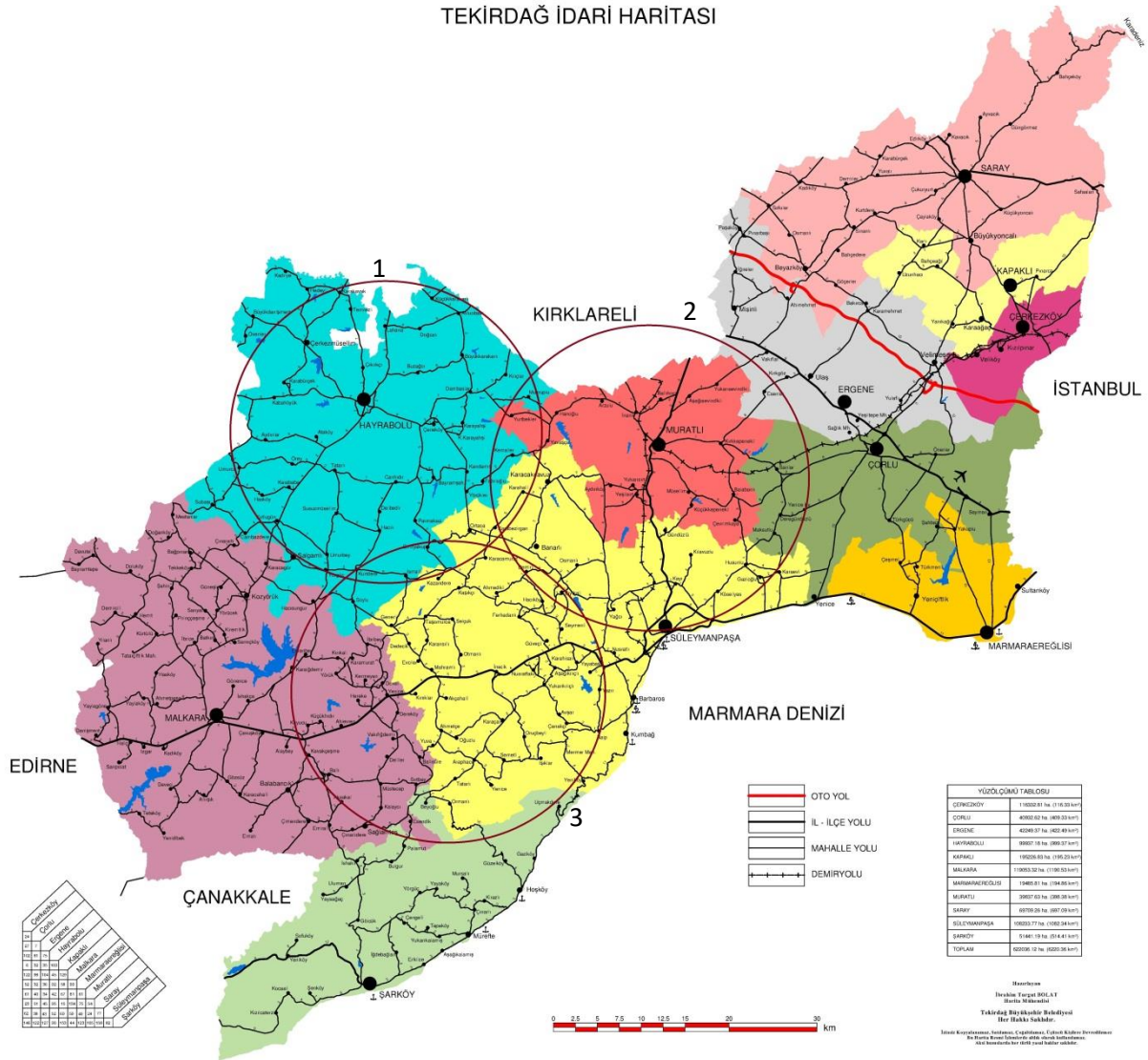
Küçük aile işletmelerinden alınacak atıklar için yapılan tasarım 400 KW'lık biokütle tesisini öngörmektedir. Aynı zamanda alınacak atıkların tesise olan uzaklığı yarıçapı 10km uzaklıkta olacak şekilde planlanmış ve Şekil 4.103'te gösterilmiştir. Daha yakın yarıçaptaki mesafelerde yeterli atık miktarı bulunmamaktadır. Buna göre;

1 Numaralı Bölgede: Hayrabolu İlçesi'nde **Kadriye, Büyükdanışment, Övenler, Hedeyli, Subaşı Cambazdere, Şalgamlı, Soylu** Mahalleleri **HARİÇ** atık alınması gerekmektedir.

2 Numaralı Bölgede: Muratlı İlçesi ile Süeymanpaşa İlçesi **Kocakılavuz, Karahalil, Bnarlı, Osmanlı, Demirli Bıyıklı Yağcı, Gündüzlü ve Çorlu İlçesi Sarılar, Deregündüzlü ve Maksutlu** Mahallelerinden atık alınması gerekmektedir.

3 Numaralı Bölgede: **Süleymanpaşa ilçesi, Malkara İlçesi ve Hayrabolu İlçesi Emiryakup, İsmaili, Kurtdere, Soylu** mahallelerinden atık alınması gerekmektedir.

TEKİRDAĞ İDARİ HARİTASI



**Şekil 4.103.** Küçük aile İşletmeleri Atıkları Kullanılacak Tesis İçin Yer Seçiminin Haritada Gösterilmesi

## **4.6. SENARYO 6: 10 HAYVANLI TESİSLERDEN ALINACAK HAYVAN ATIKLARI İLE KURULACAK TESİS TASARIMI**

Biyogaz teknolojileri seçilirken bahsedildiği gibi bölge yapısının coğrafi ve sosyal yapısı, incelemeyi gerektirmektedir. Ülkedeki teknolojik gelişim, materyal ulaşım gibi etmenler tesis teknolojisini etkilemektedir. Önceki çalışmalarımızda edinilen tecrübeler ( Muş, Van, Hakkari, Bitlis illerinde yapılan DAP Bölgesi biyogaz tesisi projesi 2016 Ulucev) sonucunda özellikle başlangıç düzeyinde biyogaz gelişim sürecinde kullanımı basit ve sürekli ilgi gerektirmeyen sabit kubbeli – kesikli tip reaktörlerin küçük tesislere (0-100) hayvan uygun olduğu belirlenmiştir.

Ancak üretilecek gaz bir kojenerasyon ünitesi kurup elektrik enerjisi elde ederek kullanılması için yeterli miktarda gözükmemektedir. Bu nedenle bir çiftçinin kendi imkanları ile de kurabileceği, 10 hayvandan elde edilecek enerji için küçük ev tipi adet biyogaz sistemleri önerilmiştir.

### **4.6.1.Sabit Kubbeli 10 Hayvan Kapsiteli Biyogaz Tesisinin Tasarımı**

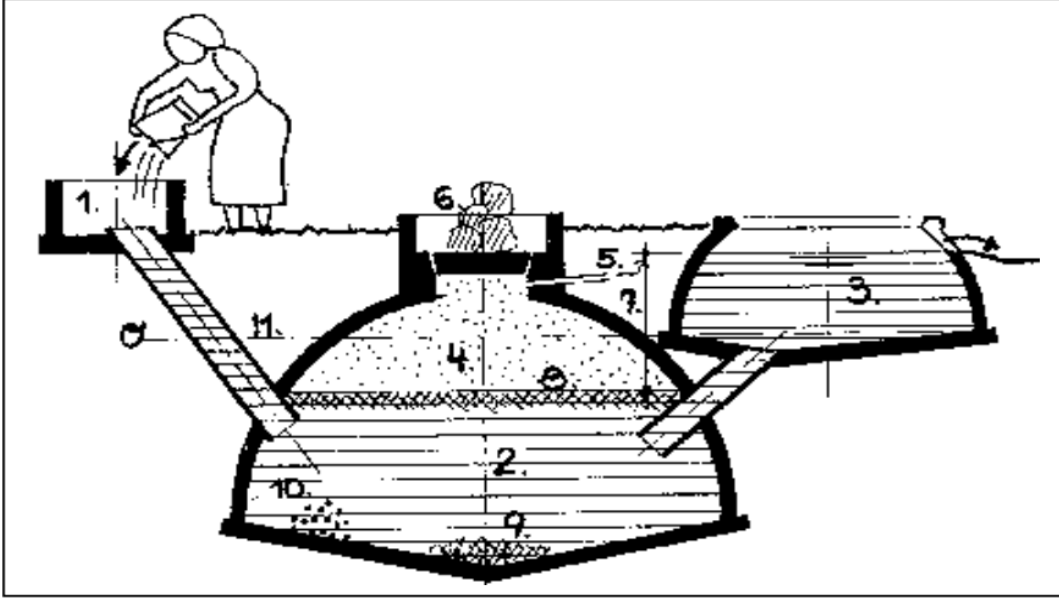
#### **4.6.1.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi**

#### **10 hayvan ve altındaki bir çiftlik için Altarnatif 3 Tesis Tasarımı**

#### **Sabit kubbeli tesis tasarımı:**

1. Küçük ev tipi sabit kubbeli sistemler basit kurulumu ve işletilmesi açısından yeni biyogaz sistemleri ile tanışacak bölgeler için ideal gözükmemektedir.

Aşağıda kurulabilecek bir biyogaz sistemin şeması verilmiştir.



Şekil 4.104.Sabit Kubbeli Tesis

- 1)Karıştırma Ünitesi ( Depo ve Karıştırıcı )
- 2)Digester ( Öğütücü )
- 3)Organik Gübre ve Tank Boşaltması İçin Depo
- 4)Gaz Tutucu Boşluk, Ünite
- 5)Gaz Borusu (Gazın kullanımı buradan sağlanmaktadır)
- 6)Tank Bakımı İçin Giriş (Ağırlıkla desteklenmesi gerekmektedir)
- 7)Gaz Basıncı ile Oluşan Seviye Farkı ( Bu sayede çıkış seviye farkı oluşmaktadır. Bileşik Kaplar Prensibi)
- 8)Köpük Oluşumu
- 9)Zemin Çamuru ( Mevsimsel temizlenmesi gerekmektedir)
- 10) Taş ve Kum Oluşumu (Mevsimsel temizlenmesi gerekmektedir)
- 11) Doldurma Yüksekliğine Olan Mesafe

Günlük ya da istenildiği zaman biyogaz beslemesi yapılabilmektedir. Sistem bileşik kaplar mantığında çalışmakta ve yeni madde eklendikçe fermente olan madde gübre olarak çıkış toplama ünitesinden alınmaktadır. Fermente organik gübre bahçe sulamada kullanılabilir. Aynı zamanda kurutularak uzak yerlere taşınması da mümkündür.

**Tablo 4.285. Basit Biyogaz tesisleri ile Büyük Ölçekli Tesislerin Karşılaştırılması**

Avantajlar	Dezavantajlar
Düşük Maliyet	Bitki atıklarına uygun değildir. Bitki atıkları için parçalayıcı sistem kullanılmaktadır.
Uzun kullanım ömrü ( 20 yıl ve üstü)	Gazlaştırma verimi düşüktür.
Min. Mekanik parça ( bakımı basit)	Gaz basıncı yüksektir ve bu sebeple kaçaklar daha fazla olmaktadır.
Yeraltına kurulabilme	
Basit İşletme	
Gübreyi direk kullanabilme imkanı	

Bu tip tesisler genel olarak, Doğu Bloğu ülkeleri ile Çin Hindistan bölgesinde yoğunlukla bulunmaktadır. Avrupa’da genel olarak büyük çapta tesisler bulunmaktadır. Bunun nedeni tarım politikalarında olan farklılıklardır. Almanya’da tarım arazileri kanununda arsalar miras nedeniyle bölünmemekte ve küçük tarım arazilerine ve çiftliklere imkan verilmemektedir. Bu nedenle küçük tesislerin kurulabildiği örnekler üzerinde durulmuştur.

Aynı sabit kubbeli zamanda önerilen sistem biyogaz tesisleri ile yeni tanışmaya başlayan ülkemiz için işletmesi en kolay ve kurulumu ve bakımı maliyetsiz sistemlerdir.



#### 4.6.1.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Bu tip biyogaz tesislerinin 20 m<sup>3</sup>' den büyük olmaması işletme ve kurulum açısından uygun gözükmektedir.

$$V_{bio.} = m_{t.a.} * KM * OKM * K_{bio.} \quad \text{Denklem (1)}$$

$V_{bio.}$  = Tarımsal atıklarından oluşan biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

M = Bir günde toplanan tarımsal atık miktarı (kg/gün)

KM = Tarımsal atıkların katı madde miktarı (%)

OKM = Tarımsal atıkların katı madde miktarının organik içeriği (%KM)

$K_{bio.}$  = Tarımsal atıkların biyogaza dönüşme oranı (Nm<sup>3</sup>/kg OKM)

$$\frac{V_{CH_4}}{V_{bio.}} = 0,7 \quad \text{Denklem (2)}$$

$V_{CH_4}$ : Metan hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

$V_{bio.}$ : Biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

10 adet hayvandan elde edilecek enerji miktarı hesaplanırken, küçükbaş hayvanların sağlayacağı enerji yeterli olmayacağı için 10 adet büyükbaş hayvandan düşünülerek hesap yapılmıştır. 10 büyük baş hayvandan 290kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak, 290kg/gün hayvansal atıktan **10.44m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **7.308m<sup>3</sup>/gün** metan oluşacağı belirlenmiştir.

