



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı

# Eskişehir İli Tarım ve Hayvancılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklardan Enerji Üretimi Ön Fizibilite Raporu







T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



# Eskişehir İli Tarım ve Hayvancılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklardan Enerji Üretimi Ön Fizibilite Raporu



2020

E K İ M

## RAPORUN KAPSAMI

---

Bu ön fizibilite raporu, yatırımcılara yol göstermek amacıyla Eskişehir İlinde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan atıkları bertaraf yoluyla enerji üretmek üzere biyogaz tesisi kurulumunun uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA) tarafından hazırlanmıştır.

## HAKLAR BEYANI

---

Bu rapor, yalnızca ilgililere genel rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır. Raporda yer alan bilgi ve analizler raporun hazırlandığı zaman diliminde doğru ve güvenilir olduğuna inanılan kaynaklar ve bilgiler kullanılarak, yatırımcıları yönlendirme ve bilgilendirme amaçlı olarak yazılmıştır. Rapordaki bilgilerin değerlendirilmesi ve kullanılması sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan şahıs ve kurumlara aittir. Bu rapordaki bilgilere dayanarak bir eylemde bulunan, eylemde bulunmayan veya karar alan kimselere karşı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA) sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı'na aittir. Raporda yer alan görseller ile bilgiler telif hakkına tabi olabileceğinden, her ne koşulda olursa olsun, bu rapor hizmet gördüğü çerçevenin dışında kullanılamaz. Bu nedenle; Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı'nın yazılı onayı olmadan raporun içeriği kısmen veya tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz, kaynak gösterilmeden iktibas edilemez.

## İÇİNDEKİLER

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. YATIRIMIN KÜNYESİ</b> .....               | <b>4</b>  |
| <b>2. EKONOMİK ANALİZ</b> .....                 | <b>6</b>  |
| 2.1. Sektörün Tanımı.....                       | 6         |
| 2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler .....   | 6         |
| 2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi.....              | 6         |
| 2.2.2. Diğer Destekler .....                    | 6         |
| 2.3. Sektörün Profili.....                      | 6         |
| 2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep .....        | 9         |
| 2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini.....     | 10        |
| 2.6. Girdi Piyasası .....                       | 12        |
| 2.7. Pazar ve Satış Analizi .....               | 21        |
| <b>3. TEKNİK ANALİZ</b> .....                   | <b>23</b> |
| 3.1. Kuruluş Yeri Seçimi .....                  | 23        |
| 3.2. Üretim Teknolojisi.....                    | 30        |
| 3.3. İnsan Kaynakları .....                     | 33        |
| <b>4. FİNANSAL ANALİZ</b> .....                 | <b>35</b> |
| 4.1. Sabit Yatırım Tutarı .....                 | 35        |
| 4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi.....           | 38        |
| <b>5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ</b> ..... | <b>39</b> |

**TABLolar**

|   |    |
|---|----|
| Tablo 1. 2017-2018 Yıllarında Lisanslı Kurulu Gücün Kaynak Bazında Gelişimi.....                              | 7  |
| Tablo 2. 2017-2018 Yıllarında Lisanslı Elektrik Üretiminin Kaynak Bazında Gelişimi.....                       | 8  |
| Tablo 3. 2019 Yılı Türkiye Gübre İhracatı .....   | 9  |
| Tablo 4. 2019 Yılı Türkiye Gübre İthalatı .....   | 9  |
| Tablo 5. 2019 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi İhracatı.....  | 10 |
| Tablo 6. 2019 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi İthalatı .....   | 10 |
| Tablo 7. Türkiye'nin En Büyük 10 Biyogaz Tesisi ve Kapasiteleri .....   | 11 |
| Tablo 8. 2019 Yılı Temmuz Ayı İtibariyle Eskişehir Büyükbaş Hayvan Verileri.....                              | 11 |
| Tablo 9. 2019 Yılı Temmuz Ayı İtibariyle Eskişehir Kanatlı Hayvan Verileri .....                              | 12 |
| Tablo 10. 2019 Yılı Temmuz Ayı İtibariyle Eskişehir Küçükbaş Hayvan Verileri.....                             | 12 |
| Tablo 11. Hayvan Ağırlığı Bazında Üretililecek Günlük ve Yıllık Yaş Gübre Miktarı .....                       | 12 |
| Tablo 12. Alternatif Olarak Kullanılabilecek Potansiyel Organik Atıklar ve Enerji Bitkileri.....              | 13 |
| Tablo 13. Eskişehir Tarımsal Ürün Üretim ve Atık Miktarları .....   | 14 |
| Tablo 14. Eskişehir Hayvan Varlığı ve Atık Miktarları.....  | 17 |
| Tablo 15. Tarımsal Ürün Atıkları Yaş Madde, Kuru Madde ve Organik Kuru Madde Verileri                         | 18 |
| Tablo 16. Hayvan Atıkları Yaş Madde, Kuru Madde ve Organik Kuru Madde Verileri .....                          | 19 |
| Tablo 17. Organik Kuru Madde Başına Metreküp Biyogaz Üretimi .....  | 20 |
| Tablo 18. Hesaplamaların Yapılacağı Hammadde Özellikleri .....  | 21 |
| Tablo 19. Satış Programı.....   | 22 |
| Tablo 20. Alpu ve Seyitgazi İlçelerindeki Hayvan Varlığı ve Günlük Atık Miktarları .....                      | 24 |
| Tablo 21. Kurulacak Tesisin Hayvansal Atık İhtiyacı.....  | 27 |
| Tablo 22. Gübre Satın Alma Maliyetleri .....  | 27 |
| Tablo 23. Araç Maliyeti Hesabı .....  | 28 |
| Tablo 24. Araç Satın Alma Maliyeti.....   | 28 |
| Tablo 25. Alpu İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Yakıt Maliyeti.....                               | 28 |
| Tablo 26. Alpu İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin İşçilik Maliyeti .....                            | 29 |
| Tablo 27. Alpu İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Araçların Bakım-Onarım ve Diğer Maliyetleri ..... | 29 |
| Tablo 28. Alpu İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Yıllık Toplam Maliyet .....                       | 29 |
| Tablo 29. Seyitgazi İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Maliyetler Özet Tablosu ...                  | 29 |

|   |    |
|---|----|
| Tablo 30. Seyitgazi İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Yakıt Maliyeti.....                        | 30 |
| Tablo 31. Seyitgazi İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Yıllık Toplam Maliyet .....                | 30 |
| Tablo 32. Biyogaz Tesisinin Yapısı.....   | 31 |
| Tablo 33. Eskişehir İl Nüfusunun Eğitim Kademelerine Göre Durumu .....                                      | 33 |
| Tablo 34. Eskişehir İli Çalışma Çağındaki Nüfus (15-65 Yaş Arası) İstatistikleri ve İl Nüfusuna Oranı ..... | 34 |
| Tablo 35. Genç Nüfus İstatistikleri ve Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı.....                                  | 34 |
| Tablo 36. Mavi Yaka Personel Giderleri Tablosu .....  | 34 |
| Tablo 37. Beyaz Yaka Personel Giderleri Tablosu.....  | 34 |
| Tablo 38. Tahmini İlk Yatırım Bedeli Kalemleri .....  | 35 |
| Tablo 39. İşletme Sermayesi Tablosu.....  | 37 |
| Tablo 40. Yatırımın Aylara Dağılımı .....   | 38 |
| Tablo 41. Finansal Kaynaklar .....  | 38 |

## ŞEKİLLER

---

|  |    |
|--|----|
| Şekil 1. Avrupa Ülkelerinde Biyogaz Tesisleri Mevcudu ve Bölgesel Dağılımı ..... | 7  |
| Şekil 2. Alpu İlçesi Hammadde Güzergâhları.....                                  | 26 |
| Şekil 3. Seyitgazi İlçesi Hammadde Güzergâhları .....                            | 26 |
| Şekil 4. Başabaş Noktası.....  | 39 |

## ESKİŞEHİR İLİ TARIM VE HAYVANCILIK FAALİYETLERİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLARDAN ENERJİ ÜRETİMİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

### 1. YATIRIMIN KÜNYESİ

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Yatırım Konusu</b>                                      | Tarım ve Hayvancılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklardan Enerji Üretimi  |   |
| <b>Üretilen Ürün/Hizmet</b>                                | Katı gübre, sıvı gübre, ısı, elektrik ve atık bertarafı  |   |
| <b>Yatırım Yeri (İl – İlçe)</b>                            | Eskişehir – Alpu / Seyitgazi   |   |
| <b>Tesisin Teknik Kapasitesi</b>                           | Katı gübre: 53.343 (ton/yıl), Sıvı gübre: 279.117 (ton/yıl), Elektrik üretimi: 174.694.697 (kWh/yıl), Isı üretimi: 166.060.033 (kWh/yıl) |   |
| <b>Sabit Yatırım Tutarı</b>                                | 10.863.366 €   |   |
| <b>Yatırım Süresi</b>                                      | 1 yıl  |   |
| <b>Sektörün Kapasite Kullanım Oranı</b>                    |  |   |
| <b>İstihdam Kapasitesi</b>                                 | 10 kişi  |   |
| <b>Yatırımın Geri Dönüş Süresi</b>                         | 5 yıl  |   |
| <b>İlgili NACE Kodu (Rev. 3)</b>                           | 35.11.19 - Elektrik enerjisi üretimi   |   |
| <b>İlgili GTİP Numarası</b>                                | 3101.00  |   |
| <b>Yatırımın Hedef Ülkesi</b>                              | Tüm ülkeler  |   |
| <b>Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkisi</b> | <b>Doğrudan Etki</b>   | <b>Dolaylı Etki</b>   |
|  | Amaç 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji   | Amaç 11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar<br>Amaç 12: Sorumlu Üretim ve Tüketim |
| <b>Diğer İlgili Hususlar</b>                               |  |   |



|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Subject of the Project</b>                                    | Energy Production from Wastes of Agriculture and Livestock Activities   |  |
| <b>Information about the Product/Service</b>                     | Solid manure, liquid manure, heat, electricity and waste disposal   |  |
| <b>Investment Location (Province-District)</b>                   | <i>Eskişehir – Alpu/Seyitgazi</i>   |  |
| <b>Technical Capacity of the Facility</b>                        | Solid fertilizer: 53.343 (ton / year), Liquid fertilizer: 279.117 (ton / year), Electricity generation: 174.694.697 (kWh / year), Heat generation: 166.060.033 (kWh / year) |  |
| <b>Fixed Investment Cost (USD)</b>                               | 10.863.366 €  |  |
| <b>Investment Period</b>   | 1 year  |  |
| <b>Economic Capacity Utilization Rate of the Sector</b>          |   |  |
| <b>Employment Capacity</b>                                       | 10 employees  |  |
| <b>Payback Period of Investment</b>                              | 5 years   |  |
| <b>NACE Code of the Product/Service (Rev.3)</b>                  | D35.1 - Electric power generation, transmission and distribution  |  |
| <b>Harmonized Code (HS) of the Product/Service</b>               | 3101.00   |  |
| <b>Target Country of Investment</b>                              | All countries   |  |
| <b>Impact of the Investment on Sustainable Development Goals</b> | Direct Effect   | Indirect Effect  |
|  | Goal 7: Affordable and Clean Energy   | Goal 11: Sustainable Cities and Communities<br><br>Goal 12: Responsible Consumption and Production |
| <b>Other Related Issues</b>                                      |   |  |

## 2. EKONOMİK ANALİZ

### 2.1. Sektörün Tanımı

Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. Bu kaynaklar güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerjisi, biyokütle enerjisi ve hidrojen enerjisi olarak sıralanabilir. En genel olarak, yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır. Örneğin, güneşten elde edilen enerji ile çalışan bir teknoloji bu enerjiyi tüketir, fakat tüketilen enerji toplam güneş enerjisinin yanında çok küçük kalır. En genel yenilenebilir enerji şekli güneşten gelendir. Bazı formlar güneş enerjisini ve rüzgâr gücünü depolar. Yenilenebilir enerjinin; tesisler, hayvanlar ve insanlar tarafından kalıcı olarak tüketilmesi mümkün değildir. Fosil yakıtlar, çok uzun bir zaman çizelgesi göz önüne alındığında teorik olarak yenilenebilir iken, istismar edilerek kullanılması sonucu yakın gelecekte tamamen tükenme tehlikesi ile karşı karşıyadır (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2020). Yenilenebilir enerji ile doğrudan ilgili olan Tarım ve Hayvancılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklardan Enerji Üretimi fizibilitesinin ilgili olduğu sektörün Nace kodu 35.11.19 – “Elektrik enerjisi üretimi” ve GTİP numarası ise 3101.00'dir.

### 2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

#### 2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi

Eskişehir İlinde yapılacak biyogazdan (biyokütle) elektrik enerjisi üretimi yatırımı Genel Teşvik unsurlarından yararlanabilmektedir. Genel Teşvik unsurları şöyledir;

- Gümrük Vergisi Muafiyeti

Teşvik edilen yatırım kapsamında yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat için ithalat rejimi kararında belirtilen gümrük vergisinin ödenmemesidir.

500.000 TL tutarında yatırım

(İthal Makine ve Teçhizat Bedeli) X (Gümrük Vergisi Oranı)

500.000 TL x (%2) = 10.000 TL

- Katma Değer Vergisi İstinası

Teşvik edilen yatırım kapsamında yurt içinden ve yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat için katma değer vergisinin ödenmemesidir.

2.000.000 TL tutarında yatırım

(Toplam Makine ve Teçhizat) X (KDV Oranı)

2.000.000 TL x 0.18 = 360.000 TL

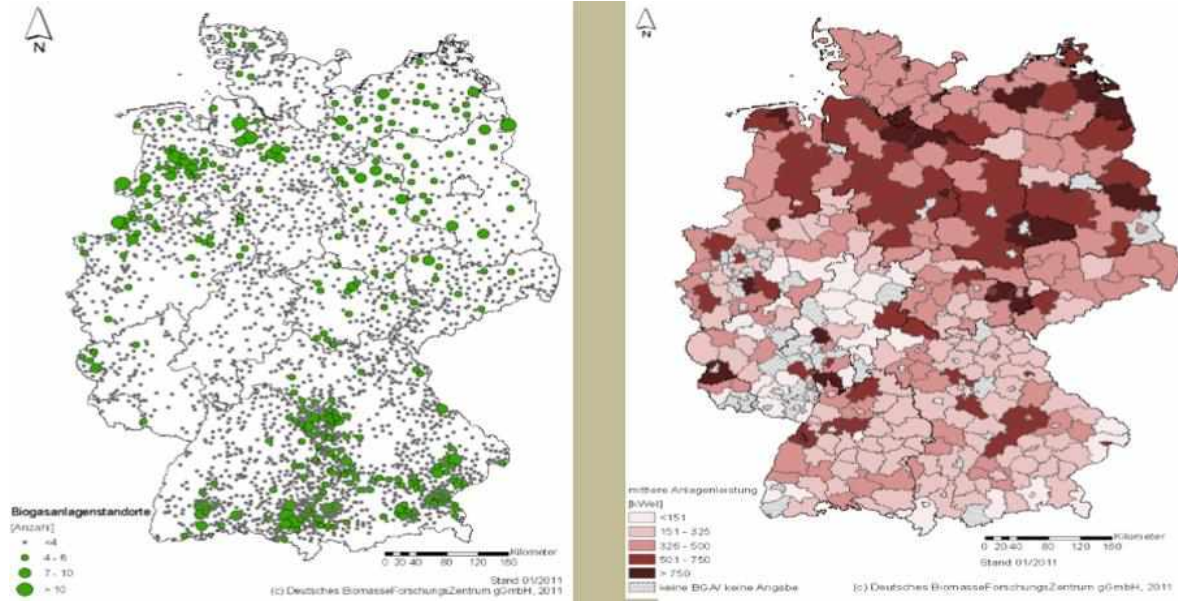
#### 2.2.2. Diğer Destekler

Şu an için aktif herhangi bir destek programı bulunmamakla birlikte ileriki dönemde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kalkınma Ajansları ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yenilenebilir enerji sektörü biyogaz tesisine yönelik hibe programları olabilir. TKDK'nın yenilenebilir enerji sektörüne yönelik destekleri olmasına rağmen TKDK'nın Eskişehir'de yer almamasından dolayı Eskişehir'de TKDK desteklerinden faydalanmak şimdilik mümkün değildir.

### 2.3. Sektörün Profili

Avrupa ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı oldukça yaygındır. Başta Almanya olmak üzere birçok ülke yenilenebilir enerji kullanımına yönelmektedir. Avrupa ülkelerinde biyogaz tesisi sayısı yaklaşık 13.000'dir. Bu tesislerin yaklaşık 9.000'i Almanya'da bulunmaktadır.

### Şekil 1. Avrupa Ülkelerinde Biyogaz Tesisi Mevcudu ve Bölgesel Dağılımı



**Kaynak:** YE Yasasının Biyokütleden Elektrik Üretimine Etkisi İzleme Raporu, 2019

Şekilde yer alan haritalarda Avrupa ülkelerinde biyogaz tesisi mevcudu ve bölgesel dağılımı yer almaktadır. Bu doğrultuda biyogaz tesislerinin Güney Avrupa'da yoğunlaştığı görülmektedir.

