



**KIRŞEHİR İLİNDE HAYVANSAL GÜBREDEN
BİYOĞAZ VE ENERJİ POTANSİYELİNİN
ARAŞTIRILMASINA YÖNELİK SAHA ETÜT RAPORU**

**KIRŞEHİR
KASIM 2017**



KIRŞEHİR İLİNDE HAYVANSAL GÜBREDEN BİYOGAZ VE ENERJİ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASINA YÖNELİK SAHA ETÜT RAPORU

HAZIRLAYAN

Yrd. Doç. Dr. Volkan ÇOBAN

Yrd. Doç. Dr. Selman ÇAĞMAN

Canberk ASARKAYA

Gülşah KAPLAN

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL DİZİNİ	4
YÖNETİCİ ÖZETİ	5
1. GİRİŞ	7
2. BİYOGAZ NEDİR?	8
3. KIRŞEHİR İLİ TANITIMI	12
4. KIRŞEHİR İLİ HAYVANCILIK VERİLERİ	16
5. KIRŞEHİR İLİ HAYVANCILIK GERÇEK DURUM VERİLERİ	17
5.1. Büyükbaş Hayvan Sayısı	17
5.2. Kümes Hayvan Sayısı	19
5.3. Küçükbaş Hayvan Sayısı	19
6. KIRŞEHİR İLİ TOPLAM BİYOGAZ KAPASİTESİ	20
6.1. Toplam Biyogaz Potansiyeli	20
7. TESİS YER SEÇİMİ	29
8. ATIK TOPLAMA STRATEJİSİ VE PROJEKSİYONU	30
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	32
10. KAYNAKLAR	33
Ek 1. Örnek İşletme Fotoğrafları	34

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Kırşehir ili meteorolojik veriler	14
Tablo 2. İldeki hayvansal popülasyon dağılımı	16
Tablo 3. İldeki cinslerine göre hayvan dağılımı.....	16
Tablo 4. İlçe ve köylerdeki büyükbaş hayvan dağılımı	18
Tablo 5. İldeki kümeslerin lokasyonu	19
Tablo 6. İşletmelerdeki gübre potansiyeli	21
Tablo 7. Biyogaz potansiyel hesabında yapılan kabuller.....	22
Tablo 8. Tespiti yapılan gübre miktarları.....	22
Tablo 9. Tesis için gerekli gübre miktarları	22
Tablo 10. Biyogaz kapasitesinin illere göre dağılımı.....	25
Tablo 11. Tesis bileşenleri	27
Tablo 12. Tesis ana boyutları	27
Tablo 13. 2006 yılı Kırşehir İli büyükbaş hayvancılık miktarları.....	30
Tablo 14. 2016 yılı Kırşehir İli büyükbaş hayvancılık miktarları.....	31

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Kırşehir İli ve İlçeleri.....	13
Şekil 2. İlçelere göre büyükbaş hayvan sayısı.....	19
Şekil 3. İlçelere göre tesis kapasitesi.....	25
Şekil 4. İlçelere göre potansiyel dağılımı.....	26
Şekil 5. Biyogaz tesis akış şeması.....	28

YÖNETİCİ ÖZETİ

Bu rapor, Kırşehir ve ilçelerindeki hayvancılık işletmelerinden kaynaklanan hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Bu kapsam dâhilinde hayvansal atıkların değerlendirilmesi, çevre sorunlarının çözülmesi, hayvancılık ve tarım faaliyetlerinin uluslararası standartlara getirilmesi ve tüm bu faaliyetleri gerçekleştirirken aynı zamanda enerji üretimi yapılması amacıyla kurulabilecek bir biyogaz tesisine ait;

- Kapasitesinin belirlenmesi,
- Mevcut hayvancılık faaliyetlerinin biyogaz tesis kurulumu açısından uygunluğunun değerlendirilmesi,
- Biyogaz tesisi için ideal yerin tespiti,

bilgilerinin elde edilmesi ve değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda toplam 22 büyükbaş işletme ve 2 adet tavuk kümesi ziyaret edilmiştir. Kırşehir' de TÜİK 2016 yılı verilerine göre 183.954 adet büyükbaş, 949.950 kümes hayvan varlığı söz konusu iken tespiti sahada yapılan biyogaz tesisi için değerlendirilebilecek mevcut büyükbaş adedi 31.730, tavuk adeti ise 510.000 olmuştur.

Kırşehir ilindeki tespiti yapılan hayvansal gübrelerinin değerlendirilmesi durumunda yaklaşık **5.867 kW** elektrik üretim kapasiteli bir biyogaz tesisi kurulabilmektedir. Ancak, hammadde toplama ve tesisi sürekli işletme koşulları düşünülerek **5.199 kW'lık** bir biyogaz tesisinin kurulması uygun olacaktır.

İşletmelerin konumları ve mesafeleri ele alındığında ise en uygun tesis yeri aşağıdaki seçenekler arasından belirlenebilir.

- I. İnaç Gölhisar Mahallesi,
- II. Tepesidelik Köyü ve civarı,
- III. Kırşehir Merkez ile Sevdiğin yolu üzeri
- IV. Bahçecik yolu üzeri

YEK kanunu kapsamında yenilenebilir enerji üretim tesislerinde üretilen elektriğin on yıl boyunca alım garantisi olduğu düşünöldüğünde yapılacak yatırımın yukarıda verilen koşulların sağlanması durumunda uygun olacağı belirlenmiştir.

Enerji üretim tesisi kurulmak istendiğinde yenilenebilir enerji üretim tesislerinin bağlantı koşulları gereği bağlantı yapılacak ulusal şebeke hattına yakınlık önemlidir. Bu sebeple yer seçimi yaparken bu hususa özellikle dikkat edilmelidir. Aksi takdirde en yakın bağlantı noktasına üretilen elektriğin taşınma maliyeti tesis maliyetini artırıcı yönde etkileyecektir.

Başar BEYAZOĞLU

CEO

1. GİRİŞ

Bu rapor, RENESCO ENERJİ San. ve Tic. A.Ş. tarafından AHİLER KALKINMA AJANSI KIRŞEHİR YATIRIM DESTEK OFİSİ talebiyle “Kırşehir İlinde Hayvansal Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Araştırılmasına Yönelik Saha Etüdü” belirlenmesi kapsamında hazırlanmıştır. Çalışmada, Kırşehir ili sınırları içerisinde bulunan ve hayvancılık faaliyeti yapılan tüm ilçe, mahalle ve köylerde, hayvan miktarları, gübre miktarları ve işletme koşulları bire bir ziyaretler yapılarak tespit edilmiş alınan numunelerin analizleri yapılmıştır. Saha çalışması kapsamında, raporun ihtiyaç olunma sebebi olan biyogaz tesisi kurulumuna yönelik tüm verilerin toplanılması amaçlanmıştır.

Raporda, mevcut hayvancılık durumu ve biyogaz potansiyelinin belirlenmesi gibi konu başlıklarına yer verilmiş olup sunulacak bilgiler aşağıda listelenmiştir;

- a) Mevcut tesislerin belirlenmesi ve toplam ildeki biyogaz potansiyelinin hesaplanması,
- b) Faal durumdaki büyükbaş hayvan sayılarının ve işletme kapasitelerinin tespiti,
- c) Kanatlı hayvan sayılarının ve işletme kapasitelerinin tespiti,
- d) Atık toplama stratejilerinin belirlenmesi,
- e) Atık projeksiyonunun yapılması,
- f) Meteorolojik veriler,
- g) Biyogaz tesisinin konsept tasarımının yapılması ve madde akış şemasının çizilmesidir.