Bu hesaba göre aylık yaklaşık **210 m<sup>3</sup> metan** elde edileceği belirlenmiştir. Bu değer **Marmara bölgesinde 100 m<sup>2</sup> bir ev için kış aylarında günlük 8 m<sup>3</sup> doğal gaz tüketimi kabul edildiğinde, bir evin ihtiyaçlarını karşılayacak düzeye yakındır.**

**Buna göre tesisin yıllık geliri (1,25 TL/m<sup>3</sup> x 7,3 x 365) 3300 TL/yıl olabilecektir.**

Sistem çiftti tarafından işletilebilecek basit bir sistemdir. Bu nedenle işçilik proje maliyetleri gibi ilave giderler bulunmamaktadır. Tablo 4.296'da gider kalemleri belirtilmiştir.



**Tablo 4.286.Tesis Giderleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Amortisman Maliyeti (30 yıllık)	690
Bakım	800
<b>TOPLAM</b>	<b>1460 TL</b>

#### 4.6.1.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

Sistem çiftçiler tarafından kazı ve betonarme işlerinden oluşan basit bir yapı şeklinde yapılabilmektedir. Tablo 4.297’de 15 m<sup>3</sup> lük bir tesis için yaklaşık maliyet belirtilmiştir.

**Tablo 4.287.Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Süresi**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Digester Sistemi	7000
Hammadde Yükleme Sistemi	4500
Toprak İşleri	9500 TL ( 15 m <sup>3</sup> Tesis İçin)
İlave Maliyetler	2000
<b>TOPLAM</b>	<b>23.000 TL</b>

**Tablo 4.288.Tekirdağ İlinde Kurulabilecek Ev Tipi Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu**

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
<b>3300 TL</b>	<b>1460</b>	<b>1840</b>

Amortisman süresi 12,5 yıl (23000TL-Yıl/1840 TL) olarak gözükmektedir. Ancak tesis ömrü 30 yıl mertebelerinde sürdüğü için, belirlenen süre uygun gözükmemektedir.

#### 4.6.1.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması

Tesis ev tipi olup, çiftlik yada hane halkı tarafından ilave iş gücüne ihtiyaç duyulmadan işletilebilecektir.

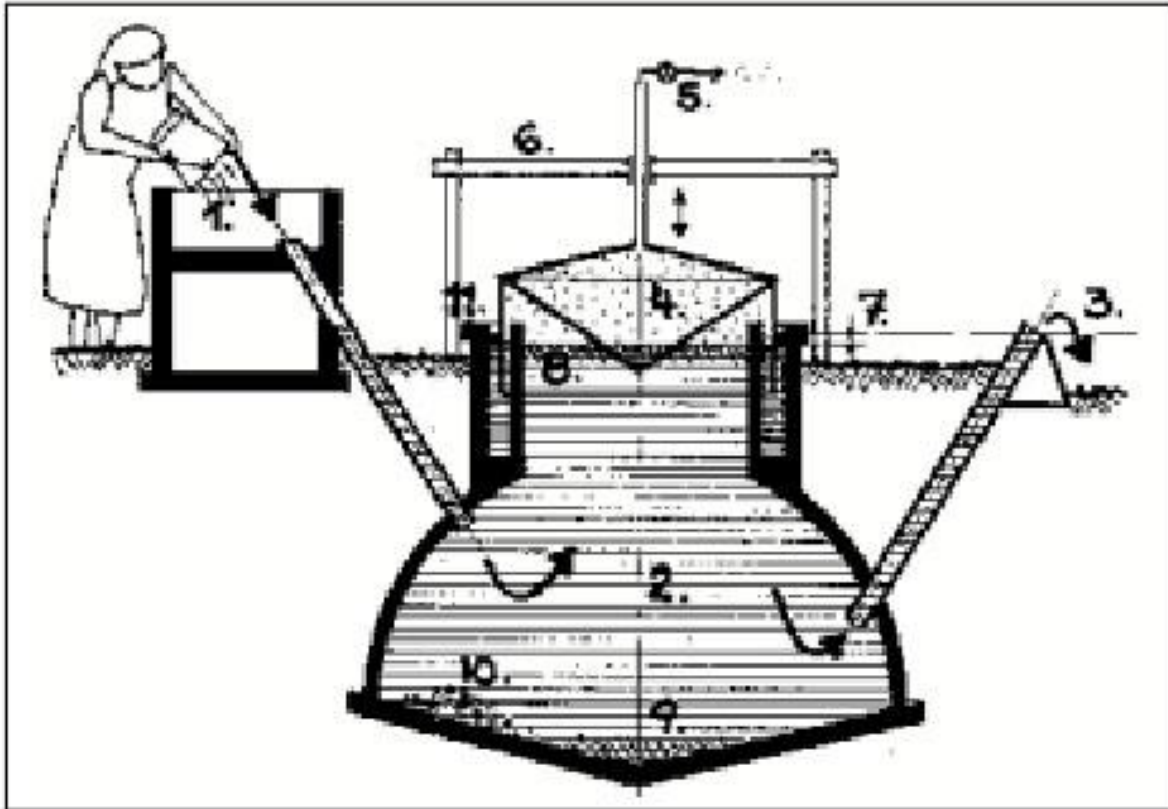
#### 4.6.1.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

Tesilerin kurulum amacı, biyogaz enerjisinden gaz elde etmektir. Bu nedenle reel olarak gelir gider dengesi ve duyarlılık analizinden bahsetmem mümkün gözükmemektedir. Ancak tesisler için en önemli ve tek gider kalemi bakım masraflarıdır. Bu masrafları kaliteli malzeme kullanımı ile düşürmek mümkün gözükmemektedir.

#### 4.6.2.Hareketli Kubbeli 10 Hayvan Kapasiteli Biyogaz Tesisinin Tasarımı

##### 4.6.2.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi

Yüzen silindirik bitkiler yer altı sindiricilerinden ve hareketli bir gaz tutucusundan oluşur. Gaz tutucu Doğrudan fermantasyon bulamacında veya kendi su ceketinde yüzer. Gaz toplanır Depolanan gazın miktarına göre yükselen veya aşağı inen gaz tamburu. Gaz tamburu Bir kılavuz çerçeveyle eğilmeyi engelledi. Davul bir su ceketinde yüzerse, sıkışamaz, Yüksek katı içeriğe sahip alt tabakada bile.



Şekil 4.105. Hareketli Kubbeli Tesis

Şekil 4.104'te Biyogaz ünitesinde bulunacak ekipmanlar şöyle belirtilmiştir.

Hareketli Kubbeli Biyogaz tesisi;

1. Karıştırma tankı ve giriş borusu
2. Digester
3. Taşma borusu üstünde taşma noktası
4. Yüzeysel pisliğini parçalamak için dirsekli araç soketi
5. Ana musluktan gaz çıkışı
6. Gaz davulu kılavuz yapısı
7. Seviye farkı = cm cinsinden gaz basıncı
8. Lifli besleme maddesi durumunda yüzen pislik
9. Kalın çamur birikimi
10. Kum ve taşların birikmesi
11. Yağ filmleri su tabakası.

**Tablo 4.289. Hareketli Kubbeli Biyogaz Tesisi Avantaj ve Dezavantajları**

Avantajlar	Dezavantajlar
Düşük Maliyet	Yüzen silindirin yüksek inşaat maliyeti
Uzun kullanım ömrü ( 20 yıl ve üstü)	Korozyona neden olabilecek birçok çelik parça
Basit, kolay anlaşılabilir çalışma ( bakımı basit)	Bakım Masrafları Daha Yüksektir.
Yeraltına kurulabilme ve inşaattaki az hata	
Sabit gaz basıncı	
Gübreyi direk kullanabilme imkânı	

Kullanılacak hammadde stabil olmadığı durumlarda kullanılması gereken modeldir. Yüksek katı madde beslemesine daha dayanıklı bir sistem olarak gözükmektedir. Aynı zamanda istenildiği takdirde bitki beslemesi de yapılabilmektedir.

Aşağıdaki resimde kullanım aşamasındaki bir biyogaz hareketli kubbeli biyogaz tesisi tasarımı gösterilmektedir.



Şekil 4.106. Hareketli Kubbeli Biyogaz Tesisi Tasarımı

#### 4.6.2.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Bu tip biyogaz tesislerinin 20 m<sup>3</sup>' den büyük olmaması işletme ve kurulum açısından uygun gözükmektedir.

$$V_{bio.} = m_{t.a.} * KM * OKM * K_{bio.} \quad \text{Denklem (1)}$$

$V_{bio.}$  = Tarımsal atıklarından oluşan biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

M = Bir günde toplanan tarımsal atık miktarı (kg/gün)

KM = Tarımsal atıkların katı madde miktarı (%)

OKM = Tarımsal atıkların katı madde miktarının organik içeriği (%KM)

$K_{bio.}$  = Tarımsal atıkların biyogaza dönüşme oranı (Nm<sup>3</sup>/kg OKM)

$$\frac{V_{CH_4}}{V_{bio.}} = 0,7 \quad \text{Denklem (2)}$$

$V_{CH_4}$ : Metan hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

$V_{bio.}$ : Biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

10 adet hayvandan elde edilecek enerji miktarı hesaplanırken, küçükbaş hayvanların sağlayacağı enerji yeterli olmayacağı için 10 adet büyükbaş hayvandan düşünülerek hesap yapılmıştır. 10 büyük baş hayvandan 290kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak, 290kg/gün hayvansal atıktan **10.44m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **7.308m<sup>3</sup>/gün** metan oluşacağı belirlenmiştir.

Bu hesaba göre aylık yaklaşık **210 m<sup>3</sup> metan** elde edileceği belirlenmiştir. Bu değer **Marmara bölgesinde 100 m<sup>2</sup> bir ev için kış aylarında günlük 8 m<sup>3</sup> doğal gaz tüketimi kabul edildiğinde, bir evin ihtiyaçlarını karşılayacak düzeye yakındır.**

**Buna göre tesisin yıllık geliri (1,25 TL/m<sup>3</sup> x 7,3 x 365) 3300 TL/yıl olabilecektir.**

Sistem çiftti tarafından işletilebilecek basit bir sistemdir. Bu nedenle işçilik proje maliyetleri gibi ilave giderler bulunmamaktadır. Tablo 3.300'de gider kalemleri belirtilmiştir.

**Tablo 4.290. Tesis Giderleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Amortisman Maliyeti (30 yıllık)	690
Bakım	800
<b>TOPLAM</b>	<b>1460 TL</b>

#### **4.6.2.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayrı Ayrı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi**

Sistem çiftçiler tarafından kazı ve betonarme işlerinden oluşan basit bir yapı şeklinde yapılabilmektedir. Tablo 4.301'te 15 m<sup>3</sup> lük bir tesis için yaklaşık maliyet belirtilmiştir.

**Tablo 4.291. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Süreleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Digester Sistemi	9000
Hammadde Yükleme Sistemi	4500
Toprak İşleri	9500 TL ( 15 m <sup>3</sup> Tesis İçin)
İlave Maliyetler	2000
<b>TOPLAM</b>	<b>25.000 TL</b>

**Tablo 4.292.**Tekirdağ İlinde Kurulabilecek 200 kW'lık Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
3300 TL	1460	1840

Amortisman süresi **13,5 yıl (25000TL-Yıl/1840 TL)** olarak gözükmemektedir. Ancak tesis ömrü **30 yıl** mertebelerinde sürdüğü için, belirlenen süre uygun gözükmemektedir.

#### 4.6.2.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması

Tesis ev tipi olup, çiftlik yada hane halkı tarafından ilave iş gücüne ihtiyaç duyulmadan işletilebilecektir.

#### 4.6.2.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

Tesilerin kurulum amacı, biyogaz enerjisinden gaz elde etmektir. Bu nedenle reel olarak gelir gider dengesi ve duyarlılık analizinden bahsetmem mümkün gözükmemektedir. Ancak tesisler için en önemli ve tek gider kalemi bakım masraflarıdır. Bu masrafları kaliteli malzeme kullanımı ile düşürmek mümkün gözükmemektedir.

#### 4.6.3. 10 Hayvanlı Tesisler için Düşük Maliyetli Polietilen Tüp Biyogaz Tesisi

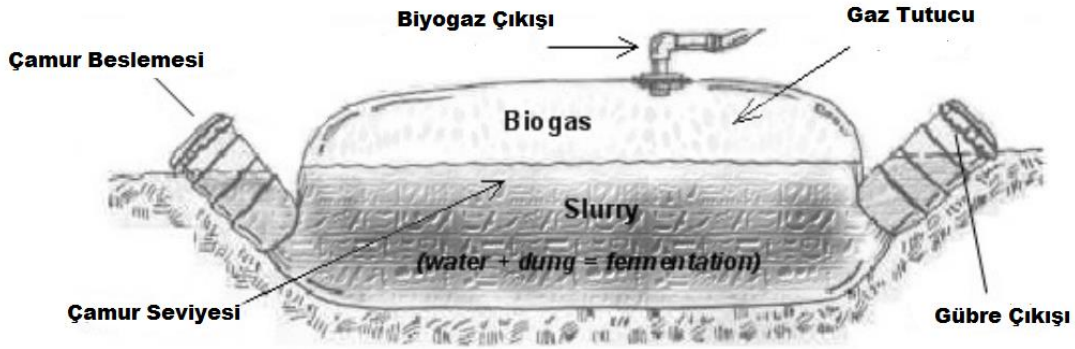
##### 4.6.3.1 Tesis Teknolojisinin Belirlenmesi

Sabit kubbeli biyogaz tesisleri ile aynı özellikleri taşıyan, polietilen malzemeden üretilen boru tipi bir biyogaz sistemidir.