Günümüzde dünyada gerek Kyoto Protokolü çerçevesinde gerekse ülkelerin kendi çevre koruma kanunları doğrultusunda fosil yakıt kullanımı azaltılmaya çalışılmaktadır. Bugün Almanya'da yaklaşık 11 milyon büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Almanya sahip olduğu potansiyeli biyogaz tesislerinde kullanmaktadır. Biyogaz tesisleri bakımından oldukça gelişmiş bir ülke olup yaklaşık 9.000 biyogaz tesisine ev sahipliği yapmaktadır.

Dünyaya bakıldığında ise her geçen gün fosil enerji kaynakları tükenmekte ve çevre kirliliği artmaktadır. Başta Avrupa ülkeleri olmak üzere dünyada çevre kirliliği ve kaynakların hızlı tükenmesine karşın çeşitli önlemler alınmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması da söz konusu önlemlerdendir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan biyogaz üretim tesislerinin sayısı artış göstermektedir. Ülkemizde de bu anlamda olumlu gelişmeler yaşanmaktadır.

**Tablo 1. 2017-2018 Yıllarında Türkiye'de Lisanslı Kurulu Gücün Kaynak Bazında Gelişimi**

| Kaynak Türü    | 2017 Değeri (MW) | Pay (%)     | 2018 Değeri (MW) | Pay (%)     | 2017-2018 Değişimi (%) |
|----------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------------|
| Doğal Gaz      | 26.311,80        | 32,28       | 25.731,93        | 30,93       | -2,2                   |
| Barajlı        | 19.746,05        | 24,23       | 20.534,80        | 24,69       | 3,99                   |
| Linyit         | 9.267,12         | 11,37       | 9.597,12         | 11,54       | 3,56                   |
| İthal Kömür    | 8.936,35         | 10,96       | 8.938,85         | 10,75       | 0,03                   |
| Akarsu         | 7.509,98         | 9,21        | 7.748,90         | 9,32        | 3,18                   |
| Rüzgâr         | 6.482,12         | 7,95        | 6.942,27         | 8,35        | 7,1                    |
| Jeotermal      | 1.063,73         | 1,31        | 1.282,52         | 1,54        | 20,57                  |
| Fuel Oil       | 702,77           | 0,86        | 709,21           | 0,85        | 0,92                   |
| Taş Kömür      | 616,15           | 0,76        | 616,15           | 0,74        | 0                      |
| Biyokütle      | <b>439,72</b>    | <b>0,54</b> | <b>590,92</b>    | <b>0,71</b> | <b>34,39</b>           |
| Asfaltit Kömür | 405              | 0,5         | 405              | 0,49        | 0                      |

| Kaynak Türü   | 2017 Değeri (MW) | Pay (%)    | 2018 Değeri (MW) | Pay (%)    | 2017-2018 Değişimi (%) |
|---------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------------|
| Güneş         | 17,9             | 0,02       | 81,66            | 0,1        | 356,19                 |
| Nafta         | 4,74             | 0,01       | 4,74             | 0,01       | 0                      |
| Lng           | 1,95             | 0          | 1,95             | 0          | 0                      |
| Motorin       | 1,04             | 0          | 1,04             | 0          | 0                      |
| <b>Toplam</b> | <b>81.506,42</b> | <b>100</b> | <b>83.187,05</b> | <b>100</b> | <b>2,06</b>            |

**Kaynak:** T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2019

Tabloda Türkiye’de 2017-2018 yıllarında lisanslı kurulu gücün kaynak bazında gelişimi verilmiştir. 2017 yılında 439,72 MW olan biyokütle değeri, 2018 yılında %34,39 artarak 590,92 MW olmuştur. Buna göre 2018 yılında biyogaz gelişimi güneş enerjisi gelişiminden sonra en çok artış gösteren enerji kaynağıdır.

**Tablo 2. 2017-2018 Yıllarında Türkiye’de Lisanslı Elektrik Üretimine Kaynak Bazında Gelişimi**

| Kaynak Türü      | 2017 Değeri (MW)  | Pay (%)     | 2018 Değeri (MW)  | Pay (%)     | 2017-2018 Değişimi (%) |
|------------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------------|
| Doğal Gaz        | 108.837,19        | 37,2        | 91.227,14         | 30,88       | -16,18                 |
| İthal Kömür      | 51.172,22         | 17,49       | 62.949,64         | 21,31       | 23,02                  |
| Barajlı          | 41.269,59         | 14,1        | 40.961,45         | 13,86       | -0,75                  |
| Linyit           | 40.581,02         | 13,87       | 45.055,29         | 15,25       | 11,03                  |
| Rüzgâr           | 17.859,86         | 6,1         | 19.891,37         | 6,73        | 11,37                  |
| Akarsu           | 17.124,40         | 5,85        | 18.975,98         | 6,42        | 10,81                  |
| Jeotermal        | 5.969,48          | 2,04        | 7.611,58          | 2,58        | 27,51                  |
| Taş Kömür        | 3.453,87          | 1,18        | 3.005,55          | 1,02        | -12,98                 |
| Asfaltit Kömür   | 2.394,64          | 0,82        | 2.328,50          | 0,79        | -2,76                  |
| <b>Biyokütle</b> | <b>1.939,72</b>   | <b>0,66</b> | <b>2.410,00</b>   | <b>0,82</b> | <b>24,24</b>           |
| Motorin          | 1.008,83          | 0,34        | 0,98              | 0           | -99,9                  |
| Fuel Oil         | 957,86            | 0,33        | 957,98            | 0,32        | 0,01                   |
| Güneş            | 24,56             | 0,01        | 65,56             | 0,02        | 166,97                 |
| Lng              | 2,2               | 0           | 1,12              | 0           | -48,83                 |
| <b>Toplam</b>    | <b>292.595,42</b> | <b>100</b>  | <b>295.442,15</b> | <b>100</b>  | <b>0,97</b>            |

**Kaynak:** T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2019

Tabloda Türkiye’de 2017 ve 2018 yıllarında lisanslı elektrik üretiminin kaynak bazında gelişimi verilmiştir. Buna göre Türkiye’de biyogaz üretimi 2018 yılında 2017 yılına göre %24,24 artış göstermiştir. Bu doğrultuda Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi 2018 yılında önemli bir artış gösterdiği görülmektedir.

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu verilerine göre Eskişehir İlinde 2018 yılında lisanslı elektrik üretimi 769.799,68 MWh olmuştur. Eskişehir’de 2018 yılında lisanslı kurulu güç ise 549,25 MW’dır. Ayrıca Eskişehir’de 2017 yılında 72,86 MWe olan lisanssız kurulu güç, 2018 yılında 157,11 MWe olmuştur. 2018 yılında ilde dağıtım gerilim seviyesinden bağlı tüketicilerin tüketim miktarı 1.858.207,07 MWh, iletim gerilim seviyesinden bağlı tüketicilerin tüketim miktarı 1.127.205,58 MWh ve toplam faturalanan tüketim miktarı ise 2.985.412,65 MWh olmuştur. Buna göre yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasının yanı sıra Eskişehir’de elektrik enerjisi tüketimi de artış göstermektedir (T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu 2019).

## 2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep

**Tablo 3. 2019 Yılı Türkiye Gübre İhracatı**

| Yıl  | Ürün  | İhraç Eden Ülke | Ülkeler     | İhracat Değeri |
|------|-------|-----------------|-------------|----------------|
| 2019 | Gübre | Türkiye         | Irak        | \$80,000,875   |
|      |       |                 | Ukrayna     | \$43,586,996   |
|      |       |                 | İspanya     | \$21,254,887   |
|      |       |                 | Hindistan   | \$19,362,637   |
|      |       |                 | İran        | \$17,301,859   |
|      |       |                 | Suriye      | \$16,691,640   |
|      |       |                 | İtalya      | \$16,615,483   |
|      |       |                 | Fas         | \$15,922,892   |
|      |       |                 | Bulgaristan | \$9,988,082    |
|      |       |                 | Kenya       | \$8,939,467    |

**Kaynak:** TÜİK

Tablo 3'e göre ülkemize sınırı olan ülkelere olan Irak, Türkiye'den en fazla gübre ithal eden ülke konumundadır. Irak'ı, ekonomisinin büyük payında tarımsal üretimin yer aldığı Ukrayna izlemektedir. Aynı zamanda Türkiye, Avrupa, Hindistan ve komşu ülkelere gübre ihraç etmektedir. 2019 TÜİK verilerine göre Türkiye gübre ihraç ederken öte yandan gübre ithalatı da gerçekleştirmektedir.

**Tablo 4. 2019 Yılı Türkiye Gübre İthalatı**

| Yıl  | Ürün  | İthal Eden Ülke | Ülkeler      | İthalat Değeri |
|------|-------|-----------------|--------------|----------------|
| 2019 | Gübre | Türkiye         | Mısır        | \$299,083,886  |
|      |       |                 | İran         | \$181,557,923  |
|      |       |                 | Rusya        | \$167,149,205  |
|      |       |                 | Fas          | \$137,032,693  |
|      |       |                 | Çin          | \$107,663,629  |
|      |       |                 | Umman        | \$100,859,600  |
|      |       |                 | Tunus        | \$62,833,160   |
|      |       |                 | Türkmenistan | \$58,240,585   |
|      |       |                 | Norveç       | \$49,084,275   |
|      |       |                 | Belarus      | \$34,718,647   |

**Kaynak:** TÜİK

2019 TÜİK verilerine göre Türkiye gübreyi ihraç ettiğinden daha fazla ithal ettiği söylenebilir. Fakat bu karşılaştırma temin edilebilen verilerden yola çıkarak parasal değerler üzerinden yapılabilmektedir. 2019 yılında Türkiye gübre ithalatını en çok Mısır'dan gerçekleştirmiştir. İthalat yaptığımız ülkelerin başında gelen ülkeler Türkiye'ye yakın konumda bulunan komşu ülkelerdir. Aynı zamanda Uzak Doğu ve İskandinavya'dan da gübre ithalatı mevcuttur.

**Tablo 5. 2019 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi İhracatı**

| Yıl  | Ürün  | İhraç Eden Ülke | Ülkeler     | Miktar    | İhracat Değeri |
|------|---|-----------------|-------------|-----------|----------------|
| 2019 | Bin kilowatt saat cinsinden elektrik enerjisi | Türkiye         | Bulgaristan | 1,226,089 | \$66,856,244   |
|      |   |                 | Yunanistan  | 684,017   | \$36,181,058   |
|      |   |                 | Gürcistan   | 27,911    | \$1,151,325    |
|      |   |                 | Slovakya    | 3,600     | \$236,519      |

**Kaynak:** TÜİK

Yenilenebilir enerji üretimlerinin artması, sanayileşme ve nüfus artışının bir sonucu olarak ülkeler arası enerji ithalatı ve ihracatı artış göstermiştir. Gübrede olduğu gibi ülkemiz komşu ülkelerden elektrik enerjisini hem ithal etmekte hem de ihraç etmektedir. Türkiye elektrik enerjisinin miktar ve değer bakımından en çok Bulgaristan'dan ithal etmekte ve aynı zamanda en çok Bulgaristan'a ihraç etmektedir. Son yıllarda Gürcistan'da yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımlar ve bu yatırımlara yönelik teşvikler artış göstermiştir. Bu bağlamda komşu ülkeler açısından Türkiye önemli bir pazar konumunda bulunmaktadır. Türkiye ihtiyaç duyduğu enerjinin %46'sını yenilenebilir enerji kaynaklarından sağladığı göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı doğrudan ithalatı etkilemektedir.

**Tablo 6. 2019 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi İthalatı**

| Yıl  | Ürün  | İthal Eden Ülke | Ülkeler         | Miktar  | İthalat Değeri |
|------|---|-----------------|-----------------|---------|----------------|
| 2019 | Bin kilowatt saat cinsinden elektrik enerjisi | Türkiye         | Bulgaristan     | 619,122 | \$27,256,807   |
|      |   |                 | Gürcistan       | 168,119 | \$6,484,184    |
|      |   |                 | Yunanistan      | 82,037  | \$3,678,630    |
|      |   |                 | Azerbaycan      | 61,348  | \$3,174,035    |
|      |   |                 | Çek Cumhuriyeti | 294     | \$12,774       |

**Kaynak:** TÜİK

## 2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

Biyogaz, yenilenebilir enerji kaynakları statüsünde yer almakta olup dünya enerji ihtiyacına alternatif bir çözüm kaynağıdır. Biyogaz tüm organik atıklardan üretilebilmektedir. Organik atıklar çevre kirliliği ve insan sağlığı açısından oldukça zararlıdır. Biyogaz üretimi ile enerji ihtiyacının sağlanmasının yanı sıra atıkların bertaraf edilmesi de sağlanmaktadır. Günümüzde biyogaz teknolojisi uygulamaları ekonomik ve çevresel yararlarından dolayı dünya genelinde her geçen gün artma eğilimindedir. Bu doğrultuda son yıllarda gerek dünyada gerekse Türkiye'de enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla kurulan biyogaz tesisi sayısı hızlı bir artış göstermiştir.

Türkiye'de hayvansal atıklardan elde edilen biyogaz tesisi sayısı 38'dir. Avrupa'nın genelinde ise bu sayı yaklaşık 13.000'dir. Türkiye'de bulunan büyükbaş hayvan sayısı ise yaklaşık 12 milyondur. Türkiye'nin sahip olduğu hayvan sayısı biyogaz tesisi kurmada önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de atıkların geri dönüşüm ve geri kazanım yoluyla değerlendirilmesi ve bunun sonucunda enerji elde edilmesine yönelik talep oldukça fazladır. Bu durumun nedeni Türkiye'de ihtiyaç duyulan enerjinin

ithal edilmesi veya fosil kaynaklardan sağlanmasıdır. Bu durum çevreye zarar vermenin yanı sıra ulusal ekonomiyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji tesislerinin kurulumu yönünde talep oldukça fazladır.

Günümüzde Türkiye’de farklı üretim kapasitelerine sahip 83 adet biyogaz tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerin toplam kurulu gücü 811 MW’dır.

**Tablo 7. Türkiye'nin En Büyük 10 Biyogaz Tesisi ve Kapasiteleri**

| Santral Adı                                      | İl        | Firma                | Kurulu Güç       |
|--|-----------|----------------------|------------------|
| Odayeri Çöp Gazı Santrali                        | İstanbul  | Ortadoğu Enerji      | 34 MW            |
| Toros Tarım Samsun Atık Isı Santrali             | Samsun    | Toros Tarım          | 31 MW            |
| Mutlular Biyokütle (Orman Atığı) Enerji Santrali | Balıkesir | Mutlular Enerji      | 30 MW            |
| Mamak Çöplüğü Biyogaz Tesisi                     | Ankara    | ITC Katı Atık Enerji | 25 MW<br>(36 MW) |
| Çadırtepe Biyokütle Santrali                     | Ankara    | ITC Katı Atık Enerji | 23 MW            |
| Sofulu Çöplüğü Biyogaz Santrali                  | Adana     | ITC Katı Atık Enerji | 16 MW            |
| Akçansa Çimento Atık Isı Santrali                | Çanakkale | Enerjisa Elektrik    | 15 MW            |
| ITC Antalya Biyokütle Santrali                   | Antalya   | -                    | 14 MW            |
| Kömürcüoda Çöplüğü Biyogaz Santrali              | İstanbul  | Ortadoğu Enerji      | 14 MW            |
| Eti Alüminyum Atık Isı Elektrik Santrali         | Konya     | Cengiz Enerji        | 13 MW            |

**Kaynak:** Enerji Atlası, 2019

Tabloda Türkiye'nin en büyük 10 biyogaz tesisi ve kapasiteleri verilmiştir. Bu doğrultuda Türkiye'nin en büyük deponi gazından enerji üretim tesisi İstanbul'da işletimi Ortadoğu Enerji tarafından yapılan Odayeri Çöp Gazı Santralidir. Bu tabloya ilave olarak İzmir Büyükşehir Belediyesi Harmandalı Çöp sahasında Ekim 2019 tarihinde 16 MW kurulu gücü olan bir deponi gazı enerji santrali kurulumu sağlamıştır.

**Tablo 8. 2019 Yılı Temmuz Ayı İtibariyle Eskişehir Büyükbaş Hayvan Verileri**

| Büyükbaş Hayvan Varlığı | 0-1 Yaş Arası |        |        | 1-2 Yaş Arası |        |        | 2 ve 2 Yaş Üstü |        |        | Genel Toplam   |
|-------------------------|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|----------------|
|                         | Dişi          | Erkek  | Toplam | Dişi          | Erkek  | Toplam | Dişi            | Erkek  | Toplam |                |
| Sığır                   | 20.518        | 21.281 | 41.799 | 19.528        | 14.020 | 33.548 | 75.207          | 18.191 | 93.398 | <b>168.745</b> |
| Manda                   | 135           | 120    | 255    | 73            | 54     | 127    | 303             | 31     | 334    | <b>716</b>     |
| Toplam Büyükbaş         | 20.653        | 21.401 | 42.054 | 19.601        | 14.074 | 33.675 | 75.510          | 18.222 | 93.732 | <b>169.461</b> |

**Kaynak:** Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2019

Tabloda Eskişehir İlinin 2019 yılı Temmuz ayı itibariyle büyükbaş hayvan varlığı yer almaktadır. Buna göre ilde bulunan toplam büyükbaş hayvan sayısı 169.461'dir. Eskişehir İlinde bulunan büyükbaş hayvan varlığının %95'i kültür ve kültür melezi, %5'i ise yerli hayvanlardan oluşmaktadır.