2. BİYOGAZ NEDİR?

Hayvansal atıkların yani gübrenin potansiyel bir enerji kaynağı şeklinde görülmesi, bu atıkların sebep olduğu çevre sağlığı problemlerinin başarılı planlama, uygulama ve işletme metodolojisi ile çözülebileceği, çevre sağlığı sorunlarının bertarafı yanında önemli ölçüde enerji ve organik gübre üretimi mümkündür. Bu maksatla gerek sadece gübre gerekse gübre ile birlikte organik hızlı çürüyebilen diğer atıklarla çalışan biyogaz tesisleri kurulmaktadır.

Bu tarz tesislerde organik atıkların oksijensiz ortamda kontrollü çürütülmesi ile elde edilen gaz, biyogazdır. Biyogaz, içerisinde büyük oranda (hacimsel olarak %50-55 arasında) metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2), küçük oranda hidrojen sülfür (H_2S), oksijen (O_2), azot (N_2), hidrojen (H_2) ve karbon monoksit (CO) içeren bir gazdır. Bileşimindeki metanın yanıcı etkisi sebebiyle enerji açısından değerli bir gazdır.

Bir biyogaz tesisi aşağıdaki bileşenlerden oluşur;

- *Atık hazırlama ya da kabul ünitesi:* hammaddenin fermentöre yüklenmeden önce tesiste depolandığı ve farklı materyallerin kuru madde oranına göre karışımının yapıldığı ön kabul deposudur.
- *Fermentör:* istenen kuru madde oranında hazırlandıktan sonra biyogaz üretimi için yollanan hammadde burada bakteriler tarafından çürütülerek biyogaz üretimi yapılan depodur.
- *Nihai depo:* Biyogaz üretimi sonrasında arta kalan hammaddenin katı ve/veya sıvı olarak depolandığı depodur.
- *Kojenerasyon ünitesi:* Biyogazın saflaştırıldıktan sonra elektrik ve ısıya dönüşümünü sağlayan ünitedir.
- *Separatör:* Fermentör sonrasında hammadde seperatör yardımıyla katı ve sıvı olmak üzere iki forma ayrıştırılır.
- *Gaz boruları/valfleri ve bağlantı ekipmanları:* Biyogazın taşınması için gerekli genellikle paslanmaz malzemeden yapılan borulama ve bunların ekipmanlarıdır.
- *Isıtma sistemleri:* Fermentörü optimum biyogaz üretimi için belli bir sıcaklıkta tutmak ısıtma sistemiyle mümkün olmaktadır.

- *Pompalar*: Hammaddenin üniteler arasında transferini sağlayan ekipmanlardır.
- *Karıştırıcılar*: Fermentörde ve ön depoda hammaddenin çökmemesi için kullanılan düzeneklerdir.

Biyogaz tesisinin kullanımının üstünlükleri;

- Çevre dostudur,
- Yenilenebilir bir enerji kaynağıdır,
- Son ürünü organik açıdan zengin gübredir,
- Az maliyetli atık yönetimi imkânı sağlar,
- Kırsal kesimin gelişmesine olanak sağlar,
- Sera gazlarının salınımını azaltır,
- Endüstriyel gelişimle birlikte yeni istihdam alanları yaratır.

şeklinde sıralanabilir. Biyogaz üretimi için çürüyeabilen organik hammaddeler kullanılır ve bunlar tarımsal faaliyetlerden, evsel atıklardan ve endüstri kaynaklı atıklardan gelen organik atıklar olarak üç kategoride sınıflandırılabilir.

- Tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan bitkisel ve hayvansal atık/artıklar:
Tarımsal atıklar: buğday, arpa, çavdar, yulafın sap ve samanı, mısır silaj, şeker pancarı atıkları, küspe atıkları, çotanak, çimen v.s.
Hayvansal atıklar: büyükbaş, küçükbaş, kümes hayvan gübresi
- Evsel organik atıklar:
Yemek atıkları, meyve ve sebze atıkları ve diğer yeşil atıklar
- Endüstriyel atıklar:
Yulaf posası, nişasta atıkları, peynir altı suyu, zeytinyağı işleme artıkları, zeytin küspesi, meyve posası (meşrubat sektörü), meyve ve sebze artıkları, mutfak atıkları, mezbaha atıkları, arıtma çamurları, hayvansal yan ürünler vs.

Artan nüfus ile birlikte doğru orantılı olarak oluşan atıkların miktarı ve enerji ihtiyacı da sürekli olarak artmaktadır. Oluşan atıkların çevresel açıdan oluşturduğu olumsuz etki sebebiyle bertaraf edilme zorunluluğu ve artan enerji talebi ile ortaya çıkan enerji darboğazı, her iki duruma çözüm teşkil edebilecek biyogaz üretim proseslerine olan ilgiyi git gide artmıştır. Almanya, Çin, Hindistan, İngiltere, A.B.D, Fransa, Danimarka, Hollanda, İngiltere,

İtalya, İsviçre, Filipinler, Nepal, Peru, Tanzanya, Kore, Zaire, Güney Afrika, Kolombiya gibi ülkeler de biyogaz tesisleri yoğun olarak kullanımda olup bunlardan Almanya endüstriyel tesisler açısından başı çeken ülke konumundadır. Zira Almanya'da 2003'te 1.750 adet olan biyogaz tesis sayısı 2014'te 7.900 adet olmuştur (1).

Diğer taraftan bir tesis tasarımı yapılırken öncelikle kullanılacak olan atıkların potansiyeli, üretildikleri ortamdaki özellikleri, nasıl depolandıkları gibi hususlar belirlenmelidir. Bu aşamadan sonra tesisin tasarımı yapıp projelendirme, yapım ve devreye alma işlemleri sırasıyla hayata geçirilebilir. Bir biyogaz tesisinin tasarımı, yapılması ve devreye alınması ne kadar kritik ise tesisin sürekli olarak çalıştırılması ve istenen biyogaz veriminin sağlanması da o denli zor ve hayati bir süreçtir. Zira fermentörde biyogaz üretimini sağlayan bakteriler canlı organizmalardır. Dolayısıyla hedeflenen biyogaz miktarını ve içeriğini sağlayabilmek için üretim prosesine etkisi olan bazı parametrelere dikkat etmek gerekmektedir. Biyogaz tesislerinde biyogaz üretiminde aşağıdaki veriler etkilidir (2,3).

- Hammadde miktarı
- Hammadde cinsi
- Kuru madde miktarı
- Karbon/azot (C/N) oranı
- Partikül büyüklüğü
- Ortam sıcaklığı
- Ortam asitliği (pH)
- Fermantasyon süresi
- Tesis tipi

Biyogaz tesis maliyeti

Biyogaz tesisinde maliyet oluşturan başlıca faktörler proje tasarım giderleri, ilk yatırım maliyeti ve işletme giderleri olarak ifade edilebilir. Biyogaz sistemlerinden beklenen gelirler ise üretilen elektrik ve proses sonunda elde edilen organik gübrenin satılması ve kojenerasyon sisteminde elde edilen atık ısının ısıtma amaçlı kullanımı olarak özetlenebilmektedir.