Ancak özellikle geri dönüşüm malzemelerinden üretilebilmesi kazma gereksiniminin az oluşu gibi nedenlerle kurulum maliyetleri düşük olmaktadır. Bunun yanında özellikle ısı kaybının yüksek olması gibi nedenlerle daha az miktarda biyogaz üretimi öngörülmektedir.

Tesisin plastik yapısı uzun bir ömür vaat ediyor olmasının yanında gaz depolamasının genel hazma oranla  $\frac{1}{4}$  oranında kalması üretilen gazın hızlı kullanımını ve ya ekstra maliyet ile yeni bir depo yapılmasını gerektirmektedir.

Özellikle orta ve Güney Amerika'da Bolivya'da Peru, Ekvador, Kolombiya, Centro Amerika ve Meksika da sıklıkla kullanılmakta olan bir biyogaz teknolojisidir.



Şekil 4.107.Polietilen Tüp Biyogaz Tesisi

#### 4.6.3.2 Tesis İçin İşletme Gelir Gider Tahminin Ortaya Konması

Bu tip biyogaz tesislerinin 20 m<sup>3</sup>' den büyük olmaması işletme ve kurulum açısından uygun gözükmektedir.

$$V_{bio.} = m_{t.a.} * KM * OKM * K_{bio.} \quad \text{Denklem (1)}$$

$V_{bio.}$  = Tarımsal atıklarından oluşan biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

$M$  = Bir günde toplanan tarımsal atık miktarı (kg/gün)

$KM$  = Tarımsal atıkların katı madde miktarı (%)

$OKM$  = Tarımsal atıkların katı madde miktarının organik içeriği (% $KM$ )

$K_{bio.}$  = Tarımsal atıkların biyogaza dönüşme oranı (Nm<sup>3</sup>/kg  $OKM$ )

$$\frac{V_{CH_4}}{V_{bio.}} = 0,7 \quad \text{Denklem (2)}$$

$V_{CH_4}$ : Metan hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

$V_{bio.}$ : Biyogaz hacmi (m<sup>3</sup>/gün)

10 adet hayvandan elde edilecek enerji miktarı hesaplanırken, küçükbaş hayvanların sağlayacağı enerji yeterli olmayacağı için 10 adet büyükbaş hayvandan düşünülerek hesap

yapılmıştır. 10 büyük baş hayvandan 290kg/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Denklem (1) ve Denklem (2) 'den faydalanarak, 290kg/gün hayvansal atıktan **10.44m<sup>3</sup>/gün** biyogaz ve **7.308m<sup>3</sup>/gün** metan oluşacağı belirlenmiştir.

Bu hesaba göre aylık yaklaşık 210 m<sup>3</sup> metan elde edilebileceği belirlenmiştir. Ancak tesisin düşük sıcaklık değerleri hesaba katıldığında verim %30 oranda düşmektedir. Bu nedenle üretilecek aylık gaz miktarının **150 m<sup>3</sup>/gün mertebesinde olması beklenmektedir. Bu değer Marmara bölgesinde 100 m<sup>2</sup> bir ev için kış aylarında günlük 8 m<sup>3</sup> doğal gaz tüketimi kabul edildiğinde, bir evin ihtiyaçlarını karşılayacak düzeye yakındır.**

**Buna göre tesisin yıllık geliri (1,25 TL/m<sup>3</sup> x 5,1 x 365) 2300 TL/yıl olabilecektir.**

Sistem çiftti tarafından işletilebilecek basit bir sistemdir. Bu nedenle işçilik proje maliyetleri gibi ilave giderler bulunmamaktadır. Tablo 4.303te gider kalemleri belirtilmiştir.

**Tablo 4.293. Tesis Giderleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Amortisman Maliyeti (30 yıllık)	575
Bakım(Boya,temizlik vs)	500
<b>TOPLAM</b>	<b>1075 TL</b>

#### **4.6.3.3 Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Sürelerinin Ayır Ayır Analizlerinin Gerçekleştirilmesi**

Sistem çiftçiler tarafından kazı ve betonarme işlerinden oluşan basit bir yapı şeklinde yapılabilmektedir. Tablo 4.304'te 15 m<sup>3</sup> lük bir tesis için yaklaşık maliyet belirtilmiştir.

**Tablo 4.294. Tesislerin Kuruluş Maliyeti ve Amortisman Süreleri**

Proje Tesisi Ana Maliyet Tablosu	Fiyat (TL)
Tüm Polietilen Sistem Maliyeti	
<b>TOPLAM</b>	<b>19.000 TL</b>



**Tablo 4.295.** Tekirdağ İlinde Kurulabilecek Ev Tipi Biyogaz Tesisi Yıllık Gelir-Gider Tablosu

Gelir(TL/yıl)	İşletme(TL/yıl)	Kâr(TL/yıl)
2300 TL	1075	1225

Amortisman süresi 15,5 yıl (19.000TL-Yıl/1225 TL) olarak gözükmektedir. Ancak tesis ömrü 30 yıl mertebelerinde sürdüğü için, belirlenen süre uygun gözükmemektedir.

#### 4.6.3.4 İşletme Modelinin Ortaya Konması

Tesis ev tipi olup, çiftlik ya da hane halkı tarafından ilave iş gücüne ihtiyaç duyulmadan işletilebilecektir.

#### 4.6.3.5 Ön Fizibilite Hesaplarında Gelir ve Gider İçin Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

Tesislerin kurulum amacı, biyogaz enerjisinden gaz elde etmektir. Bu nedenle reel olarak gelir gider dengesi ve duyarlılık analizinden bahsetmem mümkün gözükmemektedir. Ancak tesisler için en önemli ve tek gider kalemi bakım masraflarıdır. Bu masrafları kaliteli malzeme kullanımı ile düşürmek mümkün gözükmemektedir.

## 5. TEKİRDAĞ İLİ PESTİSİT AMBALAJLARININ BERTARAFINA YÖNELİK SİSTEM ÖNERİSİ

### Giriş

*Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Dairesi Başkanlığı İle Uludağ Çevre Teknolojileri Ar-Ge Mühendislik Merkezi arasında imzalanan “ TEKİRDAĞ İLİ TARIMSAL VE HAYVANSAL ATIK POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK FİZİBİLİTE ÇALIŞMASININ YAPILMASI İŞİ TEKNİK ŞARTNAMESİ” nin 4. Maddesinde belirtilen “Tarımsal üretim faaliyetleri sırasında kullanılan ilaç, gübre, pestisit atıklarının ambalajları gibi bitki koruma ürünü atıkların türüne göre uzaklaştırma, toplama ve bertaraf edilmesine yönelik sistem önerisinin geliştirilmesi” işlerine yönelik çalışmalardan “ Doğu Marmara Kalkınma Ajansı Doğrudan Faaliyet Desteği Programı” kapsamında , Adapazarı Ziraat Odası'nın yürütücülüğünde ( Hamdi Şenoğlu, 2016) gerçekleştirilen “ Zirai Ambalajların Oluşturduğu Risklerin Belirlenmesi ve Çözüm Yollarının Geliştirilmesi” projesinden yararlanılmıştır. Bu nedenle, bu projeyi gerçekleştiren Adapazarı Ziraat Odası Başkanı Sayın Hamdi Şenoğlu'na en derin teşekkürlerimizi sunuyoruz.*

Tarımsal üretimin artırılması ve hızla çoğalan insan nüfusunun besin ihtiyacının karşılanabilmesi temel amacından yola çıkılarak kullanılmaya başlanan tarım ilaçları, günümüzde hem çeşit hem de miktar olarak çok büyük bir kullanım alanına sahiptir. Ülkemizde kullanılmış tarımsal ilaç ambalajları Tehlikeli Atıklar kapsamında sınıflandırılmıştır. Ancak uygulamada tehlikeli atık sınıfındaki diğer atıklara göre tarım ilacı ambalajları, çok sıkı takip edilmemekte ve miktarları, toplanma şekilleri ve bertarafıyla ilgili sürdürülebilir bir yöntem ortaya koyulamamaktadır. Ancak özellikle zirai ilaç kalıntıları ve boş zirai ilaç ambalajları gibi sentetik kirleticiler doğada kendiliğinden yok olmadığından, önemli bir kirletici unsur olmaktadır. Bundan dolayıdır ki bu atıkların yönetimi üzerinde titizlikle durulması gereken konuların başında gelmektedir.

Tarımsal faaliyetlerin uygulama alanlarının genişliği göz önünde bulundurulduğunda, zirai ilaç ambalajları gibi tehlikeli atıkların doğaya atıldıklarında çok geniş bir alana yayıldığı ve tekrar toplanması gibi bir uygulamanın mümkün olmadığı açıktır. Bundan dolayı bu atıkların

doğal çevreye atılmadan düzenli ve işlevsel bir yöntemle toplanması ve bertaraf tesislerine ulaştırılması gerekmektedir.

Tekirdağ ili ve ilçelerinde tarımsal mücadele ilaçlarının yoğun kullanımı, insan sağlığına olumsuz etkileri ve çevre kirliliği gibi sorunları beraberinde getirmektedir. Bununla birlikte bilinçsiz ve ihtiyaçtan fazla ilaç kullanımı ve boş zirai mücadele ilaç ambalajlarının kontrolsüzce tarla ve yol kenarlarına veya evsel atıklar için kullanılan çöp konteynırlarına atılması konu ile ilgili sorunların odak noktasını oluşturmaktadır. Ayrıca zirai ilaçlar sadece tarımsal ürünlere zarar veren canlılara etki etmemekte, bunun yanında diğer yararlı böcek türlerine ve özellikle arılara da zarar vermektedir. Özellikle zirai ilaç ambalajlarının bir bölümünün evsel atıklar için ayrılmış çöp konteynerlarına atıldığı ve buradaki atıklara bulaşarak tehlikeli atık sınıfındaki atık miktarını artırmaktadır. Yine tarım ürünlerinin satışında, ürünlerin üzerinde veya içeriğinde zirai ilaç kalıntıları bulunması ürünün kalite ve değerini düşürmekte veya ürünü satılamaz duruma getirmektedir.

### **Hazırlanan Pesticit Ambalajlarının ve Gübre Torbalarının Bertarafına Yönelik Sistem Önerisinde Ulaşılmak İstenen Amaçlar Şöyle Sıralanabilir:**

- Boş tarımsal mücadele ilaç ambalajları ve gübre torbaları için sürdürülebilir bir toplama ve bertaraf modeli ortaya koyulması
- Tekirdağ ili ve ilçelerinde boş tarım ilacı ambalajlarını ve gübre torbalarını toplamak amacıyla toplama istasyonları yapılması
- Boş tarımsal mücadele ilaç ambalajlarının ve gübre torbalarının insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin önlenmesi
- Zirai ilaç ambalajlarının ve gübre torbalarının yol açtığı çevre kirliliğinin önlenerek toprak ve su kaynaklarının korunması
- Tehlikeli atık olarak nitelendirilen (150110 Kod No'lu Tehlikeli Atık) tarımsal ilaç ambalajlarının evsel katı atıklarla karışarak tehlikeli atık hacminin artmasının önüne geçilmesi
- Gübre ambalajlarının toplanarak bertaraf edilmesi

## 5.1.ZİRAİ MÜCADELE İLAÇLARI VE MEVCUT DURUM

### 5.1.1 Ziraat Mücadele İlaçları (Pestisitler)

Tarımsal üretimin artırılması ve hızla çoğalan insan nüfusunun besin ihtiyacının karşılanabilmesi temel amacından yola çıkılarak kullanılmaya başlanan tarım ilaçları, günümüzde hem çeşit hem de miktar olarak çok büyük bir kullanım alanına sahiptir.

Dünyada 500 den fazla çeşidi ile büyük ölçekli tarım alanlarının hemen hemen tamamında pestisit kullanımı üretimin kesintisiz ve ihtiyaç duyulan kalite standartlarında sürdürülebilmesi için önemli bir ihtiyaç olarak görülmekte ve bitkilere zarar verebilecek böcek, kemirgen ve yabancı otlar pestisit kullanımı ile bertaraf edilmeye çalışılmaktadır.

Bunun yanında pestisit kullanımı sadece tarım alanları ile sınırlı kalmamakta, insanların yaşam alanlarındaki zararlıları yok etmek için de zaman zaman pestisit kullanımına başvurulduğu görülmektedir.