**Tablo 9. 2019 Yılı Temmuz Ayı İtibariyle Eskişehir Kanatlı Hayvan Verileri**

| Kanatlı Hayvan Varlığı        |        |                |       |
|-------------------------------|--------|----------------|-------|
| Tavuk                         | Hindi  | Kaz            | Ördek |
| 105.000                       | 14.000 | 12.500         | 4.500 |
| Ticari Kanatlı Hayvan Varlığı |        |                |       |
| Et Tavuğu                     |        | Yumurta Tavuğu |       |
| 2.701.651                     |        | 1.377.588      |       |

**Kaynak:** Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2019

Tabloda Eskişehir İlinin 2019 yılı kanatlı hayvan varlığı yer almaktadır. Buna göre ilde bulunan toplam kanatlı hayvan sayısı 4.215.239'dur.

**Tablo 10. 2019 Yılı Temmuz Ayı İtibariyle Eskişehir Küçükbaş Hayvan Verileri**

| Küçükbaş Hayvan Varlığı |                  |
|-------------------------|------------------|
| Koyun                   | 1.020.178        |
| Keçi                    | 113.883          |
| Toplam                  | <b>1.134.061</b> |

**Kaynak:** Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, 2019

Tabloda Eskişehir İlinin 2019 yılı Temmuz ayı itibariyle küçükbaş hayvan varlığı yer almaktadır. Buna göre ilde bulunan toplam küçükbaş hayvan sayısı 1.134.061'dir.

**Tablo 11. Hayvan Ağırlığı Bazında Üretilebilecek Günlük ve Yıllık Yaş Gübre Miktarı**

| Hayvan Ağırlığı Bazında Üretilebilecek Günlük ve Yıllık Yaş Gübre Miktarı |                          |
|---|--------------------------|
| Tür   | Miktar                   |
| Büyükbaş Hayvan   | 20 ton-yaş gübre/yıl     |
| Küçükbaş Hayvan   | 0,7 ton-yaş gübre/yıl    |
| Kümes Hayvanı   | 0,0365 ton-yaş gübre/gün |

Büyükbaş hayvanlar canlı ağırlığının %5'i kadar katı ve sıvı dışkı yaratmaktadır. Kanatlı hayvanlar grubunda yer alan tavuklar ise her bir tavuk başına 80-100 gram arasında dışkı üretmektedir. Biyogaz tesisinde tavuk atığından oldukça fazla enerji üretilmesine rağmen tesislerde %30 oranından fazla tavuk atığı kullanılmaması tavsiye edilmektedir. Bu durumun nedeni ise tavuk atığının içinde yer alan mermer tozu ve yüksek organik azot kaynaklı amonyaktır. Bir ton ıslak ve nemli tavuk gübresinden ortalama 100 m<sup>3</sup> biyogaz elde edilmektedir. Gazın %60-65'lik hacimsel kısmı metan içeriğine sahiptir (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 2019).

## 2.6. Girdi Piyasası

**Hammaddeler ve Yoğunlukları:** Kurulacak tesiste öncelikle Eskişehir Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde ortaya çıkan organik atıklar (Büyükbaş, küçükbaş ve yumurta tavuğu gübreleri) kullanılacaktır. Belediyenin beyan ettiği hayvan verilerine göre ilde 169.461 adet büyükbaş, 1.134.061 adet küçükbaş hayvan ve 1.377.588 adet yumurta tavuğu bulunmaktadır. Buna bağlı olarak günde ortalama 1.671 ton büyükbaş, 2.174 ton küçükbaş ve 140 ton yumurta tavuğu atığı oluşması tahmin edilmektedir.



**Tablo 12. Alternatif Olarak Kullanılabilecek Potansiyel Organik Atıklar ve Enerji Bitkileri**

| Hayvansal Atıklar                      | Enerji Bitkileri             | Diğer Atıklar                       |
|--|------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Süt Sığırtı (sulu) / Yaş > 2 y      | 1. Acı bakla                 | 1. Bitkisel çay (üretim atıkları)   |
| 2. Süt Sığırtı (sulu) / Yaş 1-2 y      | 2. Ağaç yaprakları (yeşil)   | 2. Bitkisel posa (taze)             |
| 3. Süt Sığırtı (sulu) / Yaş < 1 y      | 3. Ayçiçeği silajı           | 3. Biyo atık                        |
| 4. Et Sığırtı (sulu) / Yaş > 2 y       | 4. Ayçiçeği tohumu           | 4. Biyoatık (evsel)                 |
| 5. Et Sığırtı (sulu) / Yaş 1-2 y       | 5. Bakla silajı              | 5. Bozuk yağ                        |
| 6. Et Sığırtı (sulu) / Yaş < 1 y       | 6. Bezelye                   | 6. CCM (mısır koçanı karışımı)      |
| 7. Büyük Baş Hayvan (Katı) / Yaş > 2 y | 7. Buğday                    | 7. Çamur (ham)                      |
| 8. Büyük Baş Hayvan (Katı) / Yaş 1-2 y | 8. Buğday silajı             | 8. Çamur (stabilize)                |
| 9. Büyük Baş Hayvan (Katı) / Yaş < 1 y | 9. Çavdar silajı             | 9. Çavdar                           |
| 10. Tavuk Dışkı/Yumurta                | 10. Çim silajı               | 10. Çavdar unu                      |
| 11. Tavuk Dışkı/Kesimlik               | 11. Çükündür küspesi         | 11. DDGS (etanol-proses atığı)      |
| 12. Koyun/Keçi                         | 12. Darı                     | 12. Distilasyon atık suyu           |
| 13. At/Hareketsiz                      | 13. Fasulye (kuru)           | 13. Ekmek                           |
| 14. At/Hafif egzersiz                  | 14. Fasulye (yeşil)          | 14. Elma posası                     |
| 15. At/Orta egzersiz                   | 15. Filotu silajı            | 15. Gliserin                        |
| 16. At/Yoğun egzersiz                  | 16. Hasır otu silajı         | 16. Gres ayırıcı                    |
| 17. Domuz Dışkı/Besi domuzu            | 17. Haşhaş silajı            | 17. Gres ayırıcı                    |
| 18. Domuz Dışkı/Damızlık domuzu        | 18. Hububat                  | 18. Haşhaş                          |
|  | 19. Keten tohumu             | 19. İşkembe içeriği                 |
|  | 20. Kolza silajı             | 20. Kan                             |
|  | 21. Kolza tohumu             | 21. Kanola küspesi (%15 yağ)        |
|  | 22. Malt çimi                | 22. Karasu (evsel atık su)          |
|  | 23. Mısır silajı             | 23. Kolza tohumu (kek)              |
|  | 24. Pancar silajı            | 24. Malt - kahve posası (yeni)      |
|  | 25. Patates                  | 25. Malt atığı                      |
|  | 26. Patates (atık)           | 26. Melas                           |
|  | 27. Peyzaj düzenleme çimleri | 27. Organik atık                    |
|  | 28. Saman                    | 28. Patates (alkol üretimi)         |
|  | 29. Soya fasulyesi (taze)    | 29. Patates (nişasta üretimi)       |
|  | 30. Sudan otu silaj          | 30. Patates (sebze-nişasta üretimi) |
|  | 31. Süpürge darısı silajı    | 31. Patates kabuğu                  |
|  | 32. Şeker pancarı            | 32. Patates püresi                  |
|  | 33. Tahıl GPS ürünü          | 33. Patates püresi (kek)            |
|  | 34. Tahıl taneleri           | 34. Patates şilempesi               |
|  | 35. Tane mısır               | 35. Peynir                          |
|  | 36. Triticale silajı         | 36. Peynir altı suyu                |
|  | 37. Triticale tohumu         | 37. Sebze                           |
|  | 38. Yeşil çavdar silajı      | 38. Tahıl tozu                      |
|  | 39. Yonca (kaba)             | 39. Tohum kabuğu                    |

Tabloda alternatif olarak kullanılabilecek potansiyel organik atıklar ve enerji bitkileri listelenmiştir. Bunlar; hayvansal atıklar, enerji bitkileri ve diğer atıklardır. Ancak fizibilite raporunda hayvansal atık dışındaki alternatifler dikkate alınmamıştır.

Biyogaz hesaplamalarında literatürde verilen aralık değerlerinin ortalaması kullanılmıştır. Atıkların yoğunlukları kimyasal kompozisyonlarından fermantasyon aşamasına kadar bekleme sürelerine ve bitkisel ürünler için yetiştirme koşullarından sulama sıklığına kadar pek çok farklı etkene bağlıdır.

Fermentasyondaki biyokimyasal reaksiyonlar ile organik maddenin biyogaza dönüşmesi sonucunda meydana gelen hammadde dekompozisyon oranları hayvansal atıklar için beslenme, enerji bitkileri için gelişme koşulları gibi nedenlere bağlıdır. Bu nedenle birbirinden farklı aralıkta değerler bulunmuştur. Hesaplamalarda %50 dekompozisyon oranı tüm hammaddeler için kabul edilmiştir. Tesisin kesin projelendirilmesinde daha detaylı laboratuvar denemelerinin yapılması önerilmektedir.

**Toplam Kuru Madde ve Organik Toplam Kuru Madde:** Biyogaz tesisleri tasarımı için gerekli olan önemli parametreler içinde yer alan toplam kuru madde ve organik toplam kuru madde değerleri gerçekleştirilen literatür taramalarıyla belirlenmiştir. Araştırma sonucu elde edilen verilerden toplam **kuru madde** değeri (KM), suyun 105°C'de buharlaştırılmasından sonra geriye kalan suda çözünen ve çözünmeyen bileşenlerinden oluşan kısmın yüzde oranı olarak belirlenmiş ifadesidir. **Organik kuru madde** değeri (oKM) 550-600°C'de kuru maddenin 15 dakika boyunca yakılması sonucunda ortaya çıkan inorganik madde miktarının kuru maddeden çıkartılması ile belirlenmiş olan değeri ifade etmektedir.

### Eskişehir İlinde Tarım Faaliyetleri Sonucunda Ortaya Çıkan Atık Miktarının Tespiti:

**Tablo 13. Eskişehir Tarımsal Ürün Üretim ve Atık Miktarları**

| Ürün Türü                      | Ürün                   | 2018 Yılı Üretim Miktarı | Atık Oranı | Atık Miktarı (Ton) |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------|------------|--------------------|
| Sebze                          | Fasulye, Taze - Ton    | 2.081                    | 4,00%      | 83,24              |
|                                | Barbunya, Taze - Ton   | 427                      | 4,00%      | 17,08              |
|                                | Bezelye, Taze - Ton    | 3.719                    | 4,00%      | 148,76             |
|                                | Bakla, Taze - Ton      | 105                      | 4,00%      | 4,2                |
|                                | Kuşkonmaz - Ton        | 159                      | 4,00%      | 6,36               |
|                                | Lahana (Beyaz) - Ton   | 2.299                    | 4,00%      | 91,96              |
|                                | Lahana (Kırmızı) - Ton | 645                      | 4,00%      | 25,8               |
|                                | Lahana (Brüksel) - Ton | 40                       | 4,00%      | 1,6                |
|                                | Karnabahar - Ton       | 1.824                    | 4,00%      | 72,96              |
|                                | Brokoli - Ton          | 3.319                    | 4,00%      | 132,76             |
|                                | Marul (Kıvırcık) - Ton | 11.820                   | 4,00%      | 472,8              |
|                                | Marul (Göbekli) - Ton  | 2.991                    | 4,00%      | 119,64             |
|                                | Marul (İnceberg) - Ton | 1.420                    | 4,00%      | 56,8               |
|                                | İspanak - Ton          | 4.198                    | 4,00%      | 167,92             |
|                                | Enginar - Ton          | 30                       | 4,00%      | 1,2                |
|                                | Kereviz (Sap) - Ton    | 200                      | 4,00%      | 8                  |
|                                | Semizotu - Ton         | 1.533                    | 4,00%      | 61,32              |
|                                | Maydanoz - Ton         | 4.974                    | 4,00%      | 198,96             |
|                                | Roka - Ton             | 7.261                    | 4,00%      | 290,44             |
|                                | Tere - Ton             | 2.234                    | 4,00%      | 89,36              |
|                                | Nane - Ton             | 45                       | 4,00%      | 1,8                |
|                                | Dereotu - Ton          | 530                      | 4,00%      | 21,2               |
|                                | Karpuz - Ton           | 8.044                    | 4,00%      | 321,76             |
|                                | Kavun - Ton            | 9.023                    | 4,00%      | 360,92             |
| Biber (Salçalık, Kapyra) - Ton | 2.889                  | 4,00%                    | 115,56     |                    |
| Biber (Dolmalık) - Ton         | 3.870                  | 4,00%                    | 154,8      |                    |

ESKİŞEHİR İLİ TARIM VE HAYVANCILIK FAALİYETLERİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLARDAN ENERJİ ÜRETİMİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

| Ürün Türü      | Ürün                             | 2018 Yılı Üretim Miktarı | Atık Oranı | Atık Miktarı (Ton) |
|----------------|----------------------------------|--------------------------|------------|--------------------|
|                | Biber (Sivri) - Ton              | 7.184                    | 4,00%      | 287,36             |
|                | Hıyar (Sofralık) - Ton           | 30.087                   | 4,00%      | 1203,48            |
|                | Hıyar (Turşuluk) - Ton           | 14.048                   | 4,00%      | 561,92             |
|                | Patlıcan - Ton                   | 5.007                    | 4,00%      | 200,28             |
|                | Domates (Sofralık) - Ton         | 84.580                   | 4,00%      | 3383,2             |
|                | Domates (Salçalık) - Ton         | 1.362                    | 4,00%      | 54,48              |
|                | Bamya - Ton                      | 6                        | 4,00%      | 0,24               |
|                | Kabak (Sakız) - Ton              | 4.121                    | 4,00%      | 164,84             |
|                | Bal Kabağı - Ton                 | 1.651                    | 4,00%      | 66,04              |
|                | Kabak (Çerezlik) - Ton           | 3.196                    | 4,00%      | 127,84             |
|                | Havuç - Ton                      | 1.544                    | 4,00%      | 61,76              |
|                | Sarımsak (Taze) - Ton            | 34                       | 4,00%      | 1,36               |
|                | Sarımsak (Kuru) - Ton            | 38                       | 4,00%      | 1,52               |
|                | Soğan (Taze) - Ton               | 12.825                   | 4,00%      | 513                |
|                | Soğan (Kuru) - Ton               | 106.040                  | 4,00%      | 4241,6             |
|                | Pırasa - Ton                     | 1.263                    | 4,00%      | 50,52              |
|                | Kırmızı Pancar - Ton             | 75                       | 4,00%      | 3                  |
|                | Turp (Bayır) - Ton               | 83                       | 4,00%      | 3,32               |
|                | Turp (Kırmızı) - Ton             | 379                      | 4,00%      | 15,16              |
|                | Mantar (Kültür) - Ton            | 128                      | 4,00%      | 5,12               |
| Örtüaltı Sebze | Biber üretimi - Ton              | 1.563                    | 4,00%      | 62,52              |
|                | Domates üretimi - Ton            | 15.954                   | 4,00%      | 638,16             |
|                | Fasulye (Taze) üretimi - Ton     | 142                      | 4,00%      | 5,68               |
|                | Hıyar üretimi - Ton              | 14.145                   | 4,00%      | 565,8              |
|                | Marul üretimi - Ton              | 3.420                    | 4,00%      | 136,8              |
|                | Patlıcan üretimi - Ton           | 4                        | 4,00%      | 0,16               |
|                | Sofralık Üzüm, Çekirdekli - Ton  | 656                      | 2,00%      | 13,12              |
|                | Sofralık Üzüm, Çekirdeksiz - Ton | 1                        | 2,00%      | 0,02               |
|                | Şaraplık Üzümler - Ton           | 763                      | 6,00%      | 45,78              |
|                | İncir (Yaş) - Ton                | 111                      | 6,00%      | 6,66               |
|                | Elma (Golden) - Ton              | 899                      | 6,00%      | 53,94              |
|                | Elma (Starking) - Ton            | 1.618                    | 6,00%      | 97,08              |
|                | Elma (Amasya) - Ton              | 169                      | 6,00%      | 10,14              |
|                | Elma (Granny Smith) - Ton        | 205                      | 6,00%      | 12,3               |
|                | Diğer Elmalar - Ton              | 921                      | 6,00%      | 55,26              |
|                | Armut - Ton                      | 428                      | 6,00%      | 25,68              |
|                | Ayva - Ton                       | 224                      | 6,00%      | 13,44              |
|                | Kayısı - Ton                     | 342                      | 5,00%      | 17,1               |
|                | Zerdali - Ton                    | 334                      | 5,00%      | 16,7               |
|                | Kiraz - Ton                      | 12.815                   | 5,00%      | 640,75             |
|                | Vişne - Ton                      | 474                      | 5,00%      | 23,7               |