İlk yatırım maliyeti

Biyogaz tesisi kurulacak sahanın hazırlanması, zemin kazı ve dolgu, inşaat, mekanik ve enstrümantasyon projelendirme çalışmaları maliyet unsuru olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, proje geliştirme giderleri olarak teknik, yasal ve planlama için alınacak izinler, finansal faaliyetler (finans sağlamak amacıyla yapılacak araştırmalar), üretilecek elektriğin satışı için yapılacak bağlantılar gösterilebilir.

İşletme giderleri

Bir biyogaz tesisinin işletme giderleri tesis kapasitesine, tasarım kriterlerine ve yerel koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İşletme giderleri genel olarak aşağıdaki maliyet bileşenlerinden oluşmaktadır.

- Hammadde
- Personel
- Kojenerasyon ünitesi bakımı
- Genel bakım masrafları
- Biyolojik destek
- İlk devreye alma
- Ara bakımlar

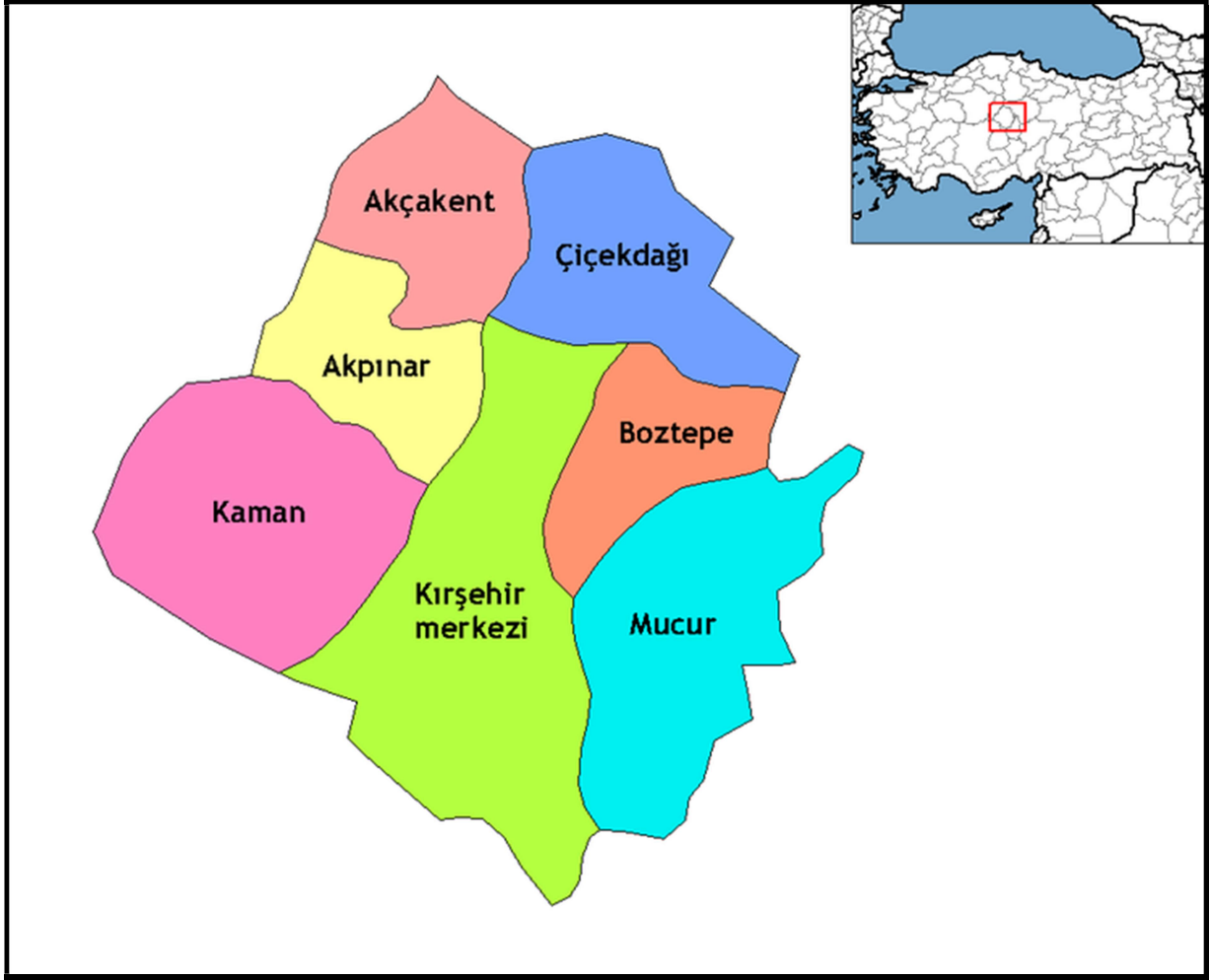
İşletme gelirleri

En önemli gelir kaynağı üretilen elektrik, ısı, organik gübrenin satışı ve karbon sertifikasından beklenen gelirlerdir. Ayrıca, prosesten oluşan sıvı gübre tarım alanlarında kullanılmak üzere satılarak gelir elde edilebilir.

3. KIRŞEHİR İLİ TANITIMI

İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak bölümünde yer alır. 2016 yılı nüfusu 229.975, yüzölçümü 6.570 km²'dir. İlin toprakları ülke topraklarının binde 8'i, iç Anadolu Bölgesi topraklarının %2,9'u kadar olup, yüz ölçüm büyüklüğü bakımından 53. sıradadır. İlin matematiksel konumu, 38°50'-39°50' Kuzey enlemleri, 33°30'-34°50' Doğu boylamları arasındadır. İlin güney uç noktası, Merkez Ulupınar kasabası, kuzey uç noktası Çiçekdağı'nın Konurkale köyüdür. Batı uç noktası Kaman Büğüz köyü, Doğu uç noktası ise Mucur Kılıçlı köyüdür. Denizden yüksekliği 985 m.'dir. İlin kuş uçuşu denize uzaklıkları; güneyde, Akdeniz'de Anamur Burnu'na 362 Km; kuzeyde, Karadeniz'de Sinop'a 334 Km.' dir. İlçeleri ise Merkez, Akçakent, Akpınar, Boztepe, Çiçekdağı, Kaman, Mucur' dur.

İç Anadolu Bölgesi'nin bozkır kuşağı içinde kalan Kırşehir, genellikle orman örtüsünden yoksun olup, hâkim doğal bitki örtüsü bozkırdır. Karasal iklim özelliği nedeniyle, kendiliğinden doğal örtüye kavuşamayan il, ancak ağaç dikimi ve bakımı yoluyla orman alanlarına kavuşabilecektir. Çiçekdağı'nın kuzey kesimleri ile Akçakent ilçesi çevresinde meşe, karaçam ve sedir ağaçlarından oluşan ormanlar bulunmaktadır. Bu ormanlar bozuk kuru ve baltalık niteliğindedir. İl sınırları içinde yer yer çalılıklara da rastlanmaktadır. Kırşehir'de, kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen karasal iklim görülür (4).



Şekil 1. Kırşehir İli ve İlçeleri

Biyogaz tesisleri üç farklı sıcaklıkta faaliyet gösterirler. Tesis çalışma sıcaklığı seçilirken, tesisi ısıtmak için gerekli enerji miktarı, ilk devreye alma sırasında harcanacak harici ısıtma enerji miktarı ve çalışma sıcaklığına uygun tesis yalıtım kalınlığı gibi unsurlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla Kırşehir ili iklim şartları göz önünde bulundurularak bir çalışma sıcaklığı tespit edilecektir. Bu sebeple Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü'nce Kırşehir iline ait 1954-2013 yılları arasındaki meteoroloji değerleri Tablo 1' de sunulmuştur (5).