**Resim 5.1.** Zirai Mücadele İlacı Uygulamaları

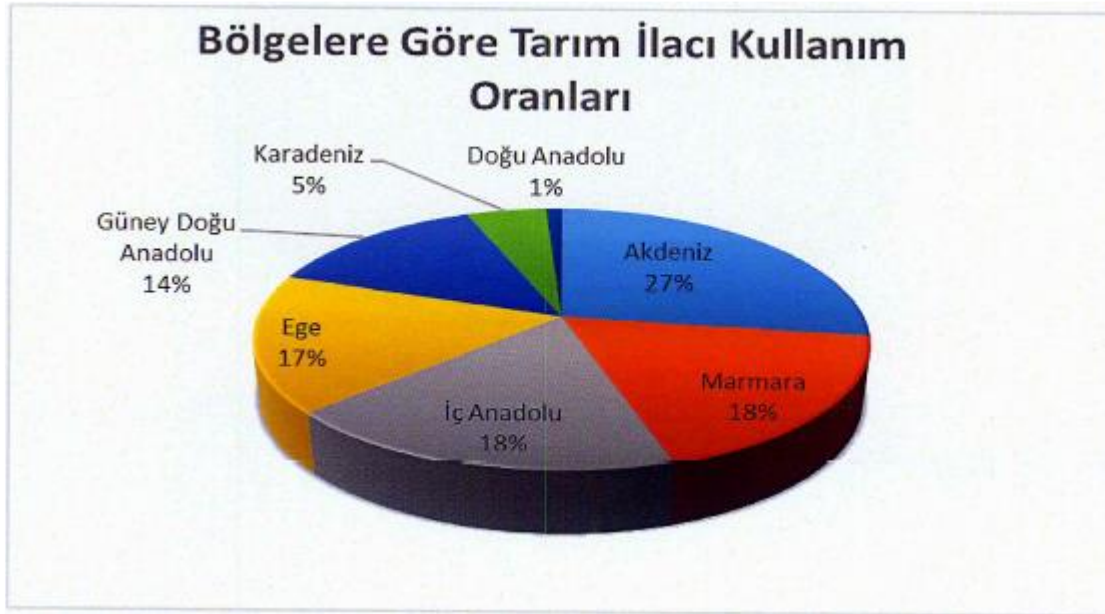
Zirai mücadele ilaçlarının temel kullanım alanı tarımsal faaliyetler olmasına rağmen, özellikle uygun miktar ve koşullarda kullanılmadığında ortaya çıkardığı sorunlardan dolayı sağlık, gıda ve çevre gibi alanları da doğrudan ilgilendirmektedir [7]. Dünya genelinde yıllık yaklaşık 2.5-3 milyon ton pestisit tarım alanlarında uygulandığı günümüzde, birçok ülkede ilaçlama sırasında ve sonrasında bu ilaçların neden olduğu ölümler ve ortaya çıkan ciddi sağlık

sorunları önemli boyutlara ulaşmaktadır [8,9,10,11]. Literatürde bir çok çalışmada özellikle gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde kurallara uygun ilaçlama yapılmaması nedeniyle oluşan sağlık sorunlarının çok yaygın olduğu ve bu sağlık sorunlarının uzun vadede kırsal kesimde yaşayanlar ve bu ülkelerin sağlık sistemleri için ağır bir maliyet getirdiğinin altı çizilmektedir [12].

### 5.1.2. Türkiye’de Pestisit Kullanımı

Ülkemizde pestisit kullanım miktarları Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında oldukça düşük seviyededir. Komşumuz Yunanistan’da hektara 4,41 kg ilaç kullanıldığı, Avrupa Birliğinde en çok pestisit kullanan Hollanda’da hektara 10,23 kg, en az ilaç kullanan Danimarka’da hektara 1,18 kg tarım ilacı kullanıldığı göz önünde bulundurulursa, ülkemizde hektara ortalama 0,48 kg kullanılan pestisit miktarının oldukça düşük bir değerde olduğu görülebilir.

Bununla birlikte ülkemizde yerli tarım ilacı üretimi yapılmakta ve bu sektör önemli bir Pazar payına ulaşmış bulunmaktadır. Ancak ithal ilaçların bol ve ucuz olarak yurtdışından alınabiliyor olması, yerli ilaç üretim işletmelerinin uluslararası büyük ilaç firmaları ile rekabet edebilmesi ve gelişmesini zorlaştırmaktadır. Bölgelere göre tarım ilacı kullanım oranları şekil 5.1’de verilmiştir.

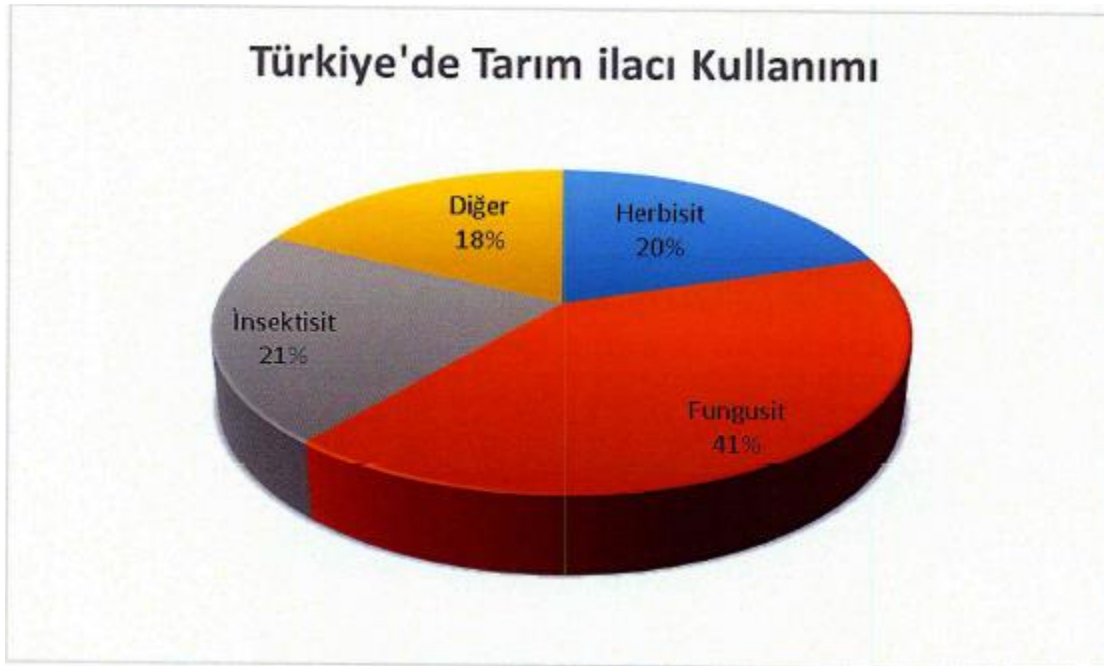


Şekil 5.1 .Türkiye’deki Pestisit Kullanımının Bölgelere Göre Oranları

Dünyada konu ile ilgili eğilimlere paralel olarak ülkemizde de tarımsal mücadele ilaçlarının kullanımının kontrollü ve etkin şekilde yürütülebilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği uyum süreci ile ivme kazanan bu çalışmalar sonucunda, tarımsal girdilerin azaltılarak maliyetin düşürülmesi, kaliteli ve dış pazarların taleplerini karşılayacak tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi ve ülkemiz insan sağlığı ve başta su kaynakları ve topraklar olmak üzere doğal zenginliklerimizin korunması hedeflenmektedir.

Bu çalışmalar kapsamında özellikle tarım ilaçlarının satın alınması sırasında reçete uygulaması ile, konusunda uzman danışmanların çiftçilere kullanacakları ilacın türü ve miktarı konusunda yol göstermesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Böylece gereğinden fazla ve bilinçsiz ilaç kullanımında önüne geçilebileceği düşünülmektedir.(Şekil 5.2)

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde kullanılan tarım ilaçlarının büyük bölümünü yabancı otlarla mücadele için kullanılan fungusitler oluşturmaktadır. Bunu insektisitler ve herbisitler takip etmektedir.



**Şekil 5.2 .Türkiye’de Pestisit Türlerine Göre Kullanım Oranları**

### 5.1.3. Zirai Mücadele İlaçlarının İnsan Sağlığı ve Doğal Çevreye Etkileri

Zirai Mücadele İlaçları uygun miktar ve şartlarda kullanıldığında kültür bitkileri ve zaman zamanda orman ağaçları gibi doğal bitkileri, böcekler, mantarlar, virüsler ve yabancı otlar gibi onlara zararlı olabilecek unsurlardan korumak amacıyla kullanılan kimyevi maddelerdir. Tarımsal üretimin artırılması ve hızla çoğalan insan nüfusunun besin ihtiyacının karşılanabilmesi temel amacından yola çıkılarak kullanılmaya başlanan tarım ilaçları, günümüzde hem çeşit hem de miktar olarak çok büyük bir kullanım alanına sahiptir. Zirai mücadele ilaçları ve yaygın kullanılan ismi ile tarım ilaçlarının, temel kullanım alanı tarımsal faaliyetler olmasına rağmen, özellikle uygun miktar ve koşullarda kullanılmadığında ortaya çıkardığı sorunlardan dolayı sağlık, gıda ve çevre gibi alanları da doğrudan ilgilendirmektedir.

Bununla birlikte ortaya çıkan riskler tarım ilaçlarının yanlış veya uygun miktarlarda kullanılmamaları ile sınırlı değildir. Kullanımdan sonra uygun yöntemlerle bertaraf edilmeyen tarımsal ilaç ambalajları da çevre ve insan sağlığı açısından çok büyük sorunlara yol açabilecek bir potansiyele sahiptir.

Tarımsal faaliyetlerde getirdiği avantajların yanında zirai mücadele ilaçlarının İnsan sağlığı ve doğal çevreye verebileceği zararlar göz önünde bulundurulduğunda, bu ilaçların satın alınması, depolanması, kullanılması ve kullanım sonrasına ilişkin birçok önemli kurallara uyulması gereklidir.

## 5.2.TEKİRDAĞ İLİ VE İLÇELERİNDE TARIMSAL İLAÇ ( PESTİSİT) VE GÜBRE KULLANIMI ÇALIŞMALARI

Bilindiği gibi, Tekirdağ ilinde ve ilçelerinde tarıma uygun topraklar mevcuttur. Çerkezköy, Çorlu, Ergene, Hayrabolu, Kapaklı, Marmara Ereğlisi, Malkara, Muratlı, Süleymanpaşa (Merkez), Saray ve Şarköy Tekirdağ ilinin ilçeleridir. Toplam 972.875 kişi yaşamaktadır. Tarla bitkileri tarımı (Buğday, Ayçiçeği, Arpa, Şekerpancarı) 3 milyon 674 bin 605 dekar alanda, meyvecilik (üzüm, elma, zeytin, armut, kiraz) 100 bin 664 dekarda, sebzeçilik ise (karpuz, kavun, soğan, domates, hıyar) 45 bin 573 dekarda yapılmaktadır.

### 5.2.1 Pestisit Kullanımları

Yukarıda belirtilen bu ilçelerde tarımsal üretim faaliyetleri için 2014, 2015, 2016 yıllarında ilçeler bazında kullanılan tarımsal ilaç (pestisit) miktarları Tablo 1,2,3'te verilmiştir. Ayrıca satılan tarım ilaçlarının 2014,2015 ve 2016 yıllarındaki ambalaj atık miktarları Tablo 5.1'de özetlenmiştir. Tablo 5.1'deki 2016 yılındaki dağılımlar incelendiğinde; 85 adet 17'lik pestisit teneke, değişik boyutlarda 118 bin 516 adet karton kutu ve 0,05 L ile 50 L arasında 365 bin 318 adet plastik şişe kullanılmıştır. Toplam olarak, en fazla tarımsal ilaç ambalajı 2015 yılında (514.158 adet), en az 2014 yılında (327.680 adet) kullanılmıştır. 2014, 2015,2016 yılları arasında kullanılan pestisitlerin ambalaj türleri ve adetleri detaylı olarak Tablo 5.2'de verilmiştir



**Tablo 5.1. 2014 Yılında Tekirdağ İlçelerinde Kullanılan Tarımsal İlaç (Pestisit) Miktarları**

2014 YILI TEKİRDAĞ İLİ İLAÇ SATIŞLARI												
	SÜLEYMANPAŞA	ÇERKEZKÖY	ÇORLU	HAYRABOLU	M.EREĞLİSİ	MALKARA	MURATLI	SARAY	ŞARKÖY	KAPAKLI	ERGENE	TOPLAM
AKARİSİT	34,900	52,000	102,250	63,000	48,750	38,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	339,400
DİĞER	40,000		354,000	20,000	67,000		2,000					483,000
FUNGUSİT	25069,900	1290,000	46871,500	27148,800	4235,850	21778,700	3822,000	5629,000	14281,500	0,000	4118,000	154245,250
HERBİSİT	39112,211	4575,419	34170,578	31796,797	7857,648	30517,419	5442,453	10837,663	1849,200	0,000	5066,614	171226,002
İNSEKTİSİT	4542,450	149,000	2860,60	752,100	926,800	2320,100	217,900	538,050	4898,750		430,800	17636,550
RODENTİSİT- MOLLUSİSİT	202,000	0,000	139,800	0,000	35,000	0,000	0,000	0,000	108,000	0,000	0,000	484,800
<b>TOPLAM (kg/L)</b>	<b>69001,461</b>	<b>6066,419</b>	<b>84498,728</b>	<b>59780,697</b>	<b>13171,048</b>	<b>54654,719</b>	<b>9484,353</b>	<b>17004,713</b>	<b>21137,450</b>	<b>0,000</b>	<b>9615,414</b>	<b>344415,002</b>