| Ürün Türü                          | Ürün                                  | 2018 Yılı Üretim Miktarı | Atık Oranı | Atık Miktarı (Ton) |
|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------|--------------------|
| Meyveler                           | Şeftali - Ton                         | 196                      | 5,00%      | 9,8                |
|                                    | Nektarin - Ton                        | 216                      | 5,00%      | 10,8               |
|                                    | Erik - Ton                            | 552                      | 5,00%      | 27,6               |
|                                    | İğde - Ton                            | 192                      | 5,00%      | 9,6                |
|                                    | Çilek - Ton                           | 40                       | 5,00%      | 2                  |
|                                    | Dut - Ton                             | 283                      | 5,00%      | 14,15              |
|                                    | Badem - Ton                           | 665                      | 5,00%      | 33,25              |
|                                    | Şam Fıstığı (Antep Fıstığı) - Ton     | 8                        | 2,00%      | 0,16               |
|                                    | Ceviz - Ton                           | 889                      | 2,00%      | 17,78              |
|                                    | Nar - Ton                             | 1.688                    | 2,00%      | 33,76              |
|                                    | Trabzon Hurması (Cennet Elması) - Ton | 143                      | 4,00%      | 5,72               |
|                                    | Sofralık Zeytinler - Ton              | 347                      | 4,00%      | 13,88              |
|                                    | Anason, İşlenmemiş - Ton              | 82                       | 4,00%      | 3,28               |
|                                    | Kimyon, İşlenmemiş - Ton              | 216                      | 4,00%      | 8,64               |
|                                    | Kekik, İşlenmemiş - Ton               | 5                        | 4,00%      | 0,2                |
|                                    | Çörek Otu Tohumu - Ton                | 19                       | 4,00%      | 0,76               |
| Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler | Durum Buğdayı - Ton                   | 4.202                    | 4,00%      | 168,08             |
|                                    | Buğday, Durum Buğdayı Hariç - Ton     | 526.919                  | 4,00%      | 21076,76           |
|                                    | Mısır - Ton                           | 122.318                  | 4,00%      | 4892,72            |
|                                    | Arpa (Biralık) - Ton                  | 1.481                    | 4,00%      | 59,24              |
|                                    | Arpa (Diğer) - Ton                    | 259.524                  | 4,00%      | 10380,96           |
|                                    | Çavdar - Ton                          | 6.637                    | 4,00%      | 265,48             |
|                                    | Yulaf - Ton                           | 10.853                   | 4,00%      | 434,12             |
|                                    | Darı - Ton                            | 32                       | 4,00%      | 1,28               |
|                                    | Kuş Yemi - Ton                        | 405                      | 4,00%      | 16,2               |
|                                    | Triticale - Ton                       | 1.245                    | 4,00%      | 49,8               |
|                                    | Fasulye, Kuru - Ton                   | 451                      | 4,00%      | 18,04              |
|                                    | Nohut, Kuru - Ton                     | 5.991                    | 4,00%      | 239,64             |
|                                    | Mercimek, Kuru (Kırmızı) - Ton        | 0                        | 4,00%      | 0                  |
|                                    | Mercimek, Kuru (Yeşil) - Ton          | 104                      | 4,00%      | 4,16               |
|                                    | Burçak (Dane) - Ton                   | 6                        | 4,00%      | 0,24               |
|                                    | Kanola Veya Kolza Tohumu - Ton        | 2                        | 4,00%      | 0,08               |
|                                    | Ayçiçeği Tohumu (Yağlık) - Ton        | 39.879                   | 4,00%      | 1595,16            |
|                                    | Ayçiçeği Tohumu (Çerezlik) - Ton      | 3.311                    | 4,00%      | 132,44             |
|                                    | Haşhaş Tohumu - Ton                   | 1.246                    | 4,00%      | 49,84              |
|                                    | Aspir Tohumu - Ton                    | 184                      | 4,00%      | 7,36               |
|                                    | Patates (Tatlı Patates Hariç) - Ton   | 59.845                   | 4,00%      | 2393,8             |
|                                    | Şeker Pancarı - Ton                   | 958.965                  | 4,00%      | 38358,6            |
|                                    | Şeker Pancarı Tohumları - Ton         | 466                      | 4,00%      | 18,64              |
| Fiğ (Adi) (Yeşil Ot) - Ton         | 20.554                                | 4,00%                    | 822,16     |                    |
| Fiğ (Macar) (Yeşil Ot) - Ton       | 28.829                                | 4,00%                    | 1153,16    |                    |

| Ürün Türü | Ürün                                  | 2018 Yılı Üretim Miktarı | Atık Oranı | Atık Miktarı (Ton) |
|-----------|---------------------------------------|--------------------------|------------|--------------------|
|           | Fiğ (Diğer) (Yeşil Ot) - Ton          | 68                       | 4,00%      | 2,72               |
|           | Yonca (Yeşilot) - Ton                 | 277.516                  | 4,00%      | 11100,64           |
|           | Korunga (Yeşilot) - Ton               | 1.234                    | 4,00%      | 49,36              |
|           | Yulaf (Yeşilot) - Ton                 | 1.394                    | 4,00%      | 55,76              |
|           | Sorgum (Yeşilot) - Ton                | 1.856                    | 4,00%      | 74,24              |
|           | Triticale (Yeşilot) - Ton             | 756                      | 4,00%      | 30,24              |
|           | Mısır (Hasıl) - Ton                   | 86                       | 4,00%      | 3,44               |
|           | Mısır (Silaj) - Ton                   | 261.046                  | 4,00%      | 10441,84           |
|           | Hayvan Pancarı - Ton                  | 1.167                    | 4,00%      | 46,68              |
|           | Yem Şalgamı - Ton                     | 50                       | 4,00%      | 2                  |
|           | Bezelye (Yemlik) - Ton                | 6.064                    | 4,00%      | 242,56             |
|           | İtalyan Çimi (Yemlik) - Ton           | 1.272                    | 4,00%      | 50,88              |
|           | Yonca Tohumu - Ton                    | 10                       | 4,00%      | 0,4                |
|           | Haşhaş Kapsülü (Haşhaş Kellesi) - Ton | 1.246                    | 4,00%      | 49,84              |
|           | Adaçayı - Ton                         | 1                        | 4,00%      | 0,04               |
|           | Lavanta - Ton                         | 4                        | 4,00%      | 0,16               |

**Kaynak:** T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009 / TÜİK, 2019

Tabloda Eskişehir'de üretilen tarımsal ürünlerin üretim ve atık miktarları verilmiştir. Atık miktarlarının belirlenmesinde 2018 yılı verileri baz alınmıştır. Bu durumun sebebi 2018 yılının sona eren en güncel verilere sahip olmasıdır. Atık oranları genel geçer varsayımlar doğrultusunda ürünlere göre belirlenmiştir. Ardından üretim miktarı ve atık oranları çarpılarak ürün bazında ortaya çıkan atık miktarları tespit edilmiştir.

#### Eskişehir İlinde Hayvancılık Faaliyetleri Sonucunda Ortaya Çıkan Atık Miktarının Tespiti:

**Tablo 14. Eskişehir Hayvan Varlığı ve Atık Miktarları**

| Ana Kategori   | Türü     | Cinsi                                 | 2018 Yılı Hayvan Varlığı | Günlük Atık Miktarı (kg) | Toplam Atık (kg/gün) |
|----------------|----------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Hayvansal Ürün | Kümes    | Hindi, Canlı                          | 37.147                   | 0,08                     | 2971,76              |
| Hayvansal Ürün | Kümes    | Kaz, Canlı                            | 14.217                   | 0,09                     | 1279,53              |
| Hayvansal Ürün | Kümes    | Ördek ve Beç Tavuğu, Canlı            | 5.192                    | 0,07                     | 363,44               |
| Hayvansal Ürün | Kümes    | Et Tavuğu Sayısı                      | 2.447.500                | 0,06                     | 146850,00            |
| Hayvansal Ürün | Küçükbaş | Koyun, Canlı (Yerli ve Diğerleri)     | 215.724                  | 1,90                     | 409875,60            |
| Hayvansal Ürün | Küçükbaş | Keçi, Canlı (Tiftik Keçisi)           | 10.606                   | 1,75                     | 18560,50             |
| Hayvansal Ürün | Küçükbaş | Keçi, Canlı (Kıl Keçisi ve Diğerleri) | 68.878                   | 1,75                     | 120536,50            |

| Ana Kategori   | Türü     | Cinsi                                 | 2018 Yılı Hayvan Varlığı | Günlük Atık Miktarı (kg) | Toplam Atık (kg/gün) |
|----------------|----------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Hayvansal Ürün | Küçükbaş | Koyun, Canlı (Merinos)                | 232.704                  | 1,90                     | 442137,60            |
| Hayvansal Ürün | Küçükbaş | Koyun, Canlı (Yerli ve Diğerleri)     | 91.860                   | 1,90                     | 174534,00            |
| Hayvansal Ürün | Küçükbaş | Keçi, Canlı (Tiftik Keçisi)           | 3.151                    | 1,80                     | 5671,80              |
| Hayvansal Ürün | Küçükbaş | Keçi, Canlı (Kıl Keçisi ve Diğerleri) | 24.262                   | 1,80                     | 43671,60             |
| Hayvansal Ürün | Büyükbaş | Süt Sığırları, Canlı (Saf Kültür)     | 34.695                   | 44,00                    | 1526580,00           |
| Hayvansal Ürün | Büyükbaş | Süt Sığırları, Canlı (Kültür Melezi)  | 19.173                   | 46,00                    | 881958,00            |
| Hayvansal Ürün | Büyükbaş | Süt Sığırları, Canlı (Yerli)          | 3.460                    | 45,00                    | 155700,00            |
| Hayvansal Ürün | Büyükbaş | Süt Sığırları, Canlı (Manda)          | 236                      | 45,00                    | 10620,00             |

**Kaynak:** T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009 / TÜİK, 2019

Tabloda Eskişehir'de bulunan hayvan varlığı ve bu hayvanlardan elde edilen atık miktarları verilmiştir. Atık miktarı hesaplamasında 2018 yılı hayvan varlığı verileri kullanılmıştır. Bu durumun sebebi 2018 yılının 12 aylık en güncel verilere sahip olmasıdır. Tabloda verilen atık oranları yapılan literatür araştırmaları neticesinde elde edilen ve kabul gören oranlardır. Atık miktarı verileri atık oranları ile hayvan sayısının çarpılması ile bulunmuştur.

#### Eskişehir İlindeki Tarımsal Atıkların Yaş Madde, Kuru Madde ve Organik Kuru Madde Verileri:

**Tablo 15. Tarımsal Ürün Atıkları Yaş Madde, Kuru Madde ve Organik Kuru Madde Verileri**

| Ürün                              | 2018 Üretim Miktarı | Atık Oranı % | Atık Miktarı (Ton) | KM Oranı (%) | KM (Ton) | Yaş Madde Oranı | Yaş Madde Miktarı (Ton) | oKM Oranı | oKM Miktarı (Ton) |
|-----------------------------------|---------------------|--------------|--------------------|--------------|----------|-----------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| Durum Buğdayı - Ton               | 4.202               | 4,0          | 168                | 87%          | 146      | 13%             | 22                      | 97%       | 142               |
| Buğday, Durum Buğdayı Hariç - Ton | 526.919             | 4,0          | 21.077             | 87%          | 18.337   | 13%             | 2.740                   | 97%       | 17.787            |
| Mısır - Ton                       | 122.318             | 4,0          | 4.893              | 87%          | 4.257    | 13%             | 636                     | 97%       | 4.129             |
| Arpa (Biralık) - Ton              | 1.481               | 4,0          | 59                 | 87%          | 52       | 13%             | 8                       | 97%       | 50                |
| Arpa (Diğer) - Ton                | 259.524             | 4,0          | 10.381             | 87%          | 9.031    | 13%             | 1.350                   | 97%       | 8.760             |
| Çavdar - Ton                      | 6.637               | 4,0          | 265                | 87%          | 231      | 13%             | 35                      | 97%       | 224               |
| Yulaf - Ton                       | 10.853              | 4,0          | 434                | 87%          | 378      | 13%             | 56                      | 97%       | 366               |
| Şeker Pancarı - Ton               | 958.965             | 4,0          | 38.359             | 23%          | 8.822    | 77%             | 29.536                  | 90%       | 7.940             |

| Ürün                        | 2018 Üretim Miktarı | Atık Oranı % | Atık Miktarı (Ton) | KM Oranı (%) | KM (Ton) | Yaş Madde Oranı | Yaş Madde Miktarı (Ton) | oKM Oranı | oKM Miktarı (Ton) |
|-----------------------------|---------------------|--------------|--------------------|--------------|----------|-----------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| Sorgum (Yeşilot) - Ton      | 1.856               | 4,0          | 74                 | 27%          | 20       | 73%             | 54                      | 91%       | 18                |
| Mısır (Silaj) - Ton         | 261.046             | 4,0          | 10.442             | 33%          | 3.446    | 67%             | 6.996                   | 95%       | 3.274             |
| Hayvan Pancarı - Ton        | 1.167               | 4,0          | 47                 | 16%          | 7        | 84%             | 39                      | 90%       | 7                 |
| İtalyan Çimi (Yemlik) - Ton | 1.272               | 4,0          | 51                 | 35%          | 18       | 65%             | 33                      | 90%       | 16                |

**Kaynak:** T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009 / TÜİK, 2019

Tabloda biyogaz tesislerinde kullanılan tarımsal ürün atık verileri paylaşılmıştır. Diğer tarımsal ürün atıklarının hesaplama dâhil edilmemesinin nedeni biyogaz tesislerinde kullanılmaması ve biyogaz bakımından verimli olmamasıdır. Bu doğrultuda biyogaz bakımından verimli bitkisel atıkların kuru ve organik kuru madde miktarları tespit edilmiştir. Kuru madde miktarını bulmak için atık miktarı ve kuru madde oranı çarpılmıştır. Ardından organik kuru madde miktarını bulmak için ise kuru madde miktarı ve organik kuru madde oranı çarpılmıştır.

**Eskişehir İlindeki Hayvan Atıklarının Yaş Madde, Kuru Madde ve Organik Kuru Madde Verileri:**

**Tablo 16. Hayvan Atıkları Yaş Madde, Kuru Madde ve Organik Kuru Madde Verileri**

| Cinsi                             | 2018 Hayvan Varlığı | Günlük Atık Miktarı (kg) | Toplam Atık (kg/gün) | KM Oranı (%) | KM Miktarı (Ton) | Yaş Madde (%) | Yaş Madde Miktarı (Ton) | oKM Oranı (%) | oKM Miktarı (Ton) |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|--------------|------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------|
| Hindi, Canlı                      | 37.147              | 0,08                     | 2.972                | 25%          | 743              | 75%           | 2.229                   | 75%           | 557               |
| Kaz, Canlı                        | 14.217              | 0,09                     | 1.280                | 25%          | 320              | 75%           | 960                     | 75%           | 240               |
| Ördek ve Beç Tavuğu, Canlı        | 5.192               | 0,07                     | 363                  | 25%          | 91               | 75%           | 273                     | 75%           | 68                |
| Et Tavuğu Sayısı                  | 2.447.500           | 0,06                     | 146.850              | 25%          | 36.713           | 75%           | 110.138                 | 75%           | 27.534            |
| Koyun, Canlı (Yerli ve Diğerleri) | 215.724             | 1,90                     | 409.876              | 30%          | 122.963          | 70%           | 286.913                 | 85%           | 104.518           |
| Keçi, Canlı (Tiftik Keçisi)       | 10.606              | 1,75                     | 18.561               | 30%          | 5.568            | 70%           | 12.992                  | 85%           | 4.733             |
| Keçi, Canlı (Kıl Keçisi)          | 68.878              | 1,75                     | 120.537              | 30%          | 36.161           | 70%           | 84.376                  | 85%           | 30.737            |

| Cinsi                                 | 2018 Hayvan Varlığı | Günlük Atık Miktarı (kg) | Toplam Atık (kg/gün) | KM Oranı (%) | KM Miktarı (Ton) | Yaş Madde (%) | Yaş Madde Miktarı (Ton) | oKM Oranı (%) | oKM Miktarı (Ton) |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|--------------|------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------|
| ve Diğerleri)                         |                     |                          |                      |              |                  |               |                         |               |                   |
| Koyun, Canlı (Merinos)                | 232.704             | 1,90                     | 442.138              | 30%          | 132.641          | 70%           | 309.496                 | 85%           | 112.745           |
| Koyun, Canlı (Yerli ve Diğerleri)     | 91.860              | 1,90                     | 174.534              | 30%          | 52.360           | 70%           | 122.174                 | 85%           | 44.506            |
| Keçi, Canlı (Tiftik Keçisi)           | 3.151               | 1,80                     | 5.672                | 30%          | 1.702            | 70%           | 3.970                   | 85%           | 1.446             |
| Keçi, Canlı (Kıl Keçisi ve Diğerleri) | 24.262              | 1,80                     | 43.672               | 30%          | 13.101           | 70%           | 30.570                  | 85%           | 11.136            |
| Süt Sığırları, Canlı (Saf Kültür)     | 34.695              | 44,00                    | 1.526.580            | 12%          | 183.190          | 88%           | 1.343.390               | 80%           | 146.552           |
| Süt Sığırları, Canlı (Kültür Melezi)  | 19.173              | 46,00                    | 881.958              | 12%          | 105.835          | 88%           | 776.123                 | 80%           | 84.668            |
| Süt Sığırları, Canlı (Yerli)          | 3.460               | 45,00                    | 155.700              | 12%          | 18.684           | 88%           | 137.016                 | 80%           | 14.947            |
| Süt Sığırları, Canlı (Manda)          | 236                 | 45,00                    | 10.620               | 12%          | 1.274            | 88%           | 9.346                   | 80%           | 1.020             |

**Kaynak:** T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009 / TÜİK, 2019

**Volümetrik Biyogaz Üretim Potansiyeli ve Metan İçeriği:** Biyogaz tesisleri tasarlanırken özellikle kurulu elektrik güç kapasitesinin hesaplanmasında kullanılan biyogaz üretim potansiyeli için gerekli atıkların verilerinin tespiti ve laboratuvar analizi literatür araştırması ile belirlenmiştir. Araştırma sonucunda her bir hammadde için bulunan veriler ton organik kuru madde başına metreküp biyogaz üretimi (m<sup>3</sup> biyogaz/ton oKM) olarak belirlenmiştir.