Tablo 1. Kırşehir ili meteorolojik veriler

KIRŞEHİR*	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.2	1.3	5.2	10.7	15.5	19.7	23.1	22.9	18.2	12.3	6.3	2.0	11.4
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.5	6.5	11.2	17.1	21.9	26.2	29.7	29.9	25.9	19.9	12.9	6.8	17.7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.3	-3.2	-0.3	4.3	8.6	12.3	15.5	15.5	10.9	6.0	1.1	-2.0	5.4
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.1	4.1	5.2	6.5	8.5	10.5	12.0	11.3	9.3	7.1	5.1	3.1	85.8
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.0	10.5	10.7	10.6	11.4	7.0	1.9	1.4	3.0	6.3	8.1	11.8	94.7
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	48.3	35.7	39.0	42.2	44.8	33.9	6.6	5.0	12.0	26.6	36.4	47.9	378.4

*1930-2016 yılları arası veriler

Yıllık ortalama sıcaklık : ~ 11,4 °C

Yıllık en düşük sıcaklık : ~ 5,4 °C

Yıllık en yüksek sıcaklık : ~ 17,7 °C

Anaerobik fermantasyonun metan oluşumunu sağlayan metan bakterileri, fermantasyon ortamının sıcaklığına göre üç gruba ayrılır:

- a. Psychrophilic (Sakrofilik) Bakteriler Optimum faaliyet sıcaklığı: 5- 25 °C
- b. Mesophilic (Mezofilik) Bakteriler Optimum faaliyet sıcaklığı: 25- 38 °C
- c. Thermophilic (Termofilik) Bakteriler Optimum faaliyet sıcaklığı: 50- 60 °C

Sakrofilik bakteriler deniz ve göl diplerindeki tortullar ile bataklıklar, termofilik bakteriler ise yüksek sıcaklıklardaki volkanik ve jeotermal bataklıklar içerisinde yaşamaktadırlar. Bu üç bakteri gurubu ile yapılan fermantasyonda, sakrofilik, mezofilik ve termofilik fermantasyon ile aynı adı almaktadır. Bu bakteri gruplarından 1. ve 3. grupta yer alan sakrofilik ve termofilik bakteriler sığır gübresi içerisinde yaşamamaktadır. Sığır gübresinde mezofilik bakteriler bulunmaktadır. Biyogaz tesisinde sığır gübresi kullanılması durumunda mezofilik fermantasyon uygulanır. Bu nedenle biyogaz tesisinin bu mezofilik sıcaklıkta çalıştırılması öngörülmektedir (2).

4. KIRŞEHİR İLİ HAYVANCILIK VERİLERİ

Kırşehir önemli bir tarım ve hayvancılık merkezi konumundadır. Bununla birlikte Kırşehir'in de dâhil olduğu TR71 Bölgesinin gayri safi katma değer içinde tarım sektörünün payı %22,7'dir. (Kırşehir Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İl Müdürlüğü, 2014)

Kırşehir sınırları dâhilinde hayvancılık yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine bakıldığında (6); 2016 yılında Kırşehir'de 183.954 büyükbaş, 949.950 kümes hayvan varlığı söz konusudur (Tablo 2).

Tablo 2. İldeki hayvansal popülasyon dağılımı

Hayvan Türü	Toplam
Büyükbaş	183.954
Kümes Hayvanları	949.950

Büyükbaş ve tavuk yetiştiriciliğinin İl genelinde ki dağılımı Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. İldeki cinslerine göre hayvan dağılımı

Hayvan Türü	Toplam
Manda	206
Sığır (Kültür)	87.190
Sığır (Melez)	77.192
Sığır (Yerli)	19.366
Yumurta Tavuğu	949.950

5. KIRŞEHİR İLİ HAYVANCILIK GERÇEK DURUM VERİLERİ

İl sınırlarında hayvancılık faaliyeti yapılan tüm işletmeler incelenmiştir. TUIK' ten alınan değerler ile aktif durum mukayese edilmiştir. Bunun için hayvan yetiştiriciliği yapılan işletmeler tek tek ziyaret edilerek belirlenmiştir. Yapılan incelemeler, görüşmeler ve saha ziyaretleri sonucunda toplam 22 büyükbaş ve 2 adet tavuk işletmesi ziyaret edilmiştir.

Ancak bu işletmeler incelenirken;

- hayvan kapasitesi,
- konumu,
- gübrenin işletme dışına nasıl çıkartıldığı,
- gübrenin işletme dışında/dış ortamda nerede ve nasıl depolandığı,

gibi hususlara özellikle dikkat edilmiştir.

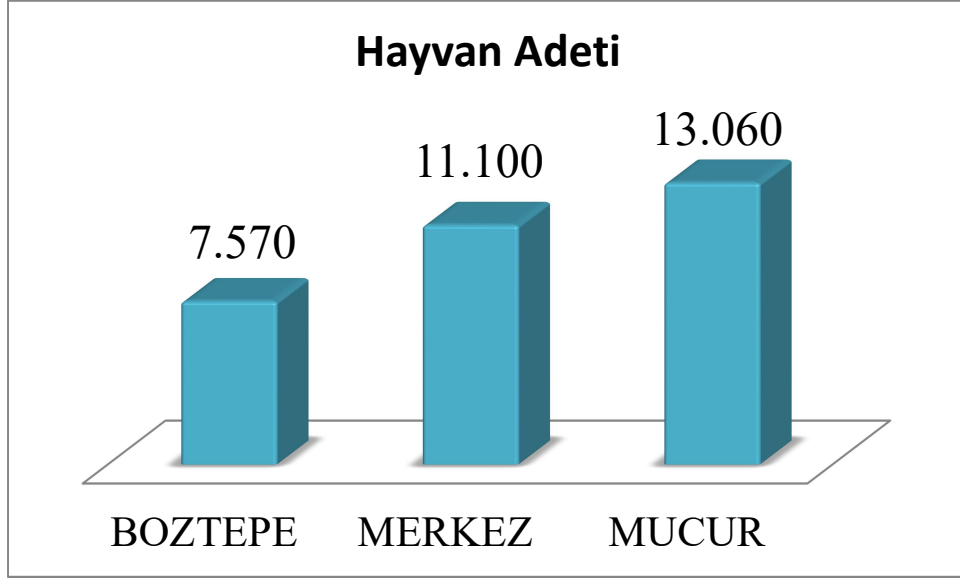
5.1. Büyükbaş Hayvan Sayısı

Yapılan incelemeler sonucunda ilçelerdeki büyükbaş hayvan sayıları Tablo 4' te verilmiştir. Buradaki rakamlar sadece ahırların kapalı kısımlarında olan adetler içindir.