**Tablo 5.2. 2015 Yılında Tekirdağ İlçelerinde Kullanılan Tarımsal İlaç (Pestisit) Miktarları**

2015 YILI TEKİRDAĞ İLİ İLAÇ SATIŞLARI												
	SÜLEYMANPAŞA	ÇERKEZKÖY	ÇORLU	HAYRABOLU	M.EREĞLİSİ	MALKARA	MURATLI	SARAY	ŞARKÖY	KAPAKLI	ERGENE	TOPLAM (kg/İl)
AKARİSİT	235,300	3,500	0,000	566,500	40,000	13,400	390,000	0,000	14,500	0,000	0,000	1263,200
DİĞER	691,000	0,000	151,600	128,200	0,000	0,000	691,000	0,000	0,000	0,000	110,000	1771,800
FUNGUSİT	98878,350	1470,100	61276,650	29787,900	4606,300	28769,800	14004,900	8531,000	9386,750	0,000	3536,000	260247,750
HERBİSİT	75291,047	4381,878	63103,000	42915,246	6309,016	23458,941	10177,470	11970,276	2801,650	0,000	5499,646	245908,170
İNSEKTİSİT	11117,750	461,600	4266,25	1103,950	1141,500	1688,200	4241,430	346,000	2690,050	0,000	443,100	27499,830
RODENTİSİT- MOLLUSİSİT	227,000	0,000	5,500	310,500	24,750	0,000	63,000	0,000	13,500	0,000	0,000	644,250
<b>TOPLAM (kg/L)</b>	<b>186440,447</b>	<b>6317,078</b>	<b>128803,000</b>	<b>74812,296</b>	<b>12121,566</b>	<b>53930,341</b>	<b>29567,800</b>	<b>20847,276</b>	<b>14906,450</b>	<b>0,000</b>	<b>9588,746</b>	<b>537335,000</b>

**Tablo 5.3. 2016 Yılında Tekirdağ İlçelerinde Kullanılan Tarımsal İlaç (Pestisit) Miktarları**

2016 YILI TEKİRDAĞ İLİ İLAÇ SATIŞLARI												
	SÜLEYMANPAŞA	ÇERKEZKÖY	ÇORLU	HAYRABOLU	M.EREĞLİSİ	MALKARA	MURATLI	SARAY	ŞARKÖY	KAPAKLI	ERGENE	TOPLAM (kg/lt)
AKARİSİT	74,000	5,000	8,100	59,000	30,000	20,750	0,000	0,000	27,750	0,000	0,000	224,600
DİĞER	845,200	0,000	208,400	672,400	0,000	37,000	0,000	0,000	0,000	0,000	326,000	2089,000
FUNGUSİT	91654,900	626,450	44549,450	44783,350	3447,300	34823,100	6079,800	11193,000	8989,800	0,000	4458,900	250606,050
HERBİSİT	83350,555	3271,535	42430,621	53786,909	7463,200	32943,709	7751,150	26412,536	3575,700	0,000	7063,990	268049,905
İNSEKTİSİT	12196,800	248,450	3327,10	5513,650	465,350	2359,400	95,300	590,400	4492,000	0,000	1184,000	30472,450
RODENTİSİT- MOLLUSİSİT	584,000	0,000	42,000	202,500	0,000	0,000	0,000	0,000	59,500	0,000	0,000	888,000
<b>TOPLAM (kg/L)</b>	<b>188705,455</b>	<b>4151,435</b>	<b>90565,671</b>	<b>105017,809</b>	<b>11405,850</b>	<b>70183,959</b>	<b>13926,250</b>	<b>38195,936</b>	<b>17144,750</b>	<b>0,000</b>	<b>13032,890</b>	<b>552330,005</b>

**Tablo 5.4.2014, 2015, 2016 Yılları Arasında Kullanılan Pestisitlerin Ambalaj Türleri ve Adetleri**

2014, 2015 ve 2016 Yıllarında Tekirdağ İlinin Tüm İlçelerinde (Merkez Dahil) Kullanılan Pestisitlerin Ambalaj Türlerine Göre Dağılımı				
Ambalaj türü	2016 Adedi	2015 Adedi	2014 Adedi	Boyutu
Teneke	0	896	2.185	5 L
Teneke	0	12	62	10 L
Teneke	85	287	156	17 L
Kutu	110.331	122.332	75.325	0,033 - 1 L Arası
Kutu	8.185	5.052	2.546	1,25 – 10 L Arası
Kutu	0	167	147	>10 L
Plastik	324.896	350.739	231.066	0,05 – 1 L Arası
Plastik	40.422	34.343	15.968	2 – 10 L Arası
Plastik	0	330	225	>10 L
<b>Genel Toplam</b>	<b>483.919</b>	<b>514.158</b>	<b>327.680</b>	

Tablo 5.5.Ambalaj Adetleri

	2016		2015		2014	
	AMBALAJIN					
CİNSİ	BÜYÜKLÜĞÜ (kg/lt)	ADEDİ	BÜYÜKLÜĞÜ (kg/lt)	ADEDİ	BÜYÜKLÜĞÜ (kg/lt)	ADEDİ
TENEKE	5	0	5	896	5	2185
	10	0	10	12	10	62
	17	85	17	289	17	156
KUTU	0,033	29185	0,033	38300	0,033	18644
	0,04	0	0,04	432	0,04	0
	0,05	4592	0,05	8373	0,05	5106
	0,08	0	0,08	20	0,08	0
	0,1	27044	0,1	21452	0,1	14262
	0,15	15845	0,15	20524	0,15	12472
	0,2	1353	0,2	2386	0,2	1311
	0,25	130	0,25	298	0,25	405
	0,3	1704	0,3	606	0,3	226
	0,4	7869	0,4	8470	0,4	6632
	0,45	4	0,5	4020	0,5	2857
	0,5	4566	0,53	249	0,53	0
	0,6	1832	0,6	2478	0,6	1189
	0,75	351	0,75	380	0,75	165
	0,8	9870	0,8	10725	0,8	8828
	1	5986	1	3619	1	3228
	1,25	10	1,25	32	1,25	10
	2	0	2	130	2	5
	2,5	0	2,5	0	2,5	5
	3	4093	3	4278	3	1168
	4	166	4	416	4	158
	5	3916	5	293	5	259
	9	0	9	7	9	395
10	0	10	58	10	426	
18	0	18	4	18	0	
20	0	20	4	20	27	
25	0	25	159	25	110	
50	0	50	0	50	10	
PLASTİK	0,05	150	0,05	17	0,05	48
	0,1	5557	0,1	8284	0,1	2908
	0,2	14352	0,2	17405	0,2	6046
	0,25	9526	0,25	19915	0,25	8113
	0,3	166	0,3	111	0,3	126
	0,4	1034	0,4	1659	0,4	691
	0,5	22987	0,5	28136	0,5	15969
	0,75	10	0,75	0	0,75	0
	0,8	990	0,8	209	0,8	0
	0,9	0	0,9	6	0,9	0
	1	270124	1	275003	1	197165
	2	57	2	0	2	0
	3	25	3	0	3	0
	5	40340	5	34100	5	15968
	10	0	10	243	10	0
	20	0	20	206	20	224
	25	0	25	114	25	1
50	0	50	10	50	0	

## 5.2.2 Gübre Kullanımı

Tekirdağ iline bağlı (merkez ilçesi dahil) tüm ilçelerde 2016 yılında kullanılan gübre miktarları ve türleri ilçeler bazında Tablo 5.6'da verilmiştir. Ayrıca ilçeler bazında kullanılan toplam gübre miktarları ve oluşan torba sayıları Tablo 5.7'de özetlenmiştir. Tablo 857 incelendiğinde yılda 202 milyon 552 bin kg gübre kullanıldığı görülmektedir. Tekirdağ ilinde tarla bitkileri ve sebzeçilikten gübre kullanıldığı düşünülürse; 3 milyon 674 bin 605 dekar tarla bitkileri, 45 bin 573 dekar sebzeçilik olmak üzere, toplam 3 milyon 720 bin 178 dekar alanda gübre kullanılmaktadır. Bu duruma göre, tarla bitkileri ve sebzeçilikte dekar başına, 54,4 kg Avrupa gübresi kullanıldığı görülmektedir.

İlçeler bazında gübrelemeler esnasında ortaya çıkan gübre torbaları, pestisit ambalaj kapları ile birlikte toplanıp bertaraf edilmesi gerekmektedir. Gübre torbaları, pestisit ambalaj atıkları kadar tehlikeli atık olmadıklarından tüketiciler tarafından kullanılmaktadırlar. Ancak gübre torbaları çevre kirliliği oluşturmamaları için, pestisit ambalaj atıklarından ayrı bir şekilde toplanıp bertaraf edilmeleri gerekmektedir.

**Tablo 5.6.**Tekirdağ İli 2016 Yılı İlçelere Göre Gübre Kullanım Miktarları

GÜBRE CİNSİ	AS (%21f)	CAM (%20f)	AİF (%33f)	ÜRE (%46f)	TSP	DAF (1E.460)	20200	20200 +5n	151515	151515 +5n	1525.15	201010
ÇERKEZKÖY	0	742.000	99.000	1.040.950	2.000	1.500	504.550	0	349.700	0	40.950	0
ÇORLU	1.074.850	4.534.600	925.250	7.443.340	0	798.150	3.979.000	411.050	1.515.000	72.000	0	0
ERGENE	19.000	1.861.500	212.150	3.809.706	0	165.700	1.748.750	291.290	502.600	167.000	0	750
HAYRABOLU	1.720.200	3.013.885	2.388.090	11.904.450	14.750	1.185.850	5.049.400	281.100	14.59.450	560.100	66.600	0
KAPAKLI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.EREĞLİSİ	130.850	1.995.125	452.050	2.468.550	3.550	682.600	797.950	550	248.200	40.550	0	0
MALKARA	1.325.800	3.883.850	1.471.000	13.402.500	10.350	1.062.900	8.256.100	981.850	14.16.520	644.050	0	0
MURATLI	1.515.450	5.725.100	1.290.000	13.751.250	0	1.162.150	7.110.150	90.650	1.635.650	0	0	0
S.PAŞA	1.866.153	8.837.450	2.280.050	21.058.950	43.350	2.133.650	10.823.420	972.800	3.927.900	181.850	211.950	0
SARAY	92.400	2.656.450	485.950	0	20.450	365.200	2.607.600	391.550	1.122.750	134.959	23.700	0
ŞARKÖY	468.100	484.800	247.350	1.232.150	63.100	252.700	483.200	160.850	96.700	415.950	0	0
<b>TOPLAM</b>	<b>8.012.803</b>	<b>33.734.760</b>	<b>9.850.890</b>	<b>76.111.846</b>	<b>157.550</b>	<b>7.809.800</b>	<b>41.360.120</b>	<b>3.581.690</b>	<b>12.273.870</b>	<b>2.216.459</b>	<b>343.200</b>	<b>750</b>

GÜBRE CİNSİ	10.15.25 - 10.25.5- 13.25.5 (EKİN - S.EKİN)	20.32.0 + Zn	26.13.0 23.12.9- A.ÇİÇEK 20.10.0	10.25.20	18.24.12 + Zn	8.24.24	16.20.0	12.20.12	16.0.0	P-SULFAT	P-NİTRAT	MAP 12.61.0	K. NİT 15.5+26.5	T OPLAM
ÇERKEZKÖY	1.500	0	3.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.785.650
ÇORLU	105.000	145.000	59.000	0	0	0	405.900	0	0	0	125	0	0	21.468.265
ERGENE	255.900	72.500	56.450	0	0	0	0	30.700	0	0	0	0	0	9.193.936
HAYRABOLU	606.550	250	221.000	7.000	0	0	0	0	0	0	225	450	8.200	28.486.550
KAPAKLI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.EREĞLİSİ	199.200	233.000	67.500	50.550	3.500	0	0	0	0	50	0	0	0	7.373.775
MALKARA	898.715	15.350	521.700	0	0	196.400	0	0	0	0	0	0	0	34.086.485
MURATLI	190.150	392.600	127.200	0	0	20.000	0	25.175	7.700	0	25	0	0	32.843.250
S.PAŞA	366.850	631.600	368.900	0	62.200	0	27.680	9.050	206.630	4.025	21.275	3.500	3.150	54.041.783
SARAY	111.600	50.100	64.750	0	0	0	0	7.350	0	0	0	0	0	8.134.809
ŞARKÖY	46.550	400	0	0	164.250	650	0	0	0	17.725	3.825	0	0	4.138.300
<b>TOPLAM</b>	<b>2.781.015</b>	<b>1.540.800</b>	<b>1.490.000</b>	<b>57.550</b>	<b>229.950</b>	<b>217.050</b>	<b>433.580</b>	<b>72.275</b>	<b>214.330</b>	<b>21.800</b>	<b>25.475</b>	<b>3.950</b>	<b>11.350</b>	<b>202.552.803</b>

**Tablo 5.7.**2016 Yılında Tekirdağ İline Bağlı İlçeler Bazında Toplam Gübre Kullanımları Ve Oluşan Gübre Torbası Sayıları

İlçe Adı	Toplam Gübre Kullanımı (kg)	Oluşan Toplam Torba Sayıları (adet)
Çerkezköy	2.785.650	55.713
Çorlu	21.468.265	429.365
Ergene	9.193.936	183.878
Hayrabolu	28.486.550	569.731
Kapaklı	-	-
Marmara Ereğlisi	7.373.775	147.475
Malkara	34.086.485	681.729
Muratlı	32.843.250	656.865
Süleymanpaşa	54.041.783	1.080.835
Saray	8.134.809	162.696
Şarköy	4.138.300	82.766
<b>Toplam</b>	<b>202.552.803</b>	<b>4.051.053</b>

Pestisit ve gübre ambalaj atıklarının türlerine göre uzaklaştırma, toplama ve bertarafına yönelik geliştirilen “Sistem Önerisi” aşağıda verilmiştir.