**Tablo 17. Organik Kuru Madde Başına Metreküp Biyogaz Üretimi**

| Hammadde                               | %KM | %oKM | Miktar  | Birim |
|--|-----|------|---------|-------|
| Büyükbaş Hayvan (Süt Sığırını > 2 yaş) | 12  | 80   | 7.000   | Adet  |
| Küçükbaş Hayvan                        | 30  | 85   | 110.000 | Adet  |
| Tavuk Gübresi                          | 25  | 75   | 900.000 | Adet  |



a. Günlük beslenen hayvansal atık miktarının belirlenmesi;

$$\text{Süt sığırı (> 2 yaş) atık miktarı} = 55 \text{ lt} \cdot \text{adet}^{-1} \cdot \text{gün}^{-1}$$

$$\text{Süt sığırı (> 2 yaş) atık yoğunluğu} = 1 \text{ ton} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\text{Günlük beslenen büyük baş hayvan atık miktarı} = 55 \text{ lt} \cdot 7000 \cdot 1$$

$$\text{Günlük beslenen büyük baş hayvan atık miktarı} = 385 \text{ ton} \cdot \text{gün}^{-1}$$

$$\text{Küçük baş hayvan atık miktarı} = 1.75 \text{ kg} \cdot \text{adet}^{-1} \cdot \text{gün}^{-1}$$

$$\text{Yoğunluğu} = 0.8 \text{ ton} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\text{Günlük beslenen küçük baş hayvan atık miktarı} = 1.74 \cdot 110000 \cdot 1$$

$$\text{Günlük beslenen hayvansal atık miktarı} = 191.4 \text{ ton} \cdot \text{gün}^{-1}$$

$$\text{Tavuk atığı miktarı} = 0.082 \text{ kg} \cdot \text{adet}^{-1} \cdot \text{gün}^{-1}$$

$$\text{Atık yoğunluğu} = 0.7 \text{ ton} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\text{Günlük beslenen hayvansal atık miktarı} = 0.082 \text{ kg} \cdot 900000 \cdot 1$$

$$\text{Günlük beslenen hayvansal atık miktarı} = 74.5 \text{ ton} \cdot \text{gün}^{-1}$$

Atıkların karışımına günlük ortalama 120 m<sup>3</sup> su ilavesi düşünülmüştür.

b. Hesap aracının hesaplama yaparken temel aldığı parametreler

**Tablo 18. Hesaplamaların Yapılacağı Hammadde Özellikleri**

| Hammadde                             | %KM | %oKM | Miktar (ton) | Birim Gaz Üretimi (L/kg oKM) |
|--------------------------------------|-----|------|--------------|------------------------------|
| Büyükbaş Hayvan (Süt Sığırı > 2 yaş) | 12  | 80   | 385          | 380                          |
| Küçükbaş Hayvan                      | 30  | 85   | 191.4        | 250                          |
| Tavuk Gübresi                        | 25  | 75   | 74.5         | 438                          |
| Su                                   | -   | -    | 120          | -                            |

## 2.7. Pazar ve Satış Analizi

Tesiste üretilecek ürünler arasında katı gübre, sıvı gübre, ısı ve elektrik yer almaktadır. Bu dört ürünün satışı yapılacaktır.

Elektrik satışı Yenilenebilir Enerji Kanununda biyogaz için belirtilen 0,103 €/kWh ve yıllık toplam üretilen elektrik enerjisi üretimi baz alınarak hesaplanmıştır. Isı satışı fiyatı 2 € cent/kWh, katı gübre satış fiyatı 50 €/ton ve sıvı gübre satış fiyatı ise 3 €/ton olarak kabul edilmiştir.

**Tablo 19. Satış Programı**

| Kabuller        | Değer  | Birim    |
|-----------------|--------|----------|
| Isı Satışı      | 0-0,02 | Euro/kWh |
| Gübre (Sıvı)    | 0-3    | Euro/Ton |
| Gübre (Katı)    | 0-50   | Euro/Ton |
| Elektrik Satışı | 0,103  | Euro/kWh |

- Elektrik satışından elde edilecek olan gelir;

$$\text{Elektrik Besleme Tarifesi} = 0,103 \text{ Euro kWh}^{-1}$$

$$\text{Tesis Kendi Elektrik Kullanımı} = \% 6$$

$$\text{Yıllık Elektrik Üretimi} = 24.255.185 \text{ kWh yıl}^{-1}$$

$$\text{Net Elektrik Üretimi} = 24.255.185 \cdot (1 - 0,06)$$

$$\text{Yıllık Elektrik Üretimi} = 22.799.874 \text{ kWh yıl}^{-1}$$

$$\text{Net Elektrik Geliri} = \text{Net Elektrik Üretimi} \cdot \text{Besleme Tarifesi}$$

$$\text{Net Elektrik Geliri} = 22.799.874 \cdot 0,103$$

$$\text{Net Elektrik Geliri} = 2.348.387 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

- Isı satışından elde edilecek olan gelir;

$$\text{Isı Satış Bedeli} = 0,02 \text{ Euro kWh}^{-1}$$

$$\text{Tesis Kendi Isı Kullanımı} = \% 20$$

$$\text{Yıllık Isı Üretimi} = 27.091.176 \text{ kWh yıl}^{-1}$$

$$\text{Net Isı Üretimi} = 27.091.176 \cdot (1 - 0,2)$$

$$\text{Net Isı Üretimi} = 21.672.941 \text{ kWh yıl}^{-1}$$

$$\text{Net Isı Geliri} = \text{Net Isı Üretimi} \cdot \text{Isı Satış Bedeli}$$

$$\text{Net Isı Geliri} = 21.672.941 \cdot 0,02$$

$$\text{Net Isı Geliri} = 433.459 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

- Katı ve sıvı gübre satışından elde edilecek olan gelir;

$$\text{Pelet Satışı} = 50 \text{ Euro ton}^{-1}$$

$$\text{Sıvı Gübre Satışı} = 3 \text{ Euro ton}^{-1}$$

$$\text{Organik Dekompozisyon Oranı} = \%50$$

$$\text{Hammadde Giriş Islak Ton} = 301.125 \text{ ton yıl}^{-1}$$

$$\text{Hammadde dekompozisyon} = m_1 \cdot 0,5 + m_2 \cdot 0,5 + \dots$$

$$\text{Hammadde dekompozisyon} = 1,78 + 0,16 + 0,04$$

$$\text{Hammadde dekompozisyon} = 1,98$$

$$\text{Hammadde Çıkış Islak Ton} = \text{hammadde giriş} - \text{Organik Dekompozisyon}$$

$$\text{Hammadde Çıkış Islak Ton} = 250.801 \text{ ton}$$

$$\text{Net Katı Çıkışı (\%25 KM)} = 49.754 \text{ ton yıl}^{-1}$$

$$\text{Net Sıvı Çıkışı} = 238.363 \text{ ton yıl}^{-1}$$

$$\text{Net Pelet Geliri} = 50 \cdot 49.754$$

$$\text{Net Pelet Geliri} = 2.487.700 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

$$\text{Net Sıvı Geliri} = 3 \cdot 238.363$$

$$\text{Net sıvı gübre geliri} = 715.089 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

### 3. TEKNİK ANALİZ

---

#### 3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

Kurulması planlanan tesis için alternatif iki bölge önerisi bulunmaktadır. Bunlarda biri Alpu ilçesi, diğeri ise Seyitgazi ilçesidir. Bu ilçelerde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin gelişmiş olması ve hayvan çiftliklerinin bulunması, yer seçimi konusunda belirleyici etkenler arasında yer almaktadır. Aşağıdaki tabloda her iki ilçenin de hayvan varlığı ve bu varlığa ilişkin günlük atık miktarı göz önünde bulundurulduğunda, bu ilçelerde kurulacak bir tesisin hammadde (hayvansal atık) ihtiyacının ilçe sınırları içinden karşılanabileceği görülmektedir.

**Tablo 20. Alpu ve Seyitgazi İlçelerindeki Hayvan Varlığı ve Günlük Atık Miktarları**

| <b>Alpu ve Seyitgazi İlçelerindeki Hayvan Varlığı ve Günlük Atık Miktarları (TÜİK, 2018 verisi)</b> | <b>Alpu</b> | <b>Günlük Atık Miktarı (Kg)</b> | <b>Toplam Atık Miktarı (Kg/Gün)</b> | <b>Seyitgazi</b> | <b>Günlük Atık Miktarı (Kg)</b> | <b>Toplam Atık Miktarı (Kg/Gün)</b> |
|---|-------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Süt Sığırları, Canlı (Saf Kültür), 2 ve Daha Yukarı Yaşta (İnek)                                    | 2.237       | 44                              | 98.428                              | 6.500            | 44                              | 286.000                             |
| Süt Sığırları, Canlı (Kültür Melezi), 2 ve Daha Yukarı Yaşta (İnek)                                 | 4.667       | 46                              | 214.682                             | 650              | 46                              | 29.900                              |
| Süt Sığırları, Canlı (Yerli), 2 ve Daha Yukarı Yaşta (İnek)   | 1.834       | 45                              | 82.530                              | 18               | 45                              | 810                                 |
| Süt Sığırları, Canlı (Manda), 2 ve Daha Yukarı Yaşta (İnek)   | 39          | 45                              | 1.755                               | 0                | 45                              | 0                                   |
| <b>Büyükbaş Toplam Atık Miktarı (Kg/Gün)</b>  |             |                                 | <b>397.395</b>                      |                  |                                 | <b>316.710</b>                      |
| Koyun (Merinos), Canlı, 6 Aydan Küçük (Dişi ve Erkek), Kuzu   | 4.723       | 1,90                            | 8.974                               | 152              | 1,90                            | 289                                 |
| Koyun (Merinos), Canlı, 6- 12 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Toklu                                       | 6.958       | 1,90                            | 13.220                              | 11.950           | 1,90                            | 22.705                              |
| Koyun (Merinos), Canlı, 12- 24 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Şişek                                      | 6.117       | 1,90                            | 11.622                              | 5.200            | 1,90                            | 9.880                               |
| Koyun (Merinos), Canlı, 2 ve Daha Yukarı Yaşta (Dişi Koyun)   | 9.515       | 1,90                            | 18.079                              | 35.500           | 1,90                            | 67.450                              |
| Koyun (Merinos), Canlı, 2 ve Daha Yukarı Yaşta (Koç)  | 2.778       | 1,90                            | 5.278                               | 998              | 1,90                            | 1.896                               |
| Koyun (Yerli ve Diğerleri), Canlı, 6 Aydan Küçük (Dişi ve Erkek), Kuzu                              | 1.864       | 1,90                            | 3.542                               | 85               | 1,90                            | 162                                 |
| Koyun (Yerli ve Diğerleri), Canlı, 6- 12 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Toklu                            | 7.148       | 1,90                            | 13.581                              | 1.950            | 1,90                            | 3.705                               |
| Koyun (Yerli ve Diğerleri), Canlı, 12- 24 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Şişek                           | 7.487       | 1,90                            | 14.225                              | 1.850            | 1,90                            | 3.515                               |
| Koyun (Yerli ve Diğerleri), Canlı, 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Dişi Koyun                               | 9.987       | 1,90                            | 18.975                              | 4.250            | 1,90                            | 8.075                               |

| Alpu ve Seyitgazi İlçelerindeki Hayvan Varlığı ve Günlük Atık Miktarları (TÜİK, 2018 verisi) | Alpu | Günlük Atık Miktarı (Kg) | Toplam Atık Miktarı (Kg/Gün) | Seyitgazi | Günlük Atık Miktarı (Kg) | Toplam Atık Miktarı (Kg/Gün) |
|--|------|--------------------------|------------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------|
| Koyun (Yerli ve Diğerleri), Canlı, 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Koç                               | 712  | 1,90                     | 1.353                        | 70        | 1,90                     | 133                          |
| Keçi (Tiftik), Canlı, 6 Aydan Küçük (Dişi ve Erkek), Oğlak                                   | 775  | 1,75                     | 1.356                        | 0         | 1,75                     | 0                            |
| Keçi (Tiftik), Canlı, 6-12 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Çebiç                                   | 877  | 1,75                     | 1.535                        | 80        | 1,75                     | 140                          |
| Keçi (Tiftik), Canlı, 12- 24 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Gezdan                                | 984  | 1,75                     | 1.722                        | 130       | 1,75                     | 228                          |
| Keçi (Tiftik), Canlı, 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Dişi Keçi                                      | 825  | 1,75                     | 1.444                        | 150       | 1,75                     | 263                          |
| Keçi (Tiftik), Canlı, 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Teke   | 271  | 1,75                     | 474                          | 7         | 1,75                     | 12                           |
| Keçi (Kıl Keçisi ve Diğerleri), Canlı, 6 Aydan Küçük (Dişi ve Erkek), Oğlak                  | 672  | 1,75                     | 1.176                        | 0         | 1,75                     | 0                            |
| Keçi (Kıl Keçisi ve Diğerleri), Canlı, 6-12 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Çebiç                  | 735  | 1,75                     | 1.286                        | 2.515     | 1,75                     | 4.401                        |
| Keçi (Kıl Keçisi ve Diğerleri), Canlı, 12-24 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Gezdan                | 683  | 1,75                     | 1.195                        | 2.695     | 1,75                     | 4.716                        |
| Keçi (Kıl Keçisi ve Diğerleri), Canlı, 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Dişi Keçi                     | 822  | 1,75                     | 1.439                        | 5.180     | 1,75                     | 9.065                        |
| Keçi (Kıl Keçisi ve Diğerleri), Canlı, 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Teke                          | 298  | 1,75                     | 522                          | 165       | 1,75                     | 289                          |
| Küçükbaş Toplam Atık Miktarı (Kg/Gün)  |      |                          | <b>120.998</b>               |           |                          | <b>136.923</b>               |

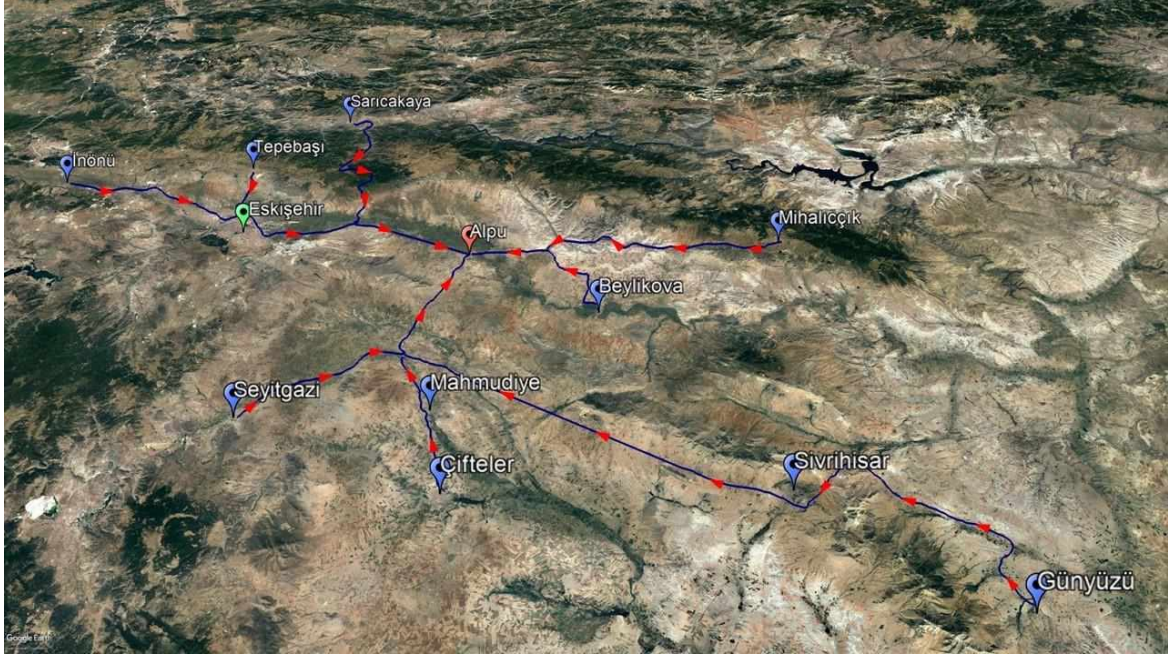
**Kaynak:** TÜİK, 2019

Alpu ve Seyitgazi ilçelerine mesafesi en yakın ilçeler incelendiğinde Alpu ilçesine yakın diğer ilçelerin Beylikova, Çifteler, Mahmudiye ve Seyitgazi ilçeleri; Seyitgazi ilçesine yakın diğer ilçelerin ise Alpu, Han, Mahmudiye ve Odunpazarı ilçeleri olduğu görülmektedir. TÜİK 2018 resmi verileri incelendiğinde bu ilçelerde kurulacak biyogaz tesisine hammadde sağlayacak yeterli sayıda hayvan varlığı olduğu görülmektedir. Maliyet etkinliği göz önünde bulundurulduğunda Alpu'da kurulacak bir biyogaz tesisinin hammadde ihtiyacının ilçe sınırları içinden, benzer şekilde Seyitgazi'ye kurulacak bir biyogaz tesisinin hammadde ihtiyacının ise yine ilçe sınırları içinden karşılanmasının daha