Tablo 4. İlçe ve köylerdeki büyükbaş hayvan dağılımı

İlçe Adı	İşletme Adı/Sahibi	Büyükbaş Adeti
Boztepe	Ekin Tarım	5.000
Boztepe	Dalgacı Kardeşler	670
Boztepe	Ahi Süt	400
Boztepe	Aydın Gıda	300
Boztepe	Ahmet Kaya	300
Boztepe Çimeli Köyü	Mehmet Zengin	400
Boztepe Çimeli Köyü	Hasan Başsa	500
Merkez	Çağlayanlar ve civarı	7.000
Merkez Sevdğin	Çetinler	1.500
Merkez Sevdğin	Tek Yön Hayvancılık	1.500
Merkez Suludere	Çetinler	600
Merkez Suludere	Türkyılmaz	200
Merkez-OSB	Kırşehir Et Kombinası	150
Merkez-OSB	Kısmet Et Kombinası	150
Mucur	Yaşar Ünal	200
Mucur	Tolga Kara	400
Mucur	Çınar Besicilik	300
Mucur	KLC Besicilik	600
Mucur	Çağ Et	500
Mucur	Çağlayanlar	10.000
Mucur	Mehmet Yıldız	60
Mucur	Şanal Besi	1.000
TOPLAM		31.730

Tespiti yapılan işletme sayıları ve ilçelere göre dağılım grafiği Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 2. İlçelere göre büyükbaş hayvan sayısı

Yapılan saha çalışmaları neticesinde 22 adet işletmede toplamda 31.730 adet büyükbaş hayvan varlığı tespit edilmiştir (Örnek işletmelere ait fotoğraflar Ek 1'de verilmiştir).

5.2. Kümes Hayvan Sayısı

İlde gezilen 2 adet yumurtacı tavuk kümesinin envanteri çıkartılmış olup elde edilen sayılar Tablo 5' te verilmiştir.

Tablo 5. İldeki kümeslerin lokasyonu

İlçe Adı	İşletme Adı/Sahibi	Adet
Mucur	Etaş Afyon	250.000
Boztepe	Ekin Tarım	260.000

Kırşehir genelinde 2 adet kümeste 510.000 yumurtacı tavuk olduğu belirlenmiştir.

5.3. Küçükbaş Hayvan Sayısı

Kırşehir' de küçükbaş hayvan yetiştiriciliği de yapılmaktadır ancak küçükbaş hayvanlar hava iyi olduğunda dış ortama salınmaktadır. Yani gübre işletmede toplanamamaktadır. Dolayısıyla bu durum küçükbaş hayvan gübresinin toplanmasını imkansız kılmaktadır.

6. KIRŞEHİR İLİ TOPLAM BİYOGAZ KAPASİTESİ

6.1. Toplam Biyogaz Potansiyeli

Kurulması planlanan biyogaz tesisinin yeri mevcut hayvancılık işletmelerinin lokasyonlarına göre belirlenecektir. Biyogaz hammaddesi olan gübreler tek bir alanda bulunmadıkları için belirli bir atık toplama stratejisi ile tesis alanına getirilmeleri gerekmektedir. Büyükbaş hayvan gübresi idrarı ile toplandığındaki özellikleri ile idrarsız öbikleme usulüyle toplandığındaki özellikleri birbirinden farklıdır. Endüstriyel tip biyogaz tesisine gerek yabancı madde gelmesinin önlenmesi gerekse toplama ve işletme kolaylıkları göz önünde bulundurulduğunda gübrenin idrarı, yıkama suyu ile birlikte bir beton depo/havuzda biriktirilip vidanjör yardımıyla taşınması daha uygun olmaktadır. Gübrenin biyogaz tesisinde değerlendirilebilmesi adına işletmeden çıkarılan hem sıvı gübre (büyükbaş hayvan idrarı, yıkama suyu vs.) hem de katı gübre birlikte sıyrılarak/toplanarak beton bir havuzda depolanması gerekmektedir. Dolayısıyla işletme ve kümesler gezilirken mevcutta gübrenin nasıl depolandığı da incelenmiştir.

Büyükbaş hayvan gübre miktarı belirlenirken besi hayvanın katı dışkısı, idrarı ve bulunduğu alanın yıkama suyu ile birlikte 35 kg/gün sıvı formda gübre olacağı kabul edilmiştir (7,8). Yumurta tavukçuluğunda ise gübre, tavukların alt kısımlarından konveyörler yardımıyla günlük olarak dışarı atılmaktadır.

İl genelinde ziyaret edilen 22 büyükbaş işletmesinden kaynaklanan gübre miktarları Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. İşletmelerdeki gübre potansiyeli

İlçe Adı	İşletme Adı/Sahibi	Gübre (ton/gün)	Miktarı
Boztepe	Ekin Tarım	175	
Boztepe	Dalgacı Kardeşler	23	
Boztepe	Ahi Süt	14	
Boztepe	Aydın Gıda	11	
Boztepe	Ahmet Kaya	11	
Boztepe Çimeli Köyü	Mehmet Zengin	14	
Boztepe Çimeli Köyü	Hasan Başsa	18	
Merkez	Çağlayanlar ve civarı	245	
Merkez Sevdğin	Çetinler	53	
Merkez Sevdğin	Tek Yön Hayvancılık	53	
Merkez Suludere	Çetinler	21	
Merkez Suludere	Türkyılmaz	7	
Merkez-OSB	Kırşehir Et Kombinası	5	
Merkez-OSB	Kısmet Et Kombinası	5	
Mucur	Yaşar Ünal	7	
Mucur	Tolga Kara	14	
Mucur	Çınar Besicilik	11	
Mucur	KLC Besicilik	21	
Mucur	Çağ Et	18	
Mucur	Çağlayanlar	350	
Mucur	Mehmet Yıldız	2	
Mucur	Şanal Besi	35	
TOPLAM		1.111	

Ziyaret edilen işletmelerde günlük çıkan hayvansal gübre miktarlarına ilişkin herhangi bir işletmesel kayıt olmadığı tespit edilmiştir. Saha ziyaretleri esnasında Çağlayanlar Çiftliğinden alınmış gübre numuneleri analiz edilmiştir. Analiz sonucu kuru madde (KM) % 31, uçucu kuru madde (UKM) ise %70 çıkmıştır. Ancak bu değerler Tablo 7'de verilen literatür verilerine göre farklıdır. Bu fark numunenin, homojen bir karışım sonrası alınmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sebepten dolayı tesis tasarımında literatür verileri dikkate alınmıştır. Özetle; biyogaz potansiyel hesapları Tablo 7' deki literatür verileri uyarınca aşağıdaki kabuller yapılarak hesaplanmıştır.

Tablo 7. Biyogaz potansiyel hesabında yapılan kabuller

Gübre Türü	KM oranı	UKM oranı	Birim Biyogaz Potansiyeli
	%	%	m ³ /ton.UKM
Besi Büyükbaş	16	81	370
Yumurta tavuğu	27	75	550

Islak fermentasyon teknolojisi ile çalışan biyogaz tesisinde kullanılan materyal karışımı kuru madde miktarı %6-10 KM arasında olmalıdır. Birim biyogaz potansiyel miktarı ise literatür bilgisidir (9,10).