### 5.3.TEKİRDAĞ İLİ BİTKİ KORUMADA KULLANILAN İLAÇ (PESTİSİT) VE GÜBRE AMBALAJ ATIKLARININ TOPLAMA, UZAKLAŞTIRMA VE BERTARAFINA YÖNELİK “ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ” NE GÖRE SORUMLULUK BELİRLEME

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2 Nisan 2015 tarihinde yürürlüğe giren “ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ”nin Amaç Bölümünde ;

“Bu Yönetmeliğin amacı;

- a) Atıkların oluşumundan bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetiminin sağlanmasına,
- b) Atık oluşumunun azaltılması, atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollar ile doğal kaynak kullanımının azaltılması ve atık yönetiminin sağlanmasına,
- c) Çevre ve insan sağlığı açısından belirli ölçütlere, temel şart ve özelliklere sahip, bu Yönetmeliğin kapsamındaki ürünlerin üretimi ile piyasa gözetimi ve denetimine, ilişkin genel usul ve esasların belirlenmesidir” demektedir.

Kapsam Bölümünde ise;

ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ”nin EK -4 atık listesinde verilen atıkları kapsamaktadır. Bitki korumada kullanılan pestisit ve gübre ambalaj atıkları bu yönetmeliğin EK-4 listesinde “150110\* kodlu “Tehlikeli Maddelerin Kalıntılarını İçeren yada tehlikeli maddelere Kontamine olmuş ambalaj atıklarını (A)” olarak tanımlanmaktadır.

Bilindiği gibi pestisitler haşere öldürmeye yarayan maddelerdir. Gübreler de kimyasal maddelerdir ve uzun süre temas edildiğinde tahriş ederler. Bu maddeler “Atık Yönetimi Yönetmeliğinde” tehlikeli atık olarak tanımlanan “Tehlikeli atık: Ek-3/A’da yer alan tehlikeli özelliklerden birini ya da birden fazlasını taşıyan, Ek-4’te altı haneli atık kodunun yanında yıldız (\*) işareti bulunan atıkları,” içine girmektedir. Ek-3/A’da yer alan tehlikeli özelliklerden birini ya da birden fazlasını taşıyan aşağıda belirtilen özellikleri taşımaktadır. Bu nedenle pestisit ve gübre ambalaj atıkları Ek-4’te tehlikeli atık olarak sınıflandırılmakta ve bertaraf edilmektedir.

#### **H4 Tahriş edici**

Deri ile ya da balgam membranı ile ani, uzun süreli ya da tekrar eden temaslar halinde yanığa sebebiyet verebilen, aşındırıcı olmayan maddeler ve karışımlar.

#### **H5 Zararlı**

Solunduğu veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde belirli bir sağlık riski içeren maddeler ve karışımlar.

#### **H6 Toksik**

Solunduğunda veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde, sağlık yönünden ciddi, akut veya kronik risk oluşturan ve hatta ölüme neden olan madde ve karışımlar.

#### **H7 Kanserojen**

Solunduğunda veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde, kansere yol açan veya etkisinin artmasına neden olan madde ve karışımlar.

#### **Şekil 10.3.** Ek-3/A’da yer alan tehlikeli özelliklerin açıklanması

‘Atık Yönetimi Yönetmeliğine göre, pestisit ve gübre ambalaj atıkları 150110 kodlu tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelere kontamine olmuş ambalaj atıkları olarak tanımlanmakta ve aynı yönetmeliğin Ek-4 listesine girmektedir. Bu nedenle pestisit ve gübre ambalaj atıklarının bertarafı da Ek-4 listesine giren maddelerin bertarafı gibi, aynı yönetmelik gereği bertaraf edilmesi gerekmektedir.

## 5.4.TEKİRDAĞ İLİ BİTKİ KORUMADA KULLANILAN İLAÇ (PESTİSİT) VE GÜBRE AMBALAJ ATIKLARININ TOPLAMA, UZAKLAŞTIRMA VE BERTARAFINA YÖNELİK SİSTEM ÖNERİSİ

### Önerilen Sistemin Amacı;

- Tekirdağ ili ve ilçelerinden kaynaklanan “Tarım Üretim Faaliyetleri Sırasında Kullanılan Pestisit (ilaç) ve Gübre Ambalaj Atıklarının oluşumundan bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetiminin sağlanması,
- Pestisit ve Gübre Ambalaj Atık oluşumunun azaltılması, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollarla doğal kaynak kullanımının azaltılması, Pestisit ve Gübre Ambalaj atık yönetiminin sağlanmasıdır

### Önerilen Sistemin Kapsamı;

Tekirdağ ili ve ilçelerinden kaynaklanan “Tarım Üretim Faaliyetleri Sırasında Kullanılan ilaç, gübre ve Pestisit atıklarının ambalajları olan ve“**Atık Yönetimi Yönetmeliği, EK -4** ” listesinde

**150110\*** kodlu “**Tehlikeli Maddelerin Kalıntılarını içeren yada tehlikeli maddelere Kontamine olmuş ambalaj atıklarını (A)**” sınıfında değerlendirilen atıkların türüne göre uzaklaştırma, toplama ve bertaraf edilmesini kapsamaktadır.

### Atık Kodu Açıklamaları

“**Atık Yönetimi Yönetmeliği**” Ek-1 atık listesinde altı haneli atık kodlarının yanında yer alan işaretlerin açıklamaları aşağıdaki şekildedir;

**Yıldız (\*) işareti:** Altı haneli atık kodunun yanında yıldız (\*) işareti bulunan atıklar tehlikeli atıklardır.

**(A) işareti:** Altı haneli atık kodu hizasında “Açıklama” sütununda yer alan işaret atığın kesin tehlikeli atık olduğunu belirtir. Bu şekilde işaretlenmiş olan atıklar analiz yapılmaksızın kesin tehlikeli olarak sınıflandırılır.



## Görev, Yetki ve Yükümlülükler

2 Nisan 2015 tarihinde yürürlüğe giren ‘Atık Yönetimi Yönetmeliği’ görevi yetki ve yükümlülükler bölümünde Ek-4 listesinde olan atıkların bertarafı için Büyükşehir Belediyeleri, Büyükşehir İlçe Belediyeleri, İl, İlçe ve Belde Belediyelerine verilen görev ve yetkiler aşağıda sunulmuştur;

### 5.4.1. Belediyelerin Görev ve Sorumlulukları:

- a) Atıkların yönetimi kapsamında, “**Atık Yönetimi Yönetmeliği,**” sorumluluk verilen taraflarla birlikte bilinçlendirme ve eğitim faaliyetleri yapmak veya katkıda bulunmakla,
- b) Atık yönetimi ile görevli personelin periyodik olarak eğitimini sağlamakla, sağlık kontrolünden geçirmekle, mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması ve organizasyonunun yapılması ile gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapmakla ve diğer koruyucu, önleyici tedbirleri almakla,
- c) Yönetiminden sorumlu olduğu atıkların taşınmasında kullandıkları araçların kaydını tutmakla, araç takip sistemi kurmakla ve talep edilmesi halinde kayıtları Bakanlığa ve il müdürlüğüne sunmakla, yükümlüdürler.

### 5.4.2 Büyükşehir Belediyeleri;

- a) Bu maddenin birinci fıkrasında belirtilen hükümlere uymakla,
- b) Yönetiminden sorumlu olduğu atıkların oluşumunun önlenmesi ve atık azaltımını da içeren atık yönetim planlarının ilçe belediyeleri ile hazırlanmasını koordine etmek, Bakanlığa sunmak ve bu plan doğrultusunda çalışmaların yürütülmesini sağlamak, gerekli önlemleri almakla,
- c) İlçe belediyeleri tarafından bu Yönetmelik kapsamında yürütülen çalışmalarda koordinasyonu sağlamak ve desteklemekle,
- ç) Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümleri kapsamında değerlendirilen tesisleri imar planına işlemekle,
- d) Yönetiminden sorumlu olduğu atıkların yetkili olmayan kişiler tarafından aktarma istasyonundan taşınmasını ve işlenmesini önlemek amacıyla gerekli tedbirleri almakla, yükümlüdürler.

### 5.4.3 Büyükşehir İlçe Belediyeleri;

- a) Bu maddenin birinci fıkrasında belirtilen hükümlere uymakla,
- b) Yönetiminden sorumlu olduğu atıkların oluşumunun önlenmesi ve atık azaltımını da içeren atık yönetim planlarını hazırlamak, Bakanlığa sunmak, bu plan doğrultusunda çalışmalarını yürütmek ve gerekli önlemleri almakla,
- c) Büyükşehir belediyesinin atık yönetim planlarının hazırlanmasına katkı sağlamakla,
- ç) Belediye atıkları ile ilgili mevzuat kapsamında yönetiminden sorumlu olduğu atıkları kaynağında ayrı toplamak/toplattırmakla, aktarma istasyonuna taşımakla ve ikili toplama sistemi ile atık getirme merkezi kurmak/kurdurtmakla, toplanan atıklara ilişkin bilgi ve belgeleri Bakanlığa sunmakla,
- d) Yönetiminden sorumlu olduğu atıkların yetkili olmayan kişiler tarafından toplanmasını, taşınmasını ve işlenmesini önlemek amacıyla gerekli tedbirleri almakla, yükümlüdürler.

## 5.5.ATIK ÜRETİCİSİNİN VE ATIK SAHİBİNİN YÜKÜMLÜLÜKLERİ VE YAPMASI GEREKENLER

### 5.5.1 Zirai Mücadele İlaç Uygulaması Sonrasında Yapılması Gerekenler

- İlaç uygulamasında kullanılan makine ve teçhizat temizlenmeli ve düzgün çalıştığı kontrol edilmelidir.
- Kullanılmayan veya bitmemiş ilaçlar ambalajlarının hasar görmemiş ve kapalı olduğu kontrol edildikten sonra ilaç depo veya dolabına kaldırılmalı ve kilit altına alınmalıdır.
- İlaçlama sırasında kullanılan koruyucu giysi ve ekipmanlar temizlenmeli ve temizlenmiş olsa dahi başka bir amaçla kullanılmamalıdır.
- İlaçlama sırasında el, yüz, kol ve ayaklar sabun ile yıkanmalı ve sonrasında duş alınmalıdır.
- İlaçlama yapılan alana ilaçlama yapıldığını belirten uyarı levhaları asılmalıdır.
- İlaçlama alanına başta çocuklar olmak üzere insanların ve hayvanların girmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.
- İlaçlama yapılan alanlardaki ürünlerden ilaçlama sonrasında uyulması gereken bekleme süresi dolmadan kesinlikle yenmemeli ve yenmesine izin vermemelidir.
- İlaçlama sonrasında uyulması gereken süre dolmadan kesinlikle ürün hasadı yapılmamalıdır.

### 5.5.2.Boş Zirai Mücadele İlaç ve Gübre Ambalaj Atıklarının Temizlenmesi ve Bertarafında Yapılması Gerekenler

- İlaç hazırlama işleminde, ilaç tanka döküldükten sonra boş ilaç ambalajı üç kere bol ve basınçlı su ile çalkalanmalı ve çalkalama suyu da tanka dökülmelidir.
- Üç kere çalkalanarak (üçlü yıkama işlemi) temizlenen ambalajların içinde ilaç kalıntısı kalıp kalmadığı kontrol edilmeli kalıntı varsa çalkalama işlemi tekrarlanmalıdır.
- Boş ilaç ambalaj atıkları temizlendikten sonra ilaç ambalajlarının toplanması amacı ile yapılmış toplama ünitelerine bırakılmalıdır.

- Boş ilaç ambalajları, dere, kuyu, tarla ve evsel atıklar için kullanılan çöp bidonlarına kesinlikle atılmamalıdır.
- Boş ilaç ambalajları kesinlikle yakılmamalıdır.
- Boş ilaç ambalajları temizlenmiş olsa dahi içlerine yiyecek, içecek veya temizlik malzemesi koyularak kullanılmamalıdır.