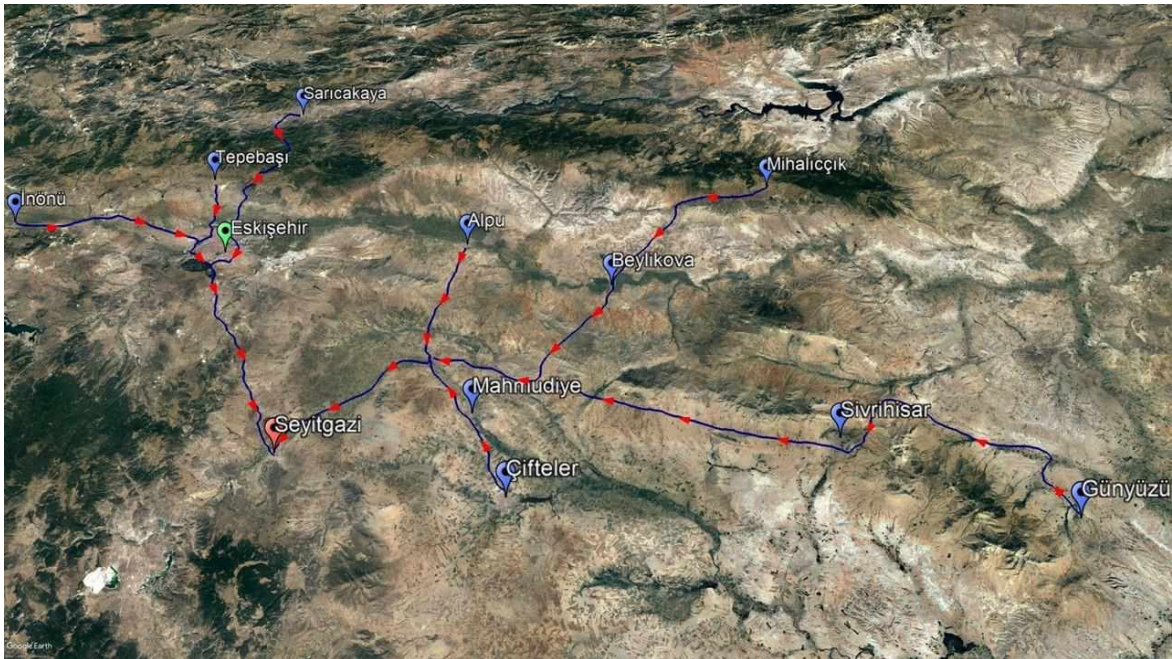
ekonomik olacağı söylenebilir. Belirtilen diğer ilçeler ise hammadde tedariki konusunda alternatif olabilir.

### Şekil 2. Alpu İlçesi Hammadde Güzergâhları



Şekilde yer alan haritada yatırımın Alpu ilçesinde kurulması durumunda hammadde taşıma güzergâhları verilmiştir. Alpu ilçesinde bulunan hayvan varlığı tesisin hammadde ihtiyacını karşılamak için yeterlidir. Ancak Alpu'nun çevre ilçeleri hayvan bakımından hammadde tedarikinde alternatif olma potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda Alpu ilçesinde herhangi bir tedarik sorunu olduğunda çevre ilçelerden hammadde temin edilebilecektir.

### Şekil 3. Seyitgazi İlçesi Hammadde Güzergâhları



Şekilde yer alan haritada yatırımın Seyitgazi ilçesinde kurulması durumunda hammadde taşıma güzergâhları verilmiştir. Seyitgazi’de bulunan hayvan varlığı tesisin hammadde ihtiyacını karşılamak için yeterlidir. Ancak Seyitgazi’nin çevre ilçeleri hayvan bakımından hammadde tedarikinde alternatif olma potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda Seyitgazi’de herhangi bir tedarik sorunu olduğunda çevre ilçelerden hammadde temin edilebilecektir.

Kurulması planlanan biyogaz tesisinin hammadde ihtiyacı incelendiğinde günlük 604 ton hayvansal atık ihtiyacı olduğu görülmektedir. Tesisin aylık ortalama 18.120 ton ve yıllık toplam 217.440 ton hammadde ihtiyacı vardır. Tesisin işletilebilmesi ve beklenen verimliliğinin sağlanabilmesi için günlük, aylık ve yıllık bazda belirtilen düzeyde hammaddenin düzenli olarak sağlanması gerekmektedir.

**Tablo 21. Kurulacak Tesisin Hayvansal Atık İhtiyacı**

| Hayvansal Atık İhtiyacı       |                  |                 |                  |
|-------------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Tip                           | Miktar (Ton/Gün) | Miktar (Ton/Ay) | Miktar (Ton/Yıl) |
| Süt Sığırı (sulu) / Yaş > 2 y | 385              | 11.550          | 138.600          |
| Tavuk Dışkısı/Yumurtalık      | 66               | 1.980           | 23.760           |
| Koyun/Keçi                    | 153              | 4.590           | 55.080           |
| <b>TOPLAM</b>                 | <b>604</b>       | <b>18.120</b>   | <b>217.440</b>   |

Taşıma maliyetlerinin işletme sürecini zorlaştırmaması için “Atığını Getir-Gübreni Götür” yaklaşımı ile atık sahiplerinin atıklarını getirmeleri için teşvik edilmesi hammadde tedariki için belirlenebilecek yöntemlerden biridir. Bu yöntemin yurt dışı ve yurt içinde yapılan tesis ziyaretlerinde, tesislerin hammadde tedarik yöntemi olduğu görülmüştür. Yatırımın ekonomik etkinliği göz önünde bulundurulduğunda bu sistemin tesis işleyişi için uygun olacağı tespit edilmiştir.

Biyogaz tesisini besleyecek hayvansal atık toplama konusunda çiftçiden hayvansal gübre alımı yapılması da mümkündür. Tesise alınan atık konumundaki büyükbaş, küçükbaş hayvan ve tavuk gübreleri için 3,00 Euro/ton ödendiği kabul edilmiştir. Buna göre günlük, aylık ve yıllık bazda hayvan atığı toplama maliyetleri aşağıdaki tabloda detaylandırılmıştır.

**Tablo 22. Gübre Satın Alma Maliyetleri**

| Hayvansal Atık İhtiyacı       |                  |                 |                               |                                  |                                 |                                  |
|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Tip                           | Miktar (ton/gün) | Miktar (ton/ay) | Ton Başına Maliyet (Euro/Ton) | Günlük Toplam Maliyet (Euro/Ton) | Aylık Toplam Maliyet (Euro/Ton) | Yıllık Toplam Maliyet (Euro/Ton) |
| Süt Sığırı (sulu) / Yaş > 2 y | 385              | 11.550          | 3,00                          | 1.155,00                         | 34.650,00                       | 415.800,00                       |
| Tavuk Dışkısı/Yumurtalık      | 66               | 1.980           | 3,00                          | 198,00                           | 5.940,00                        | 71.280,00                        |
| Koyun/Keçi                    | 153              | 4.590           | 3,00                          | 459,00                           | 13.770,00                       | 165.240,00                       |
| <b>TOPLAM</b>                 | <b>1.812,00</b>  |                 |                               | <b>54.360,00</b>                 | <b>652.320,00</b>               |                                  |

Gübre alımı yapılırsa net kümülatif nakit akışına göre bu modelin yatırım için fizibl olmadığı ve tesisin zarar ettiği söylenebilir.

- **Atıkların Üretim Yerlerinden Toplanması Halinde Ortaya Çıkacak Maliyetler**
- **Yatırım Yerinin Alpu İlçesi Olması Durumunda;**

**Tablo 23. Araç Maliyeti Hesabı**

| <b>Araç Maliyeti Hesabı</b>            |      |
|--|------|
| Toplam Taşınacak Atık Miktarı (Ton)    | 604  |
| Araç Başına Taşıma Kapasitesi (Ton)    | 40   |
| Vardiyasız Toplam Araç İhtiyacı (Adet) | 15,1 |
| Araç Vardiyası (Gün Başına)            | 3    |
| Vardiyasız Toplam Araç İhtiyacı (Adet) | 5,03 |

Yapılan hesaplamada toplam araç sayısı günlük toplanacak atık miktarına göre belirlenmiştir. Araçların her birinin 40 ton taşıma kapasitesi olduğu göz önünde bulundurularak araçların her birinin günlük tek sefer yapması halinde 15 araca ve günlük 3 sefer yapması halinde 5 araca ihtiyaç duyulacağı tespit edilmiştir. Buna ilişkin araç satın alma maliyetleri aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 24. Araç Satın Alma Maliyeti**

| <b>Araç Satın Alma Maliyeti (Euro)</b>              |         |
|---|---------|
| 40 Ton Kapasiteli Dizel Kamyon Adet Maliyeti (Euro) | 117.665 |
| İhtiyaç Duyulan Araç Sayısı                         | 5       |
| Toplam Araç Alım Maliyeti (Euro)                    | 588.325 |

Araçların tip ve özellikleri aşağıdaki gibidir:

Motor Hacmi: 3.501 – 4.000 cm<sup>3</sup>

Motor Gücü: 251 - 275 hp

Taşıma Kapasitesi (kg): 30.001 - 40.000

Yakıt: Dizel

Yakıt Tüketimi: 100 km'de 40 ton yükü 36 litre, boş olması durumunda yakıt tüketimi 32 litredir.

Araç alınması ve atığın kaynağından toplanması halinde benzin, işçilik, bakım-onarım ve diğer maliyetlerin doğması öngörülmektedir. Bu maliyetlere ilişkin hesaplamalar şu şekildedir:

**Tablo 25. Alpu İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Yakıt Maliyeti**

| <b>Dizel Benzin Maliyeti Hesabı (Euro)</b>    |           |
|---|-----------|
| Mesafe (km)                                   | 100       |
| Km. Başına Yakıt İhtiyacı (Litre)             | 0,36      |
| 1 Aracın Günlük Yol Mesafesi (km)             | 120       |
| 1 Aracın Toplam Günlük Yakıt İhtiyacı (Litre) | 43,2      |
| 1 Aracın Günlük Yakıt Maliyeti (Euro)         | 44,064    |
| 5 Aracın Günlük Yakıt Maliyeti (Euro)         | 220,32    |
| 5 Aracın Aylık Yakıt Maliyeti (Euro)          | 6.609,60  |
| 5 Aracın Yıllık Yakıt Maliyeti (Euro)         | 79.315,20 |

Alpu ilçesinin alan büyüklüğü 886 km<sup>2</sup>'dir. Araçların günlük yol mesafesi ilçenin alan büyüklüğü göz önünde bulundurularak varsayılmıştır.

Araçların günlük yol mesafesi 3 sefer üzerinden hesaplanmıştır.

Hesaplamalar 40 ton taşıma kapasiteli kamyon (atık taşımaya uygun) üzerinden yapılmıştır. Aracın yakıt tüketimi 100 km'de 40 ton yükü 36 litredir. Eskişehir İlinde 2019 yılı dizel yakıtın litre fiyatı 6,54 Liradır.



2019 yılı 5.11.2019 tarihli Merkez Bankası Euro döviz alış kuru 6,3740; dolayısıyla dizel yakıtın litre fiyatı 1,02 Euro olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 26. Alpu İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin İşçilik Maliyeti**

| <b>İşçilik Maliyeti Hesabı (Euro)</b>         |           |
|---|-----------|
| 1 İşçinin Saatlik Ücreti (Euro)               | 1,14      |
| Çalışma Süresi (Saat)                         | 8         |
| Gün Sayısı                                    | 360       |
| 1 İşçinin Günlük Maliyeti (Euro)              | 9,12      |
| 1 İşçinin Yıllık Maliyeti (Euro)              | 3.283,20  |
| Araç Başına 3 İşçinin Yıllık Maliyeti (Euro)  | 9.849,60  |
| 5 Araç İçin 15 İşçinin Yıllık Maliyeti (Euro) | 49.248,00 |

Araç başına 3 işçi varsayılmıştır. Bu işçilerden biri aracın kullanılmasında, diğer ikisi ise atıkların toplanmasında görev alacaktır.

**Tablo 27. Alpu İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Araçların Bakım-Onarım ve Diğer Maliyetleri**

| <b>Bakım-Onarım ve Diğer Maliyetler Hesabı (Euro)</b>    |           |
|--|-----------|
| 1 Aracın Yıllık Bakım-Onarım ve Diğer Maliyetleri (Euro) | 2.000,00  |
| 5 Aracın Yıllık Bakım-Onarım ve Diğer Maliyetleri (Euro) | 10.000,00 |

**Tablo 28. Alpu İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Yıllık Toplam Maliyet**

| <b>Yıllık Maliyet Hesabı (Euro)</b>       |            |
|---|------------|
| 1. Yıl (Sabit Yatırım + İşletme Maliyeti) | 716.888,20 |
| Diğer Yıllar (İşletme Maliyeti)           | 138.563,20 |

1. yıldaki maliyetler araç satın alma, benzin ve işçilik maliyetlerini içermektedir. Diğer yıllardaki maliyetler ise benzin, işçilik, bakım-onarım ve diğer maliyetleri içermektedir.

- **Yatırım Yerinin Seyitgazi İlçesi Olması Durumunda;**

Yapılan hesaplamada toplam araç sayısı günlük toplanacak atık miktarına göre belirlendiğinden dolayı araç satın alma, işçilik, bakım-onarım ve diğer maliyetlerde bir değişiklik söz konusu olmayacaktır. Buna ilişkin özet tablo aşağıda verilmiştir:

**Tablo 29. Seyitgazi İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Maliyetler Özet Tablosu**

| <b>Maliyetlere İlişkin Özet Tablo</b>                    |           |
|--|-----------|
| Toplam Araç Alım Maliyeti (Euro)                         | 588.325   |
| 5 Araç İçin 15 İşçinin Yıllık Maliyeti (Euro)            | 49.248,00 |
| 5 Aracın Yıllık Bakım-Onarım ve Diğer Maliyetleri (Euro) | 10.000,00 |

Seyitgazi ilçesinin alan büyüklüğü 1.502 km<sup>2</sup>'dir. Araçların günlük yol mesafesi ve yakıt maliyetleri ilçenin alan büyüklüğü göz önünde bulundurularak varsayılmıştır. Yakıt maliyetlerine ilişkin tablo aşağıda verilmiştir:

**Tablo 30. Seyitgazi İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Yakıt Maliyeti**

| <b>Dizel Yakıt Maliyeti Hesabı (Euro)</b>     |            |
|---|------------|
| Mesafe (km)                                   | 100        |
| Km Başına Yakıt İhtiyacı (Litre)              | 0,36       |
| 1 Aracın Günlük Yol Mesafesi (km)             | 180        |
| 1 Aracın Toplam Günlük Yakıt İhtiyacı (Litre) | 64,8       |
| 1 Aracın Günlük Yakıt Maliyeti (Euro)         | 66,096     |
| 5 Aracın Günlük Yakıt Maliyeti (Euro)         | 330,48     |
| 5 Aracın Aylık Yakıt Maliyeti (Euro)          | 9.914,40   |
| 5 Aracın Yıllık Yakıt Maliyeti (Euro)         | 118.972,80 |

Araçların günlük yol mesafesi 3 vardiya göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Hesaplamalar 40 ton taşıma kapasiteli kamyon (atık taşımaya uygun) üzerinden yapılmıştır. Aracın yakıt tüketimi 100 km'de 40 ton yükü 36 litredir. Eskişehir ilinde 2019 yılı dizel yakıtın litre fiyatı 6,54 Liradır. 2019 yılı 5.11.2019 tarihli Merkez Bankası Euro döviz alış kuru 6,3740; dolayısıyla dizel yakıtın litre fiyatı 1,02 Euro olarak hesaplanmıştır.

Araç başına 3 işçi varsayılmıştır. Bu işçilerden biri aracın kullanılmasında, diğer ikisi ise atıkların toplanmasında görev alacaktır.

**Tablo 31. Seyitgazi İlçesi Atığın Kaynağından Alınmasına İlişkin Yıllık Toplam Maliyet**

| <b>Yıllık Maliyet Hesabı (Euro)</b>       |            |
|---|------------|
| 1. Yıl (Sabit Yatırım + İşletme Maliyeti) | 756.545,80 |
| Diğer Yıllar (İşletme Maliyeti)           | 178.220,80 |

1. yıldaki maliyetler araç satın alma, benzin ve işçilik maliyetlerini içermektedir. Diğer yıllardaki maliyetler ise benzin, işçilik, bakım-onarım ve diğer maliyetleri içermektedir.