Tablo 8. Tespiti yapılan gübre miktarları

Potansiyel Büyükbaş Gübre Miktarı (ton/gün)	Potansiyel Tavuk Gübre Miktarı (ton/gün)
1.111	51

Tablo 8' de verilen değerler ışığında 1.111 ton/gün büyükbaş gübresi, 51 ton/gün tavuk gübresi potansiyeli olduğu belirlenmiştir. Bu gübrenin hepsinin kullanılması durumunda **5.867 kW** kapasiteli biyogaz tesisi kurulması mümkün görülmektedir. Ancak, biyogaz tesisinin sürekli işletilebilmesi diğer bir deyişle tesisin hammadde sorunu yaşamaması adına tüm potansiyel gübrenin değerlendirilmesi yerine mevcut büyükbaş gübre potansiyelinin **%90'** ı, tavuk gübresinin ise **%75'** i kullanılarak bir tesis tasarımı gerçekleştirilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Tesis için gerekli gübre miktarları

Potansiyel Büyükbaş Gübre Miktarı (ton/gün)	Potansiyel Tavuk Gübre Miktarı (ton/gün)
999	38,25

Eğer Tablo 9' da sunulan rakamlar biyogaz tesisine girdi olursa, **5.199 kW** kapasiteli bir biyogaz tesisi kurulabilir. Tesisin kurulum kapasite kararı tamamen tesisin işletme tercihi ile

ilgidir. Tavsiye edilen **5.199** kW'lık biyogaz tesisi kapasitesi sadece bir öneri mahiyetindedir. Bu kapasitenin belirlenmesine ilişkin hesaplar aşağıdaki gibidir;

Literatür verilerine göre büyükbaş hayvan gübresi içerisindeki uçucu kuru maddenin ton başına 370 m³, yumurtacı tavuk için ise 550 m³ biyogaz üretilebilmekte ve bu biyogazın metan oranı %57-60 arasında olabilmektedir (9,10). Bu veriler ışığında İl genelinde tespiti yapılan tüm hayvansal atıklar değerlendirildiğinde;

$$Uçucu\ kuru\ madde\ miktarı\ \left(\frac{ton.UKM}{gün}\right)$$

$$= Toplam\ gübre\ miktarı\ \left(\frac{ton}{gün}\right) \times Kurumadde\ oranı\ (\%) \\ \times Uçucu\ kurumadde\ oranı\ (\%)$$

$$Biyogaz\ üretim\ miktarı\ \left(m^3/saat\right)$$

$$= \frac{Uçucu\ kuru\ madde\ miktarı\ \left(\frac{ton.UKM}{gün}\right) \times Biyogaz\ potansiyeli\ \left(\frac{m^3}{ton.UKM}\right)}{24(saat/gün)}$$

$$Biyogaz\ tesis\ kapasitesi\ (kW)$$

$$= Biyogaz\ üretim\ miktarı\ \left(m^3/saat\right) \times Metan\ oranı(\%) \\ \times Metan\ birim\ enerji\ içeriği\ (kW/m^3) \\ \times Kojenerasyon\ elektrik\ verimi(\%)$$

Formülleriyle hesaplanabilir (10,11).

Kabuller;

$$Büyükbaş\ hayvan\ gübresi\ biyogaz\ potansiyeli = 370\ \left(\frac{m^3}{ton.UKM}\right)$$

$$Yumurtacı\ tavuk\ gübresi\ biyogaz\ potansiyeli = 550\ \left(\frac{m^3}{ton.UKM}\right)$$

Büyükbaş hayvan gübresi biyogaz üretim kapasitesi;

$$Uçucu kuru madde miktarı \left(\frac{\text{ton. UKM}}{\text{gün}} \right) = 999 \left(\text{ton/gün} \right) \times 0,16 \times 0,81 = 159,98$$

$$\begin{aligned} \text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{saat}} \right) &= \frac{159,98 \left(\frac{\text{ton. UKM}}{\text{gün}} \right) \times 370 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ton. UKM}} \right)}{24 \left(\frac{\text{saat}}{\text{gün}} \right)} \\ &= 1.997,80 \end{aligned}$$

Yumurtacı tavuk gübresi biyogaz üretim kapasitesi;

$$Uçucu kuru madde miktarı \left(\frac{\text{ton. UKM}}{\text{gün}} \right) = 38,25 \left(\text{ton/gün} \right) \times 0,27 \times 0,75 = 7,75$$

$$\text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{saat}} \right) = \frac{7,75 \left(\frac{\text{ton. UKM}}{\text{gün}} \right) \times 550 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ton. UKM}} \right)}{24 \left(\frac{\text{saat}}{\text{gün}} \right)} = 177,50$$

Toplam biyogaz üretim kapasitesi;

$$\text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{saat}} \right) = 1.997,80 + 177,50 = 2.175,30$$

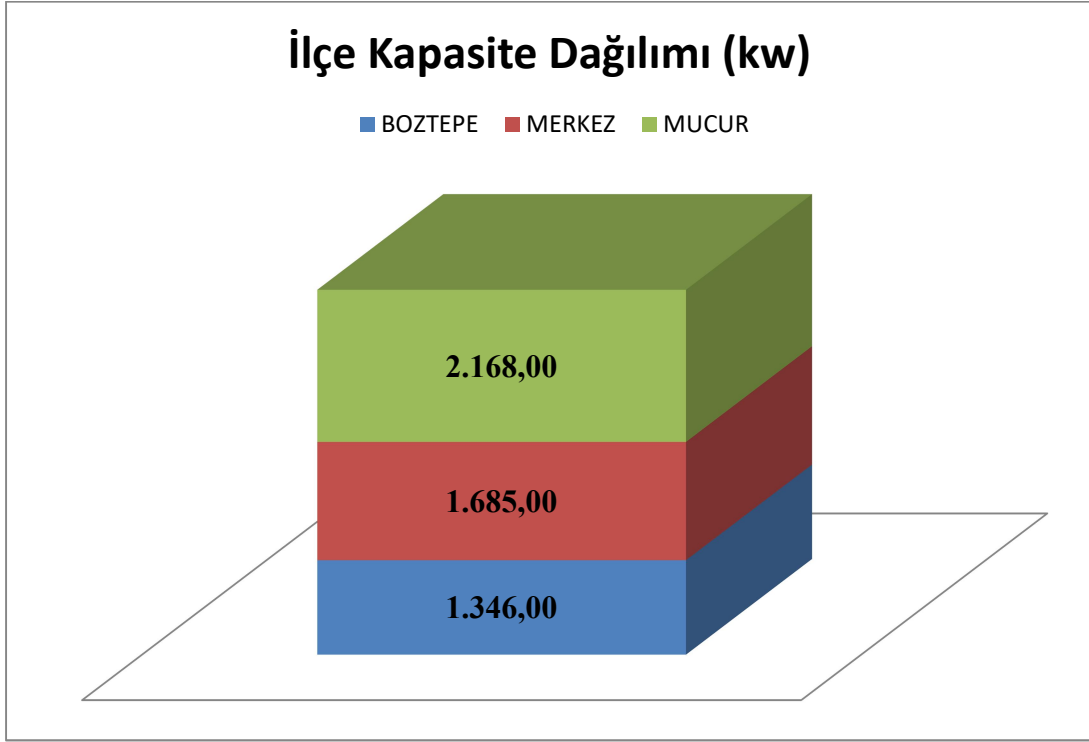
$$\text{Biyogaz tesis kapasitesi (kW)} = 2.175,30 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{saat}} \right) \times 0,60 \times 10 \left(\frac{\text{kW}}{\text{m}^3} \right) \times 0,40$$