## 5.6. PESTİSİT VE GÜBRE AMBALAJ ATIKLARININ TOPLANMASINI VE BERTARAFINA YÖNELİK “ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİNE” GÖRE SORUMLU MAKAM VE BİREYLERİN BELİRLENMESİ ÖNERİSİ

Bu önermenin “Yetki ve Sorumluluk Bölümünde” açıklandığı gibi,

### Büyükşehir Belediyeleri;

a) Yönetiminden sorumlu olduğu atıkların oluşumunun önlenmesi ve atık azaltımını da içeren atık yönetim planlarının ilçe belediyeleri ile hazırlanmasını koordine etmek, Bakanlığa sunmak ve bu plan doğrultusunda çalışmaların yürütülmesini sağlamak, gerekli önlemleri almakla,

b) İlçe belediyeleri tarafından bu Yönetmelik kapsamında yürütülen çalışmalarda koordinasyonu sağlamak ve desteklemekle,

sorumlu oldukları belirtilmektedir.

Ayrıca sorumluluğu yerine getirebilmesi için eylem planları hazırlamalı ve Büyükşehir İlçe Belediyesi Başkanlıkları ile birlikte uygulamaları gerektiği ifade edilmektedir.

### Büyükşehir İlçe Belediyeleri;

a) Büyükşehir belediyesinin atık yönetim planlarının hazırlanmasına katkı sağlamakla,

b) Belediye atıkları ile ilgili mevzuat kapsamında yönetiminden sorumlu olduğu atıkları kaynağında ayrı toplamak/toplattırmakla, aktarma istasyonuna taşımakla ve ikili toplama sistemi ile atık getirme merkezi kurmak/kurdurtmakla, toplanan atıklara ilişkin bilgi ve belgeleri Bakanlığa sunmakla,

sorumludur denilmektedir.

Büyükşehir İlçe Belediyeleri bu sorumluluğu yerine getirebilmesi için hem Büyükşehir belediyesi ile, hem de ilçe hudutları içinde bulunan muhtarlıklarla iş birliği yaparak eylem planlarını hazırlamalıdır. Tüm Köyleri içine alan eylem planları yapıldıktan sonra, muhtarlarla birlikte çiftçiler bilinçlendirilmeli ve uygulamaya geçilmelidir.

## 5.7. PESTİSİT VE GÜBRE AMBALAJ ATIKLARININ TOPLANMASI VE BERTARAFINI KOLAYLAŞTIRABİLECEK ÖNERMELER

### 5.7.1 Boş Tarım İlacı Ambalajlarının Doğaya Atılmasının Engellenmesi,

- Ambalajlar için köy merkezlerinde toplama merkezleri kurulmalıdır. Kurulan bu merkezlere çiftçiler boş zirai ilaç ambalajlarını 3 defa yıkayarak bu merkezlere götürülmelidirler.
- Üreticiler sattıkları zirai ilaçların boş ambalajlarını geri toplamakla yükümlü hale getirilmelidir. Aynı şekilde çiftçilere kullandıkları zirai ilaçların boş ambalajlarını geri getirmemeleri halinde yeni zirai ilaç verilmesi yasaklanmalıdır.
- İlkokul seviyesinden başlayıp tüm halk zirai ilaç ambalajlarının zararları konusunda bilinçlendirilmelidir.
- Köylerde, kahvehanelerde, tarla kıyılarında ve buna benzer çiftçilerin yoğun olarak bulunduğu yerlerde uyarıcı ve bilinçlendirici panolar bulundurulmalıdır.

### 5.7.2 Cezai Uygulamalar Getirilmesi

- İhbar hattı kurulmalı ve bu tür yanlış uygulamalar yapanların tespit edilmesinde halktan destek alınmalıdır.
- Avrupa ülkeleri ve diğer gelişmiş ülkelerde örnekleri mevcut olup cezai uygulama eğer sıkı takibat ile desteklenirse kesinlikle çözüm olacaktır.
- Zirai ilaç alan bir çiftçiye boş ambalajı götürmediği takdirde yeni ilaç verilmemelidir. Boş ambalajları da üretici firmalar yeniden kullanım ve geri dönüşümle bertaraf etmelidirler.

### 5.7.3.Zirai İlaç Ambalajlarının Bertaraf Sorumluluğunun Getirilmesi,

- Üretici firmalar yasal yönetmeliklerle ürettiği zirai ilaç ambalajlarını belli bir miktarını bertaraf etmekle yükümlü tutulmalıdırlar.
- Bakanlıkların denetiminde özel şirketler yapmalıdırlar.
- Sorumluluk Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın olmalıdır.
- Belediyeler ve üretici firmalar ortaklaşa yapacakları bir çalışma ile boş zirai ilaç ambalajlarını bertaraf etmelidirler.

### 5.7.4.Zirai İlaç Ambalajlarının Toplanması İçin En Uygun Yöntemin Belirlenmesi

- Köylerde zirai ilaç pazarlama, hazırlama ve toplama tesisleri kurulmalıdır. Bu tesislerde ziraat mühendisleri bulunmalı ve bu tesislerde zirai ilaç satışı yapılmalıdır. Yine bu tesislerde zirai ilaç hazırlama üniteleri, boş zirai ilaç toplama üniteleri ve ilkyardım üniteleri bulunmalıdır.
- Zirai ilaç satan bayilerin depozito ile boş zirai ilaç ambalajlarını geri toplaması desteklenmelidir..
- Köy merkezlerinde zirai ilaç ambalajları için uygun toplama kafesleri yapılmalıdır. Bu kafeslerin denetimi ve ambalajların toplanması belediyeler tarafından yapılmalıdır.

### 5.7.5.Zirai İlaç Ambalajlarının En Etkili Şekilde Toplanmasının Planlanması

- Boş zirai ilaç ambalajlarının zararlarını anlatan eğitimler yapılmalı, bildiriler hazırlanmalı ve çiftçiler boş zirai ilaç ambalajlarının zararlı olduğuna inandırılmalıdırlar.
- Televizyon ve internet reklamcılığı yoğun olarak kullanılmalıdır.
- Çiftçiyi ikna edici kampanyalar ve etkinlikler düzenlenmelidir.

## 5.7.6.Boş Zirai İlaç Ambalajlarının Toplanıp Bertaraf Edilmemesinin Finansal Kaynağın Sağlanması

Atık Yönetimi Yönetmeliği, bu işin sorumluluğunu “**Büyükşehir İlçe Belediyelerine**” bırakmıştır. Büyükşehir Belediyeleriyle birlikte bu sorun çözümlenmelidir.



## 5.8.TEKİRDAĞ İLİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ HUDUTLARI İÇİNDE PESTİSİT AMBALAJ ATIKLARININ TOPLAMA VE BERTARAFINA YÖNELİK UYGULAMALAR ( TEKİRDAĞ İLİ MURATLI İLÇESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ)

Tekirdağ İli Muratlı İlçesi “Tarım Gıda ve Hayvancılık Müdürlüğünün” tarım koruma ilacı ambalajlarının bertarafına yönelik yapılan çalışmalar ve ambalaj atığı toplama fotoğrafları aşağıda sunulmuştur.

Ülkemizde pestisit ve gübre ambalaj atıklarının toplanması ve bertarafı ‘**Atık Yönetimi Yönetmeliği**’ çerçevesinde ele alınmasına rağmen, günümüzde bu yönetmeliğin yeterince uygulanmadığı görülmektedir. Bu yönetmelikte, pestisit kapları gibi atıkların imalatçı firma tarafından geri dönüşünün sağlanmasını vurgulamasına rağmen pratikte bu gerçekleşmemektedir.

Muratlı ilçemizde 70-80 ton pestisit kullanılmaktadır. İlçemizdeki pestisit kullanıcıların ambalaj değerlendirme yöntemine yönelik görüşleri sorulduğunda; rastgele çevreye bırakma, yakarak imha, toprağa gömme, işletmede kullanma, evsel atıklarla çöpe atma şeklinde beyanlarda bulunmaktadırlar. Çiftçilerimizin büyük bir çoğunluğu, rastgele çevreye bırakma veya yakarak imha şeklinde görüş bildirmişlerdir. Bu kesimin büyük bir çoğunluğu ambalaj kutularını atabilecekleri bir konteynir olursa, yakma, gömme ve rastgele atma gibi faaliyetlerde bulunmayacaklarını, yine bir kısım üreticide kendilerine bir depozit ödenirse ambalajlarını iade edebileceklerini belirtmişlerdir. Perakendecilerle yapılan görüşmelerde; üreticilerin bir bedel karşılığı boş ambalajları toplama noktalarına bırakabileceklerini, buna rağmen mutlaka iadenin yasal zorunlu olması gerektiğini savunmuşlardır. Genellikle poliüretan plastikten imal edilen ve yaygın olarak kullanılan 1 litre kapasiteli ambalajların boş ağırlığının yaklaşık 100- 150 gr olduğu düşünüldüğünde ve kullanılan pestisitlerin %80-90 oranında plastik ambalajlarda satıldığı gerçeği de göz önüne alındığında çevrenin nasıl bir kirlilikle karşı karşıya kaldığı ortaya çıkmaktadır.

Bu olumsuzlukları ortada kaldırmak için; pestisit ambalajları konusunda paydaşların bir an önce bir araya gelmesi, sadece pestisit ambalajlarının yönetiminden sorumlu bir kurumun oluşturulması, Pestisit İmalat ve İthalat Sektörünün Tehlikeli Ambalaj Yönetmeliğine uygun şekilde bertaraf etme görevini üstlenmeleri ve başlangıçta özellikle tüketici olan üreticilere bazı teşviklerin sunulması gibi çalışmalara vakit geçirmeden başlanması önem arz etmektedir. İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü olarak; ilçe tarımında verimliliği, kalitenin, sürdürülebilirliğin yanı sıra insan sağlığının doğal denge ve çevrenin korunmasıyla mümkün

olacağı bilinciyle İlçe Ziraat Odası Başkanlığının katkılarıyla ‘ ‘BOŞUNU GETİR, DOLUSUNU GÖTÜR” sloganıyla Boş Zirai İlaç Ambalaj Toplama Projesine 2013 yılında başlanmıştır. Projenin eğitim ayağının yanı sıra projeyi daha cazip hale getirerek üreticilerin dikkatini çekmek için 5-10 boş plastik ambalaj kutusu getiren üreticiye bir adet genellikle ot ilacı İlçe Ziraat Odası Başkanlığı katkılarıyla verilmiştir. 2013 yılında 5.000 adet plastik ambalaj toplanmış olup geçen süre içinde yapılan eğitim ve yayımlar nedeniyle bilinçlenen üreticilerimizin bu hassas konuya daha duyarlı olduklarını 2014 yılında yaklaşık 12.000 adet pestisit ambalaj atıkları toplanmıştır. 2014 yılı içinde de ilçemizde faaliyet gösteren firmaların desteği ile boş plastik kutu getiren üreticiye dolusunu vererek ödüllendirme çalışmasına devam edilmiştir.

İlçemiz köy ve mahallelerinde yapılan eğitim çalışmalarına gündüz ve gece devam edilmiş olup 2015 yılı ilaçlama döneminde yaklaşık 20.000 adet plastik zirai mücadele pestisit kutusu toplanmıştır. 2016 yılında ise 26.000 adet pestisit kutusu toplanarak (2900 kg. plastik) doğaya atılarak çevrenin kirlenmesinin bir nebze olsa önüne geçilmiştir. 2015 ve sonraki yıllarda üreticilerin konunun önemini anladıkları düşüncesiyle plastik boş zirai ilaç kutusu getiren üreticilere hediye ilaç verme işleminden vazgeçilmiştir. Her yıl toplanan bu plastik kutular lisanslı bir firmaya teslim edilerek geri dönüşüme kazandırılmıştır. 2017 yılında halen depomuzda şu an itibariyle yaklaşık 25.000 adet plastik kutu olup, ilaçlama sezonu sonunda bu rakamın ilçemizde kullanılan pestisit kutusunun yarısı olan 35.000 adede ulaşacağı tahmin edilmektedir. Pestisit kutularının toplanmasında uygulanan yöntem örnek olması amacıyla aşağıdaki resimler verilmiştir (**MURATLI İLÇE GIDA, TARIM VE HAYVANCILIK MÜDÜRLÜĞÜ,2017**).





## 5.9. PESTİSİT VE GÜBRE AMBALAJ ATIKLARININ BERTARAFINA YÖNELİK NİHAİ ÖNERİLER

Tarımsal faaliyetlerin uygulama alanları doğrudan doğal çevre diye adlandırdığımız toprak ve su kaynakları ile iç içedir. Bundan dolayıdır ki tarımsal faaliyetler sırasında veya sonrasında oluşacak her türlü atık doğrudan toprak ve su kaynakları için tehdit oluşturmaktadır. Tarla ve bahçelerde üretim sırasında veya hasat sonrasında kalan bitki artıkları, sap, saman veya ağaç dalları gibi organik atıklar doğada zamanla yok olduğundan oluşturduğu kirlilik sınırlıdır. Ancak özellikle zirai ilaç kalıntıları ve boş zirai ilaç ambalajları gibi sentetik kirleticiler doğada kendiliğinden yok olmadığından, önemli bir kirletici unsur olmaktadır. Bundan dolayıdır ki bu atıkların yönetimi üzerinde titizlikle durulması gereken konuların başında gelmektedir.