### **3.2. Üretim Teknolojisi**

Fizibilitenin konusunu oluşturan biyogaz tesisinde aşağıda özellikleri verilen makine ve ekipmanların bulunması gerekmektedir.

**Tablo 32. Biyogaz Tesisinin Yapısı**

| Bölüm  | Özellikler   |
|--|--|
| <p>Ön Dengeleme Havuzu</p>                      | <p>Atıkların fermantasyona girmeden önce homojen bir karışım ile istenen parametrelerin sağlanması ve hammadde akış kapasitesinin dengelenmesini sağlamak için yapılan betonarme havuzdur. Mutlak karıştırıcı olmalıdır. Otomasyon talebine göre kontrol ekipmanları da yerleştirilmektedir. Genelde çiftlik bünyesinde bulunan havuzla ara bağlantı kurulmaktadır. Büyüklüğü proses ve ilk yatırım maliyeti anlamında karşılıklı belirlenebilmektedir. Tercihen en az 7 günlük giriş hammadde karşılığı bir hacim kullanılmaktadır.</p> |
| <p>Digester</p>                                 | <p>Digester, yan duvarı ve tabanı, betonarme yapıda olup C25-C30 beton tipidir. Sıvı ve gaz sızdırmazlığı sağlanmalıdır. Digester üstü çift kat membran ile otomatik çalışan bir sistemle gaz toplaması yapılmalıdır. Membran PVC ultraviyole ışınlar ve dış hava koşullarına uygundur. Giriş-çıkış bağlantıları paslanmaz çelik olmalıdır. Dış cephe, yüksek yoğunluklu ısı yalıtım köpüğü üzerine alüminyum giydirme olmaktadır.</p>   |
| <p>Digester Karıştırma Sistemi</p>             | <p>Digester içine günlük alınması gereken hammaddenin istenen değerlerini sağlayabilmesi için karıştırma sistemi gereklidir. Proses gereği hazırlanan PLC sistemi ile manuel ve otomatik çalışma durumu ayarlanmış şekilde çalışmaktadır. Digester içindeki hammaddenin yoğunluğu, KM yüzdesi ve digester çapına uygun hesaplanan KW değerlerinde olmalıdır. Ayrıca mil, yataklar, kanatlar ve bağlantı parçaları paslanmaz malzemedir. Motor, sıvı içinde olduğundan uygun koruma elemanları ile kontrol edilmektedir.</p>              |
| <p>Fermente Gübre Havuzu</p>                  | <p>Digesterden her gün proses gereği çıkan fermantasyon edilmiş malzemenin depolandığı beton yapıdır. Karıştırıcı konulması gerekmektedir. Separatör alındığı takdirde, separatörün sıvı ve katı form ayırması için gerekli depolama havuzudur. Büyüklüğü proses ve ilk yatırım maliyeti anlamında karşılıklı belirlenebilmektedir.</p>  |
| <p>Organik Gübre Deposu Lagün veya Havuz</p>  | <p>Separatör sonrası fermente olmuş sıvı gübrenin depolandığı hacimdir. Beton yapı ya da geomembran kaplı toprak tasarımında olabilmektedir. İlk yatırım maliyeti göz önüne alınarak tasarlanmalıdır.</p>  |
| <p>Gaz ve Kojenerasyon Ünitesi</p>   | <p>Digester içinde oluşan biyogazı otomatik çalışan membran sisteminde toplayarak gerekli basınç dengelemesi yapılmalıdır. Daha sonra desülfürizasyondan geçirilerek kojenerasyon cihazının istediği yeterli basınç ve debi şartları</p>   |

| Bölüm  | Özellikler   |
|--|--|
|                               | <p>oluşturulmaktadır. Şartların uygunluğu sonrası elektrik ve termal ısı üretiminin yapıldığı ünite dir.</p> <p>Ana Bileşenleri:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nem Tutucu</li> <li>• Biyogaz Blowerı</li> <li>• Gaz Soğutma Ünitesi</li> <li>• Desulfirizasyon Ünitesi</li> <li>• Kojenerasyon Ünitesi</li> <li>• Sıcak Su Pompası</li> <li>• Flare</li> </ul>                        |
| <p>Pompa ve Boru Hatları</p>  | <p>Ham gübre reaktör girişi, çıkışı ve gerekli durumlarda ön karıştırma tankında karıştırma işlemi yapacak şekilde 3 yönlü çalışabilen fonksiyonel tarzda loblu pompa kullanılmalıdır. Pompa organik atığı parçalama özelliğine sahiptir. Sıcak su dolaşımı için sıcak su pompası kullanılmalıdır. Boru ve bağlantı aparatları paslanmaz malzemeden olacak olup yüksek dayanıma sahip olmalıdır.</p> |
| <p>Otomasyon</p>             | <p>Biyogaz tesisinin çalışması Proses senaryosuna göre manuel ve otomatik özelliktedir. Sistem Hbs ve normal çalışma prosesini izlemektedir. Yapılan kontrol panosu tüm sistemin güç kumandasını sağlamaktadır.</p>  |
| <p>Membran</p>              | <p>Biyogaz sisteminin önemli ünitelerinden biridir. Montajı ve tasarımı iyi yapılmamış bir sistemde gaz kaçağı ile karşılaşılabilir. Tüm sistemin gaz-basınç dengelemesinin başlangıç noktasıdır. Otomatik çalışmaktadır. Negatif basınçları kontrol edebilmelidir. Elektrik kesintileri durumunda ters basınçla gaz üretimi kontrol edilebilmelidir. Çift kat PVC malzeme kullanılmaktadır.</p>     |
| <p>Laboratuvar Hizmeti</p>  | <p>Hammadde analizlerinin yapılmasından son çıktılarının elde edilmesine kadar tüm sürecin kontrollü bir şekilde ilerleyebilmesi ve maksimum verimde çalışacak şekilde sürdürülebilirlik kazanabilmesi için her türlü laboratuvar hizmeti sağlanmalıdır. Nem tayin cihazı, Etüv, elektronik terazi ve kül fırını gereklidir.</p>   |

| Bölüm   | Özellikler   |
|---|--|
| <p>Desülfürizasyon</p>                   | <p>Biyogaz elde edildikten sonra gazın içindeki su buharının ve H<sub>2</sub>S'nin (hidrojen sülfür) uzaklaştırılması gerekmektedir. Desülfürizasyon sisteminde H<sub>2</sub>S elemine dilerek 200 ppm altına düşürülmektedir. Korozif bir yapıya sahip H<sub>2</sub>S kojeneratörde zamanla istenmeyen aşınmalara sebep olmaktadır.</p>   |
| <p>Makina Kontrol Binası</p>             | <p>Biyogaz tesisinin pompa, ısı boruları, membran panosu, desülfürizasyon, dozajlama, elektrik panosunun takip, test ve kontrol süreçlerinin tek merkezidir. Digesterin tasarlanan bir cephesinin ortak kullanıldığı beton yapıdır. Hacim olarak genel şartlara uygun şekilde yerinde kararlaştırılarak tasarlanmaktadır. Digester pencerelerine, membran gözetlemeye, kontrol cihazlarına ulaşım için tasarlanması gerekmektedir.</p> |
| <p>Seperatör</p>                       | <p>Biyogaz tesislerinde fermente olmuş gübrenin katı ve sıvı forma dönüştürülmesi için gerekli cihazdır. Genelde birçok çiftlikte mevcuttur.</p>   |
| <p>Organik Gübre Paketleme Tesisi</p>  | <p>Biyogaz tesislerinde fermente olmuş gübrenin separatör ile katı ve sıvı forma dönüştürülmesi sonucu katı gübre ve organik gübre pelet haline getirilebilmektedir.</p>   |

### 3.3. İnsan Kaynakları

Tablo 33. Eskişehir İl Nüfusunun Eğitim Kademelerine Göre Durumu

| Yıllar | İlköğretim | İlkokul | Ortaokul/<br>Dengi<br>Meslek<br>Ortaokul | Lise/<br>Dengi<br>Meslek<br>Okulu | Yüksekokul/<br>Fakülte | Yüksek<br>Lisans | Doktora |
|--------|------------|---------|--|-----------------------------------|------------------------|------------------|---------|
| 2014   | 90941      | 209048  | 66837                                    | 180626                            | 105243                 | 8985             | 3559    |
| 2015   | 78673      | 208761  | 78281                                    | 184974                            | 114339                 | 9715             | 3674    |
| 2016   | 70256      | 206279  | 88445                                    | 195867                            | 122028                 | 10137            | 3652    |
| 2017   | 71877      | 204015  | 92521                                    | 199238                            | 125236                 | 12859            | 4115    |
| 2018   | 72977      | 193707  | 94867                                    | 206616                            | 130342                 | 14107            | 4140    |

Eskişehir ili ev sahipliği yaptığı Türkiye'nin köklü üniversiteleri sayesinde eğitimin ön planda olduğu bir şehir olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda Mesleki ve Teknik okullaşma oranı ve okur-yazar oranı da Eskişehir ilinde nüfusa oranla iyi durumdadır.

**Tablo 34. Eskişehir İli Çalışma Çağındaki Nüfus (15-65 Yaş Arası) İstatistikleri ve İli Nüfusuna Oranı**

| Yıllar | 15-65 yaş | Toplam Nüfus | Oran (%) |
|--------|-----------|--------------|----------|
| 2015   | 591.157   | 826.716      | 71,51    |
| 2016   | 603.783   | 844.842      | 71,47    |
| 2017   | 612.074   | 860.620      | 71,12    |
| 2018   | 617.014   | 871.187      | 70,82    |
| 2019   | 626.307   | 887.475      | 70,57    |

Çalışma çağındaki nüfusun toplam nüfusa oranına bakıldığında yıllar arasında küçük oranlarda azalış göstermektedir. İstatistiklere bakıldığında Eskişehir ili nüfusunun %70'i çalışabilir durumda olduğu görülmektedir.

**Tablo 35. Genç Nüfus İstatistikleri ve Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı**

| Yıllar | 15-24   | 15-65 yaş | Oran (%) |
|--------|---------|-----------|----------|
| 2015   | 130.475 | 591.157   | 22,07    |
| 2016   | 132.436 | 603.783   | 21,93    |
| 2017   | 133.417 | 612.074   | 21,80    |
| 2018   | 132.447 | 617.014   | 21,47    |
| 2019   | 132.138 | 626.307   | 21,10    |

Eskişehir ilinin genç nüfus ve çalışma çağındaki nüfus durumuna bakıldığında genç nüfusun çalışma çağındaki nüfusa oranı ortalama %21 oranında gerçekleşmektedir. Bu durumda çalışma çağındaki nüfusun %21'inin 15 – 24 yaş arasında genç olarak kabul edildiği belirtilebilir.

Biyogaz tesisinde istihdam edilecek mavi ve beyaz yaka çalışanların ücretleri piyasa ortalamasına göre aşağıdaki gibidir.

**Tablo 36. Mavi Yaka Personel Giderleri Tablosu**

| Personel Giderleri | Birim | Değişkenler   |
|--------------------|-------|---------------|
| Personel Sayısı    | Kişi  | 6             |
| Çalışma Saati      | Saat  | 8             |
| Saatlik Ücret      | Euro  | 1,14          |
| Toplam Gün Sayısı  | Gün   | 220           |
| Toplam Maliyet     |       | <b>12.120</b> |

Mavi yaka personelin net maaş giderlerine ilişkin özet tablo yukarıda verilmiştir. Buna göre işçilerin yıllık toplam maliyetinin 12.120,00 Euro olacağı öngörülmektedir. Tesisteki beyaz yakalı personel giderleri ise aşağıda hesaplanmıştır.

**Tablo 37. Beyaz Yaka Personel Giderleri Tablosu**

| Personel Giderleri | Birim | Değişkenler |
|--------------------|-------|-------------|
| Personel Sayısı    | Kişi  | 4           |
| Çalışma Saati      | Saat  | 8           |

|                   |      |               |
|-------------------|------|---------------|
| Saatlik Ücret     | Euro | 1,64          |
| Toplam Gün Sayısı | Gün  | 220           |
| Toplam Maliyet    |      | <b>11.605</b> |

Beyaz yaka personelin net maaş giderlerine ilişkin özet tablo yukarıda verilmiştir. Buna göre beyaz yakalı personellerin yıllık toplam maliyetinin 11.605,00 Euro olacağı öngörülmektedir.

#### 4. FİNANSAL ANALİZ

##### 4.1. Sabit Yatırım Tutarı

Biyogaz tesislerinin ilk yatırım maliyetinde payı olan gider kalemleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Bu kalemler modern bir biyogaz tesisinin sahip olması gereken temel bileşenler göz önünde bulundurularak ayrı ayrı kalemler şeklinde belirlenmiştir. Türkiye’de biyogaz tesisi yatırımlarının yeni bir alan olması ve detaylı veri bulunmaması sebebiyle elde edilen rakamlar Avrupa ülkelerinde kurulan gerçek tesisler baz alınarak tespit edilmiştir.

**Tablo 38. Tahmini İlk Yatırım Bedeli Kalemleri**

| Gider Kalemi              | Maliyet (€/kW) |
|---------------------------|----------------|
| Arazi                     | -              |
| Ana Girdi Madde Havuzu    | 25             |
| Mobil Teknik Yükleyici    | 80             |
| Sıvı Substrat Besleyici   | 100            |
| Katı Substrat Besleme     | 80             |
| Ana Çürütücü              | 485            |
| İkinci Çürütücü           | -              |
| Son Depo Tankları         | 903            |
| Katı-Sıvı Separatör       | 515            |
| Desülfürizasyon           | 90             |
| CHP (Gas-Otto Motor)      | 950            |
| SCADA-Kontrol Sistemi     | 250            |
| Planlama ve Resmi İzinler | 50             |
| Saha İnşası ve Hazırlık   | 130            |
| <b>TOPLAM</b>             | <b>3.583</b>   |

Tahmini ilk yatırım bedeli kalemlerinde belirtilen arazi dışındaki diğer verilerin €/kW cinsinden değeri verilmektedir. Kurulu elektrik gücü belirlenmesinin ardından ilk yatırım maliyeti bu birim maliyete göre hesaplanmaktadır.

##### Denklem 1. İlk Yatırım Maliyeti

$$\text{İlk yatırım birim maliyeti} = 59.815 \cdot \text{KEG}^{-0,452}$$

KEG: kurulu elektrik gücü, kW



Avrupa'da var olan 38 farklı gerçek biyogaz tesisinin kurulu güç kW (>1 MW) – ilk yatırım maliyeti arasında ilişkiyi belirten matematiksel model denklemde verilmiştir. Bu denklem doğrultusunda aynı zamanda model tahmini bedeli de hesaplanmıştır (Azbar 2013).

- Sigorta giderleri;

$$\text{Sigorta Giderleri} = \text{İlk Yatırım Maliyeti} \cdot \text{Kabul Değeri}$$

$$\text{Kabul Değeri} = \%1$$

$$\text{Sigorta Giderleri} = 10.863.366 \cdot 0,01$$

$$\text{Sigorta Giderleri} = 108.634 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

- Bakım onarım gideri;

$$\text{Bakım Onarım Giderleri} = \text{İlk Yatırım Maliyeti} \cdot \text{Kabul Değeri}$$

$$\text{Kabul Değeri} = \%2$$

$$\text{Bakım Onarım Giderleri} = 10.863.366 \cdot 0,02$$

$$\text{Bakım Onarım Giderleri} = 217.267 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

- Yan malzeme giderleri;

$$\text{Yan Malzeme Giderleri} = \text{İlk Yatırım Maliyeti} \cdot \text{Kabul Değeri}$$

$$\text{Kabul Değeri} = \%2$$

$$\text{Yan Malzeme Giderleri} = 10.863.366 \cdot 0,02$$

$$\text{Yan Malzeme Giderleri} = 217.267 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

- CHPU bakım giderleri;

$$\text{CHPU Bakım Giderleri} = \text{KEG} \cdot \text{CHPU Çalışma Saati} \cdot \text{Kabul Değeri}$$

$$\text{CHPU Çalışma Saati} = 8\ 000 \text{ sa yıl}^{-1}$$

$$\text{CHPU Bakım Giderleri} = 0,02 \text{ Euro sa}^{-1}$$

$$\text{CHPU Bakım Giderleri} = 300 \cdot 8\ 000 \cdot 0,02$$



$$\text{CHPU Bakım Giderleri} = 485.104 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

- Faiz ödemesi;

Proje süresince ödenen borç kısmının ana borç payından çıkartılması sonucunda kalan borç üzerinden hesaplanmaktadır. Ana borç kısmı proje süresince eşit paylara ayrılmış şekilde ödendiği kabulü yapılarak hesaplamalara dâhil edilmiştir.

$$\text{Borçlanma Oranı} = \%100$$

$$\text{Borçlanma Miktarı} = 10.863.366 \text{ Euro}$$

$$\text{Yıllık Ödenecek Borç Miktarı} = \frac{10.863.366}{20}$$

$$\text{Yıllık Ödenecek Borç Miktarı} = 543.168 \text{ Euro yıl}^{-1}$$

$$\text{İlk Yıl Ödenmesi Gereken Faiz} = \text{Ana Borç} \cdot \text{Kabul Edilen Faiz Oranı}$$

$$\text{İlk Yıl Ödenmesi Gereken Faiz} = 10.863.366 \cdot 0,04$$

$$\text{İlk Yıl Ödenmesi Gereken Faiz} = 434.535 \text{ Euro}$$

$$\text{Sonraki Yıl Ödenmesi Gereken Faiz} = \text{Kalan Borç} \cdot \text{Kabul Edilen Faiz Oranı}$$

$$\text{2. Yıl Ödenmesi Gereken Faiz} = (\text{Ana Borç} - \text{Ödenen Borç} \cdot (\text{Yıl} - 1)) \cdot \text{Faiz Oranı}$$

**Tablo 39. İşletme Sermayesi Tablosu**

| <b>İşletme Sermayesi Kalemleri</b>      | <b>1. Ay</b>  | <b>2. Ay</b>  | <b>3. Ay</b>  | <b>4. Ay</b>  | <b>5. Ay</b>  | <b>6. Ay</b>  | <b>7. Ay</b>  | <b>8. Ay</b>  | <b>9. Ay</b>  | <b>10. Ay</b> | <b>11. Ay</b> | <b>12. Ay</b> | <b>Toplam</b>    |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| Hammadde Gideri (Euro)                  | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | <b>0</b>         |
| Bakım ve Onarım (Euro)                  | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | <b>217.267</b>   |
| İşletme ve yan malzeme Giderleri (Euro) | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | 18.106        | <b>217.267</b>   |
| CHP Bakım (Euro)                        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | 40.425        | <b>485.104</b>   |
| İşçilik (Euro)                          | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | 3.650         | <b>43.800</b>    |
| Sigorta (Euro)                          | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | <b>108.634</b>   |
| Genel Giderler /Görünmeyen (Euro)       | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | 9.053         | <b>108.634</b>   |
| <b>TOPLAM</b>                           | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>98.392</b> | <b>1.180.706</b> |

Hammadde gideri öngörülmemiştir. Hammadde bölgeden bedelsiz temin edilecektir. Amortisman gideri işletme sermayesine dâhil edilmemiştir.