$$\text{Biyogaz tesis kapasitesi (kW)} = 5.199$$

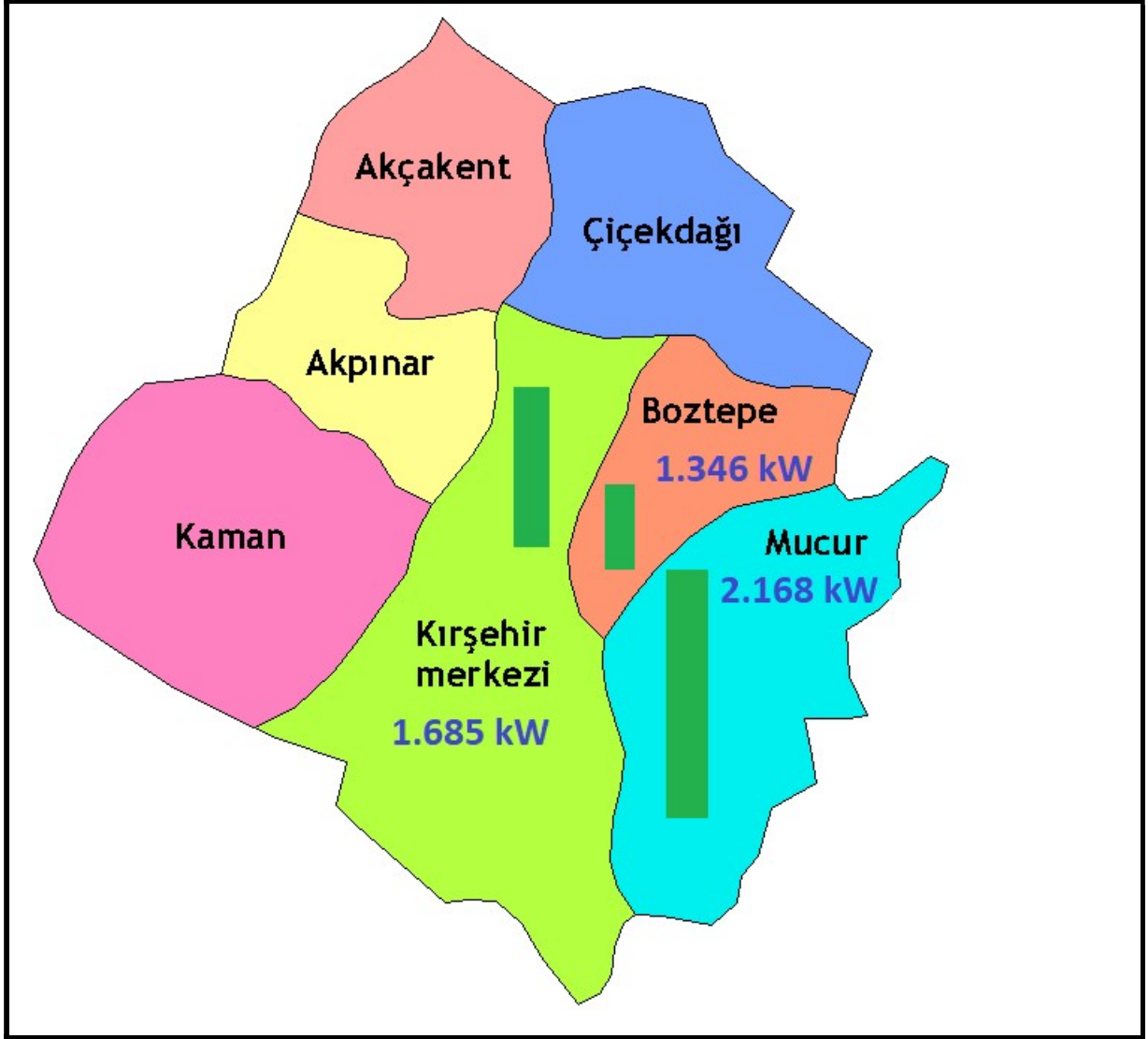
5.199 kW kapasiteli biyogaz tesisi potansiyeli ortaya çıkmaktadır. Bu kapasitenin ilçelere göre dağılımı ise Tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 10. Biyogaz kapasitesinin illere göre dağılımı

İlçe	Potansiyel Gübre (ton/gün)	Büyükbaş Miktarı	Potansiyel Tavuk Gübre Miktarı (ton/gün)	Biyogaz Kapasitesi (m ³ /saat)	Tesis Kapasitesi (kW)
BOZTEPE	238,5		19,5	567,02	1.346,00
MERKEZ	350,1		0	699,50	1.685,00
MUCUR	411,3		18,75	908,79	2.168,00
Toplam	999,90		38,25	2.175,31	5.199,00



Şekil 3. İlçelere göre tesis kapasitesi



Şekil 4. İlçelere göre potansiyel dağılımı

Bu haritalama ile görüldüğü üzere Merkez, Boztepe ve Mucur ilçeleri ön plana çıkmıştır. Her bir ilçeye ayrı ayrı tesisler kurmak mümkün olduğu gibi gübrenin taşınması yoluyla 5.199 kW kapasiteli merkezi bir tesiste inşa etmek söz konusu olabilir.

5.199 kW Biyogaz tesisi ana ünite kapasiteleri;

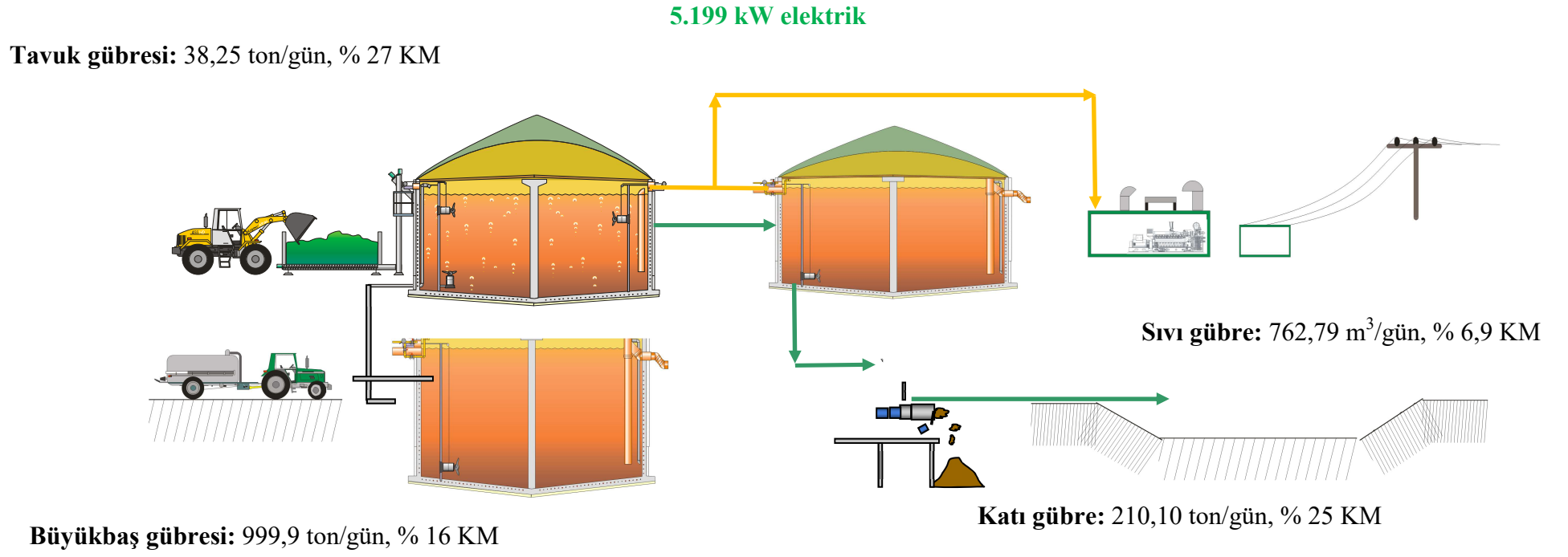
Tablo 11. Tesis bileşenleri

Kullanılacak hammaddeler	Büyükbaş hayvan gübresi 999,9 ton/gün Tavuk gübresi 38,25 ton/gün
Miktar	378.924 t/yıl
Kuru madde oranı	~ % 16,50
Organik kuru madde oranı	~% 81
Biyogaz üretimi	793,96 milyon m ³ , %60 metan içeriğinde
Kojenerasyon ünitesi kapasitesi	5.199 kWe.