Tarımsal faaliyetlerin uygulama alanlarının genişliği göz önünde bulundurulduğunda, zirai ilaç ambalajları gibi tehlikeli atıkların doğaya atıldıklarında çok gen iş bir alana yayıldığı ve tekrar toplanması gibi bir uygulamanın mümkün olmadığı açıktır. **Bu yüzden bu atıkların doğal çevreye atılmadan düzenli ve işlevsel bir yöntemle toplanması ve bertaraf tesislerine ulaştırılması gerekmektedir.**

Bu proje kapsamında, Tekirdağ iline bağlı tüm ilçelerde, 2014,2015 ve 2016 yıllarında, sırası ile 327 bin 680, 514 bin 158 ve 483 bin 919 adet irili ufaklı pestisit ambalaj atıkları oluştuğu tespit edilmiştir. Ayrıca 2016 yılında 202 bin ton gübre kullanılmış ve 4 milyon adet boş torba oluşmuştur.

Bu gereklilikten yola çıkılarak yapılan bu önerme, boş zirai ilaç ambalajları için ekolojik, ekonomik ve sürdürülebilir bir toplama ve bertaraf modeli ortaya koyulmasının, doğal çevre ve insan sağlığı açısından çok önemli bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca yine bu önermede, oluşturulacak toplama ve bertaraf modelinin uygulanabilirliğinin artırılmasının, zirai ilaçların birincil kullanıcısı olan çiftçiler, ilaçların satışını yapan işletmeler, ilgili kamu kurumları ve sivil toplum kuruluşları arasında konu ile ilgili bir çalışma ve bilgi ağı kurulması ile mümkün olacağı düşünülmektedir.

Bununla birlikte bilinçsiz ve ihtiyaçtan fazla ilaç kullanımı ve boş zirai mücadele ilaç ambalajlarının kontrolsüzce tarla ve yol kenarlarına veya evsel katı atıkları için kullanılan çöp konteynirlerine atılmasının konu ile ilgili sorunların odak noktasını oluşturduğu bilinmektedir.

Bu önerme sonucunda, yanlış pestisit kullanımının azaltılması ve boş pestisit ambalajları için ekolojik, ekonomik ve sürdürülebilir bir bertaraf modeli geliştirilip uygulanabilmesi için yapılması gerekenler aşağıda sunulmuştur.

- Tarımsal mücadele ilaçlarının yerinde ve doğru kullanımı ile ilgili bilgi düzeyinin artırılması,
- Gereksiz ve ihtiyaçtan fazla ilaç kullanımının önlenmesi ve böylece tarımsal girdilerin azaltılarak maliyetin düşürülmesi,
- Çiftçilerimize ilaçlama faaliyetleri sırasında ve sonrasında alınacak güvenlik tedbirleri hakkında bilgi verilmesi,
- Boş tarımsal mücadele ilaç ambalajları için sürdürülebilir bir toplama ve bertaraf modeli ortaya koyulması,
- Köylere boş tarım ilacı ambalajlarını toplamak amacıyla toplama istasyonları yapılması,
- Tehlikeli atık olarak nitelendirilen tarımsal ilaç ambalajlarının evsel katı atıklarla karışarak tehlikeli atık hacminin artmasının önüne geçilmesi,
- Yıllık 4 milyon adet mertebelerinde bulunan boş gübre torbalarının ayrı toplanması ve bertarafının sağlanması (Şenoğlu,2016)

## 6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Trakya Kalkınma Ajansı Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında desteklenen, "**Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Belirlenmesi**" konulu ve TR21/16/DFD/0023 no'lu Etüt-Fizibilite projesi, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi, Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Atık Yönetimi Şube Müdürlüğü'nün sorumluluğunda, 03.04.2017 yılında yapılan sözleşme gereği, Uludağ Çevre Teknolojileri Ar-Ge Mühendislik Merkezi Ltd. Şti tarafından gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışma, etüt-fizibilite projesidir ve Tekirdağ ilinde bulunan organik atıklardan elde edilecek enerjinin belirlenmesi, bu atıkların toplanmasının, taşınmasının ve bertarafının sağlanması, kurulabilecek tesislerin teknolojilerinin, kapasitelerinin, amortisman sürelerinin ve harita üzerinde seçilebilecek yerlerin gösterilmesi, ayrıca ilaç (pestisit ) ve gübre ambalaj atıklarının bertarafına yönelik sistem önerisi işlerinin yapılmasıdır.

TR21 Trakya Kalkınma Ajansı Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı'nda, TR21 Bölgesi'nde enerji kullanımındaki verimliliğin artırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması üzerinde vurgulamalar yapılmıştır. TR21 Trakya Kalkınma Ajansı Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı'nda "**yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payı arttırılacaktır**" ifadesi yer almaktadır. Ancak halen bölgede yenilenebilir enerji potansiyeli etkin olarak kullanma hedefine yaklaşamamıştır. Sanayinin kurulduğu ilçelerin dışındaki bölgelerde, tarım ve hayvancılığın yoğun olarak yapılmaktadır. Tarım ve hayvancılık aktiviteleri bir takım çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. Eğer Tekirdağ İli ve ilçelerinden kaynaklanan hayvansal ve tarımsal organik atıklardan, biyogaz, enerji ve organik gübre üretilebilirse, bölgede sürdürülebilir ekonomik kazanç sağlanacak, ayrıca organik atıkların sebep olduğu çevre kirliliği de önlenmiş olacaktır.

Bu araştırmada; Tekirdağ ili ve ilçelerinden kaynaklanabilecek tarımsal ve hayvansal atık potansiyelleri belirlenerek, ilçeler bazında grafiksel ve harita mahalle bazında atık miktarları gösterilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, 174 bin793 büyük baş, 554 bin 017 adet küçük baş hayvan bulunduğu, bu hayvanların organik atıklarından 0.6 toplanabilirlik oranı ile toplam olarak, 47 MW kurulu güç enerji üretilebileceği belirlenmiştir. Buna ilave olarak, yılda,439 bin 095 ton (buğday ve ay çiçeği) tarımsal atık potansiyeli mevcut olduğu ve bu potansiyelden, 87 MW kurulu gücünde enerji elde edilebileceği belirlenmiştir.

İl genelinin ortak potansiyeli ve harita üzerinde gösterilme çalışmalarını yapılarak, belirlenen potansiyele göre kurulabilecek tesis alternatifleri belirlenmiştir. Proje 6 farklı senaryo altında incelenmiş, her bir senaryo için farklı kapasitelerde(4MW,2MW,1MW) 3 adet alternatif tesis önerisi ve yer seçimleri sunulmuştur. Aynı zamanda tesis teknolojileri, kuruluş maliyetleri, amortisman süreleri belirlenmiş ve gelir gider dengeleri ortaya konmuştur. Aynı zamanda %5 duyarlılıkta gelir gider analizleri yapılmıştır.

Tekirdağ İlinde tarımsal aktivite yoğunluğu ve tarım alanları mesafeleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda en fizibil tesislerin buğday ve ayçiçeği kullanarak yapılacak biyogaz tesisleri olduğu anlaşılmıştır. Bu tesisler için 4MW'lık kapasitenin uygun olduğu amortisman sürelerinin 3.5 yıl seviyelerinde olabileceği belirlenmiştir.

Sadece büyük ve küçükbaş hayvansal atıkların alındığı tesisler için , özellikle 100 baş ve altı tesisler için kurulacak biokütle tesisinin fizibil olmadığı, 4MW, 2MW ve 1MW'lık biyogaz enerji tesislerinin kurulmasının daha rantıbil olabileceği sonucuna varılmıştır.

Tekirdağ İlinde, bütün hayvansal atık işletmeler ve çiftçiler tarafından değerlendirilmektedir. Kurulum aşamasında organik atıklar çiftçilerle uzun yıllara ait sözleşmeler yapılması gerekmektedir.

Bu sözleşmeler doğrultusunda tesise alınacak analizlenerek kurulacak tesisin tasarımının yapılması ve olabilecek ham maddeye göre kapasite seçilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda oluşan gübrenin satışından elde edilebilecek gelir belirtilmiş ancak amortisman sürelerine eklenmemiştir. Bu gübrenin tekrar düşük fiyatla ya da çiftçiye destek amaçlı verilmesi ile uzun dönem biokütle temin anlaşmaları yapılabilecektir.

Sonuç olarak, bu proje kapsamında Tekirdağ İli ve İlçelerinden kaynaklanabilecek tarımsal ve hayvansal atık potansiyelleri ayrı ayrı belirlenmiş, mahalle bazında haritalarda işlenmiştir. Ayrıca, bitkisel(ayçiçeği sapı ve buğday samanı), hayvansal ve bitkisel+hayvansal atıkların toplamından kurulabilecek Biyogaz Enerji Tesisi kapasiteleri belirlenmiştir. Bu hesaplamalara göre, tarımsal atıklardan 87MW'lık, Hayvansal Atıklardan 47MW'lık, hayvansal+bitkisel atıklardan ise 134 MW'lık biyogaz enerji tesisi kurulabilecek kapasitede olduğu belirlenmiştir. Hem kuruluşu geniş sahaya yaymak, hem de taşıma giderlerini azaltmak bakımından ideal kurulabilecek kapasiteler olarak 4MW, 2MW VE 1MW'lık tesisler alternatif olabilecek uygun kurulum yerleri belirlenmiştir.



Yörede bitkisel atıkların değişme olanağı az olduğundan bitkisel atıkların kolaylıkla toplanabileceği, hayvansal atıkların çiftçiler tarafından değerlendirildiğinden toplamanın zor olduğu kanaatine varılmıştır. Hazırlana proje, atık potansiyelini, biyoenerji üretimini ve uygun yeri belirlemeye yönelik etüt-fizibilite projesidir. Kuruluş aşamasına gelindiğinde detay projeler yapıp ona göre karar verilmesinin daha uygun olacağı düşünölmektedir.

Trakya Kalkınma Ajansı'nın "**Doğrudan Faaliyet Destek Programı**" kapsamında gerçekteştirilen "**Tekirdağ İli Tarımsal Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin Belirlenmesi**" konulu ve TR21/16/DFD/0023 no'lu Etüt-Fizibilite projesi" Tekirdağ ili ve ilçelerinde önemli miktarlarda yer alan organik ve hayvansal atıkların çevresel yönden zararlı olacak şekilde depolanmasının yerine, onların kompost veya biyogaz - enerji şeklinde geri dönüşümü yapılarak bölge ekonomisine, istihdamına, sürdürülebilir tarıma olumlu etki yapacaktır. Ayrıca toplumda geri dönüşüm bilincini artıracak ve pestisit ambalaj atıkların yönetmeliklere uygun bertarafını sağlayacaktır.

## Kaynakça

1. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2008
2. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Müdürlüğü, Türkiye'nin
3. Yenilenebilir Enerji Stratejisi ve Politikaları, 2015
4. Almanya Biyogaz Derneği, 2013
5. T.C. Tekirdağ İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü
6. T.C. Kalkınma Bakanlığı DPT 10. Kalkınma Planı,
7. T.C. Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi 2015-2019 Stratejik Plan
8. TR21 Trakya Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı
9. 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun
10. TR21 Trakya Bölgesi 2014-2023 Bölge Plan
11. Elektrik Piyasası Kanunu, No 6446
12. Çevre Kanunu, No 2872 EPDK Kurul Kararları ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Duyuruları
13. Lisanssız Üretim Yönetmeliği (02.10.2013/28783)
14. Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği (02.11.2013/28809)
15. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurtiçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik
16. Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik (05.05.2007/26927)
17. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (14.03.1991/20814)
18. İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği (24/12/2011 tarihli ve 28152 )
19. Çevre Kanunu, No 2872 EPDK Kurul Kararları ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Duyuruları
20. Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 142/2011/EU no'lu Komisyon Tüzüğü

21. Gübrelerin Piyasa Gözetimi ve Denetimi Hakkında Yönetmelik
22. 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri Bitki Sağlığı Gıda ve Yem Kanunu
23. Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı (Çatak Projesi)  
Biyogaz Teknolojisi (Kaya ve Öztürk, 2012)
24. DETMK (Dünya Enerji Konseyi), Tarımsal Toplanabilirlik Verileri 2007
25. Avrupa Biokütle Birliği Verileri
26. Karacadağ kalkınma ajansı Kompost ve Biyogaz Tesisi Fizibilite Raporu 2011
27. Avrupa Birliği 1089/2009 Kontrol Düzenlemesi Değişiklik 142/2011
28. Türkiye’de kullanılan bir kojenerasyon ünitesi kataloğu, 2016
29. Biyogaz raporu FNR,2010
30. Biyogaz Teknolojisi, Prof. Dr. Durmuş KAYA, Prof. Dr. H. Hüseyin Öztürk, 2012
31. Tekirdağ İli Tarım Kredi Kooperatifi
32. Zirai Ambalajların Oluşturduğu Risklerin Belirlenmesi Ve Çözüm Yollarının Geliştirilmesi Şenoğlu, 2016
33. Adapazarı Ziraat Odası, Şenoğlu 2016
34. Muratlı İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2017
35. Atık Yönetimi Yönetmeliği 2015