Tablo 12. Tesis ana boyutları

Ana Üniteler	
Ön Depo (4 ad.)	300 m ³
Hidroliz Tankı (3 adet)	1.000 m ³
Fermentör (6 ad.)	5.000 m ³
Son depo (1 ad.)-Lagün	40.000 m ³
Kompakt kojenerasyon ünitesi	5.199 kW elektrik ve ısı kapasiteli
Biyogaz tesisi için gerekli alan	120 m x 120 m

Kurulması planlanan biyogaz tesisine ait akış diyagramı Şekil 5' te verilmiştir.



Şekil 5. Biyogaz tesis akış şeması

7. TESİS YER SEÇİMİ

Sevdiğin köyü ile Mucur arası yaklaşık 60 km, Boztepe ile ise 30 km, Suludere ile ise 16 km. Ağırlıklı olarak üç ilçe olan Merkez, Boztepe ve Mucur ilçelerinde ve civarında toplanan işletmelere yakın bir noktada merkezi bir tesis yapılması uygun olacaktır.

Dolayısıyla;

- İnaç Gölhisar Mahallesi,
- Tepesidelik Köyü ve civarı,
- Kırşehir Merkez ile Sevdiğin yolu üzeri
- Bahçeçik yolu üzeri

bölgelerinden bir tanesine merkezi bir tesis yapılabilir.

8. ATIK TOPLAMA STRATEJİSİ VE PROJEKSİYONU

Kurulacak olan biyogaz tesisine gübrenin taşınması söz konusu olacaktır. Gübre, işletmelerden bir vidanjör yardımıyla alınıp kurulacak olan biyogaz tesisine taşınacaktır. Yumurta gübresi ise damperli, havuz kasalı kamyon vasıtasıyla taşınacaktır.

5346 nolu Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun uyarınca biyogaz tesislerinden üretilen elektrik 10 yıl süre ile devlet alım garantili olarak satılabilmektedir. Dolayısıyla kurulan bir biyogaz tesisinin en az 10 yıl boyunca hammadde/atık probleminin olmaması tesis kurulurken dikkat edilmesi gereken bir husustur. Bu bağlamda Kırşehir İl'indeki 2006 yılı TÜİK verileri baz alınarak hayvan yetiştiriciliğine bakıldığındaki durum ile 2016 yılındaki durum kıyas edilmiştir.

Tablo 13. 2006 yılı Kırşehir İli büyükbaş hayvancılık miktarları

Tür	Yetişkin	Genç Yavru	Sağılan hayvan sayısı	Toplam
Sığır (Kültür)	10.883	3.567	4.575	19.025
Manda	191	90	97	378
Sığır (Melez)	34.461	8.230	14.233	56.924
Sığır (Yerli)	17.270	3.386	5.785	26.441
Toplam	62.805	15.273	24.690	102.768

Tablo 14. 2016 yılı Kırşehir İli büyükbaş hayvancılık miktarları

Tür	Yetişkin	Genç Yavru	Sağılan Hayvan Sayısı	Toplam
Sığır (Kültür)	56.205	21.992	8.993	87.190
Manda	107	43	56	206
Sığır (Melez)	47.393	15.801	13.998	77.192
Sığır (Yerli)	11.291	3.167	4.908	19.366
Toplam	114.996	41.003	27.955	183.954

2006 yılında 102.768 olan büyükbaş hayvan popülasyonu 2016 yılında %80'lik bir artış göstermiştir. Buradan sonuçla, bölgede, önemli geçim kaynağı rolündeki hayvancılık, var olmaya devam edecektir.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Kırşehir İl'indeki hayvancılık sonucu zaman içinde artan hayvan atıklarından kaynaklanan çevre sorunlarına çözüm üretmek amacıyla önerilen biyogaz tesis kurulumu için saha etüt detaylarını içermektedir. Sürdürülebilir kalkınma, tarımsal faaliyetlerin devamlılığı ve kırsal hayat kalitesinin yükseltilmesi, geleneksel enerji kaynaklarının sebep olduğu emisyonların azaltılması adına hayvansal gübrelerin değerlendirileceği bir biyogaz tesisi kurulması planlanmıştır.

Kırşehir İli sınırları içerisinde bulunan ve hayvancılık faaliyeti yapılan tüm mahalle ve köylerde tespitlerde bulunulmuş, bu faaliyetler sonucu ortaya çıkan büyükbaş hayvan gübresi ve tavuk kümeslerinden çıkan tavuk gübresi miktarları belirlenmiştir. Bölgedeki 22 büyükbaş işletmesi ve 2 adet yumurtacı tavuk kümesi ziyaret edilmiştir. Bu işletmeler aktif kapasite, konum, gübrenin depolanma yeri gibi hususlar açısından incelenmiştir. Tüm bu bilgiler neticesinde merkezi **5.199kW** kapasiteli bir biyogaz tesisinin kurulması uygun bulunmuştur.

10. KAYNAKLAR

- 1- Clemens F., *Consultant Development Cooperation Biogas - Trends in Germany, Why is safety important for successful biogas market development?*, German Biogas Association Report, 2014
- 2- Kaya, D., Çoban, V., Eyidoğan, M., Çağman, S., Yağmur, A., Akgün, F., Tırıs, M., *Biyogaz Üretim ve Enerji Dönüşüm Teknolojileri*, *Atık Teknolojileri Dergisi*, 2009, Sayı 3. Sayfa: 42-51.
- 3- Kaya, D., Çağman, S., Eyidoğan, M., Aydöner, C., Çoban, V., Tırıs, M., *Türkiye'nin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli ve Ekonomisi*, *Atık Teknolojileri Dergisi*, 2009, Sayı 1. Sayfa: 48-51.
- 4- Kırşehir İli Valiliği, <http://www.kirsehir.gov.tr/>
- 5- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü, <http://www.mgm.gov.tr/>
- 6- Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr/>
- 7- Hubbard, R.K. and R. Lowrance, *Management of Dairy Cattle Manure*, 1998
- 8- Kanwar R, *Environmental Friendly Waste Management Technologies*, Department of Agricultural and Biosystems Engineering Iowa State University, Ames, Iowa 50011, USA, 2007
- 9- FNR, *Biyogaz Kılavuzu Üretimden Kullanıma*, 5.baskı, Ankara, 2010
- 10- Gül N., *Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Çevre Müh. ABD, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2006
- 11- Rajaram V., Siddiqu, F. Z. and Khan M., E., *From Landfill Gas to Energy Technologies and Challenges*, Talor & Francis Group, 2012

Ek 1. Örnek İşletme Fotoğrafları



Resim 1. Çınar Besicilik



Resim 2. Ekin Tarım