**Tablo 40. Yatırımın Aylara Dağılımı**

| Yatırım Kalemleri/Aylar | 1. Ay | 2. Ay | 3. Ay | 4. Ay | 5. Ay | 6. Ay | 7. Ay | 8. Ay | 9. Ay | 10. Ay | 11. Ay | 12. Ay |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| İnşaat                  | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     |        |        |        |
| Makine-Ekipman Temini   |       |       | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     |        |        |        |
| Montaj-Devreye Alma     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | X      | X      | X      |

#### 4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Yatırımın tamamının (%100'ünün) kredi ile yapılacağı öngörülmüştür.

**Tablo 41. Finansal Kaynaklar**

| Değişken                    | Değer | Birim |
|-----------------------------|-------|-------|
| Borçlanma Süresi            | 20    | yıl   |
| Borç Oranı (Anaparanın %si) | 100   | (%)   |
| Faiz                        | 4     | %     |

Borçlanma Oranı=%100

Borçlanma Miktarı=10.863.366 Euro

Yıllık Ödenecek Borç Miktarı= 10.863.366 / 12

Yıllık Ödenecek Borç Miktarı= 543.168 Euro

İlk Yıl Ödenmesi Gereken Faiz= Ana Borç \* Kabul Edilen Faiz Oranı

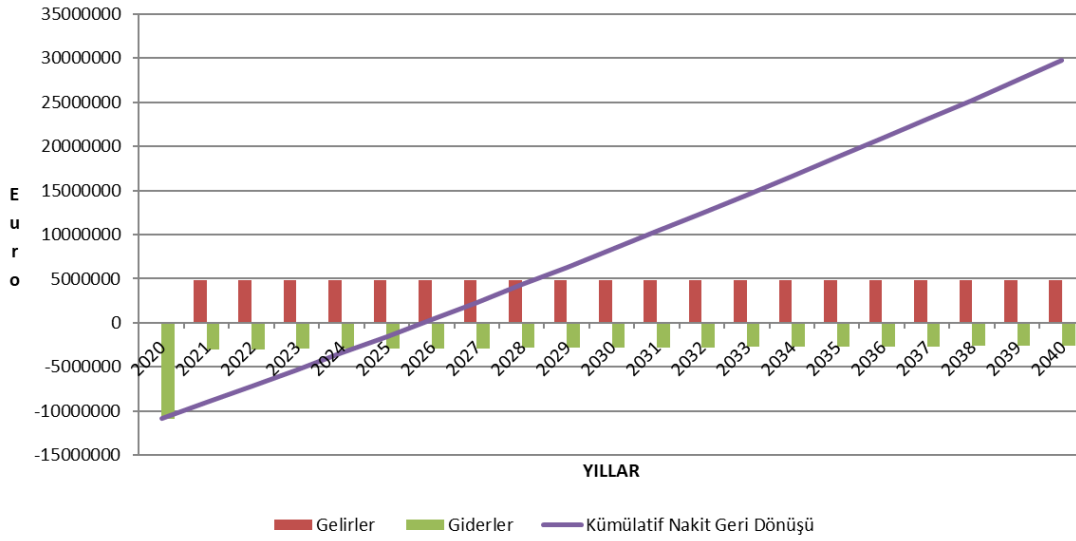
İlk Yıl Ödenmesi Gereken Faiz= 10.863.366\*0,04

İlk Yıl Ödenmesi Gereken Faiz= 434.535 Euro

Sonraki Yıl Ödenmesi Gereken Faiz= Kalan Borç \* Kabul Edilen Faiz Oranı

Biyogaz tesisinde 7.000 adet büyükbaş hayvan, 110.000 adet küçükbaş hayvan ve sahadaki tüm yumurta tavuğu atıkları (1.134.000 adet) birlikte dikkate alınarak 3 MWe kapasitesinde enerji üretecek bir reçete oluşturulmuştur. Buna göre sıvı ve katı gübre ile ısı satışı dikkate alınmıştır. Bu durumda tesisin 5 yılda kendisini amorti ettiği görülmektedir.

#### Şekil 4. Başabaş Noktası



#### 5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çevreyi olumlu yönde etkilemektedir. Enerji üretiminde fosil yakıtların kullanımı ve biyogaz tesisinde geri kazanımda kullanılacak atıkların çevreye bırakılması doğayı ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Biyogaz tesislerini kurulumu bu olumsuz etkiyi bertaraf etmektedir.

Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği Ek-1'de yer alan Çevresel Etki Değerlendirmesi Uygulanacak Projeler Listesinde yer alan günlük kapasitesi 100 ton ve üzeri hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklı dışkıların yakıldığı, geri kazanıldığı ve/veya bertaraf edildiği tesislerin ÇED raporuna tabii olduğu belirtilmiştir. Ayrıca inşaat yıkıntı ve hafriyat atıkları hariç olmak üzere alanı 10 hektardan büyük ve/veya hedef yılı da dâhil günlük 100 ton ve üzeri olan atıkların geri kazanıldığı, yakıldığı düzenli depolandığı ve/veya nihai bertarafının yapıldığı tesislerin de ÇED raporu alması gerekmektedir. Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği Ek-2'de Seçme-Elemente Kriterleri Uygulanacak Projeler Listesi yer almaktadır. Bu listede inşaat yıkıntı ve hafriyat atıkları hariç olmak üzere günlük kapasitesi 100 tonun altında olan atıkların kompostlaştırıldığı ve/veya diğer tekniklerle geri kazanıldığı, yakıldığı (Oksitlenme yoluyla yakma, piroliz, gazlaştırma, plazma vb. termal işlemler), düzenli depolandığı ve/veya nihai bertarafının yapıldığı tesisler bulunmaktadır. (Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği 2014) Kurulması planlanan tesis için kuruluş aşamasında ÇED başvurusu yapılması gerekmektedir. Bu durum tesisin ÇED koşulları altında kurulmasına imkân verecektir. Bu da tesisin çevresel etkilerinin denetlenmesini sağlayacaktır.

Bölgedeki hayvan varlığının fazlalığı ve hayvansal atıkların bölgedeki tesiste değerlendirilememesi çevresel sorunlara neden olmaktadır. Biyogaz tesisiyle başta koku problemi olmak üzere hayvansal atıkların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirilebilecektir. Türkiye'de tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan katı atıklardan enerji üretilmesi temiz enerji üretiminin artmasını ve çevre kirliliğinin azalmasını sağlayacaktır. Bunun yanı sıra enerji üretimi sürecinde elde edilen katı atıklar gübre ve toprak düzenleyici olarak kullanılabilir. Bu durum tarımsal faaliyetlerde organik gübre kullanımını azaltacaktır. Organik gübreler toprakla temas ettiği andan itibaren topraktaki organizmaların çalışmasını olumsuz etkilemektedir. Bu reaksiyonlar neticesinde mikroorganizmaların dengesi bozulmaktadır. Yapısı bozulan toprakta bitki ve böcek atıkları eskisi gibi parçalanmamaktadır. Bu

durum geri dönüşüm hızını artırmakta ve toprak fakirleşmektedir. Organik gübreler toprak yapısını bozmakta ve uzun dönemde toprağın verimsiz olmasına neden olmaktadır. Biyogaz Tesisinde üretilen gübrelerin kullanımı ile organik gübre kullanımı azalacaktır. Bu doğrultuda toprak doğal yapısını koruyacaktır. Böylece bölgedeki tarımsal üretim verimliliği olumlu yönde etkilenecektir.

## KAYNAKLAR

- Azbar, N. (2013). Avrupa biyogaz tesisleri için matematiksel model.
- Bakanlar Kurulu. (2005, 05 10). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. Resmi Gazete. 09 06, 2019 tarihinde <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm> adresinden alındı
- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı. (2015). *2014-2023 Bölge Planı*. 05 25, 2019 tarihinde [https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/92/bolgeplani2014-2023web-2\\_1543236013.pdf](https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/92/bolgeplani2014-2023web-2_1543236013.pdf) adresinden alındı
- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı. (2017). *Eskişehir Yatırım Ortamı*. 05 25, 2019 tarihinde [https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/165/esyatirimortami-web\\_1500040045.pdf](https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/165/esyatirimortami-web_1500040045.pdf) adresinden alındı
- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı. (2018). *Ekonomik Göstergeler*. 05 29, 2019 tarihinde [https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/196/bebka-ekonomi-gostergeleri-2018-3\\_1544193906.pdf](https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/196/bebka-ekonomi-gostergeleri-2018-3_1544193906.pdf) adresinden alındı
- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı. (2018). *Mevcut Durum Anaizi*. 05 09, 2019 tarihinde [https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/mevcut\\_durum\\_analizi\\_06\\_03\\_2015.pdf](https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/mevcut_durum_analizi_06_03_2015.pdf) adresinden alındı
- Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği. (2014, 11 25). Resmi Gazete. 05 29, 2019 tarihinde <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.20235&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=%C3%87evresel%20Etki> adresinden alındı
- Enerji Atlası. (2019). <https://www.enerjiatlası.com> 11 05, 2019 tarihinde erişildi.
- Eskişehir Büyükşehir Belediyesi. (2019). *2020-2024 Stratejik Plan*. 11 05, 2019 tarihinde [http://www.eskisehir.bel.tr/dosyalar/stratejik\\_plan/2020.pdf](http://www.eskisehir.bel.tr/dosyalar/stratejik_plan/2020.pdf) adresinden alındı
- Eskişehir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. (2018). *Eskişehir*. 05 28, 2019 tarihinde [https://eskisehir.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2016\\_Faaliyet\\_Raporu/2016%20Y%C4%B1I%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf](https://eskisehir.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2016_Faaliyet_Raporu/2016%20Y%C4%B1I%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf) adresinden alındı
- Progem Danışmanlık, (2019). Eskişehir İli'nde Tarım ve Hayvancılık Faaliyetlerden Kaynaklanan Atıklardan Enerji Üretimi Projesi Fizibilitesi
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2009). *Biyogaz Kılavuzu Üretimden Kullanıma*. 11 05, 2019 tarihinde <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/biyogaz%20kilavuzu%20pdf.pdf> adresinden alındı
- T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2019). *Elektrik Piyasası Sektör Raporu 2018*. Ankara. 09 06, 2019 tarihinde alındı
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası. (2019, 05 16-17). *Tarımsal Bazlı Biyogaz Tesisleri Tasarım ve İşletimi Eğitimi*. İzmir: TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- TÜİK, (2019), Konularına Göre İstatistikler, <https://www.tuik.gov.tr/> , 11 05, 2019 tarihinde erişim sağlandı.

## **Ek-1: Fizibilite Çalışması için Gerekli Olabilecek Analizler (Tüm Ön Fizibilite Çalışmalarında bu bölüme yer verilecektir.)**

Yatırımcı tarafından hazırlanacak detaylı fizibilitede, aşağıda yer alan analizlerin asgari düzeyde yapılması ve makine-teçhizat listesinin hazırlanması önerilmektedir.

- [Ekonomik Kapasite Kullanım Oranı \(KKO\)](#)

Sektörün mevcut durumu ile önümüzdeki dönem için sektörde beklenen gelişmeler, firmanın rekabet gücü, sektördeki deneyimi, faaliyete geçtikten sonra hedeflediği üretim-satış rakamları dikkate alınarak hesaplanan ekonomik kapasite kullanım oranları tahmini tesis işletmeye geçtikten sonraki beş yıl için yapılabilir.

Ekonomik KKO= Öngörülen Yıllık Üretim Miktarı /Teknik Kapasite

- [Üretim Akım Şeması](#)

Fizibilite konusu ürünün bir birim üretilmesi için gereken hammadde, yardımcı madde miktarları ile üretimle ilgili diğer prosesleri içeren akım şeması hazırlanacaktır.

- [İş Akış Şeması](#)

Fizibilite kapsamında kurulacak tesisin birimlerinde gerçekleştirilecek faaliyetleri tanımlayan iş akış şeması hazırlanabilir.

- [Toplam Yatırım Tutarı](#)

Yatırım tutarını oluşturan harcama kalemleri yıllara sari olarak tablo formatında hazırlanabilir.

- [Tesis İşletme Gelir-Gider Hesabı](#)

Tesis işletmeye geçtikten sonra tam kapasitede oluşturması öngörülen yıllık gelir gider hesabına yönelik tablolar hazırlanabilir.

- [İşletme Sermayesi](#)

İşletmelerin günlük işletme faaliyetlerini yürütebilmeleri bakımından gerekli olan nakit ve benzeri varlıklar ile bir yıl içinde nakde dönüşebilecek varlıklara dair tahmini tutarlar tablo formunda gösterilebilir.

- [Finansman Kaynakları](#)

Yatırım için gerekli olan finansal kaynaklar; kısa vadeli yabancı kaynaklar, uzun vadeli yabancı kaynaklar ve öz kaynakların toplamından oluşmaktadır. Söz konusu finansal kaynaklara ilişkin koşullar ve maliyetler belirtilebilir.

- [Yatırımın Kârlılığı](#)

Yatırımı değerlendirmede en önemli yöntemlerden olan yatırımın kârlılığının ölçümü aşağıdaki formül ile gerçekleştirilebilir.

Yatırımın Kârlılığı= Net Kâr / Toplam Yatırım Tutarı

- [Nakit Akım Tablosu](#)

Yıllar itibariyle yatırımda oluşması öngörülen nakit akışını gözlemek amacıyla tablo hazırlanabilir.

- [Geri Ödeme Dönemi Yöntemi](#)

Geri Ödeme Dönemi Yöntemi kullanılarak hangi dönem yatırımın amorti edildiği hesaplanabilir.

- [Net Bugünkü Değer Analizi](#)

Projenin uygulanabilir olması için, yıllar itibariyle nakit akışlarının belirli bir indirgeme oranı ile bugünkü değerinin bulunarak, bulunan tutardan yatırım giderinin çıkarılmasıyla oluşan rakamın sıfıra eşit veya büyük olması gerekmektedir. Analiz yapılırken kullanılacak formül aşağıda yer almaktadır.

$$NBD = \sum_{t=0}^n \frac{NA_t}{(1-k)^t}$$

NAt : t. Dönemdeki Nakit Akışı

k: Faiz Oranı

n: Yatırımın Kapsadığı Dönem Sayısı

- [Cari Oran](#)

Cari Oran, yatırımın kısa vadeli borç ödeyebilme gücünü ölçer. Cari oranın 1,5-2 civarında olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Cari Oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Likidite Oranı, yatırımın bir yıl içinde stoklarını satamaması durumunda bir yıl içinde nakde dönüşebilecek diğer varlıklarıyla kısa vadeli borçlarını karşılayabilme gücünü gösterir. Likidite Oranının 1 olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Likidite Oranı} = \frac{\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Söz konusu iki oran, yukarıdaki formüller kullanılmak suretiyle bu bölümde hesaplanabilir.

- [Başabaş Noktası](#)

Başabaş noktası, bir firmanın hiçbir kar elde etmeden, zararlarını karşılayabildiği noktayı/seviyeyi belirtir. Diğer bir açıdan ise bir firmanın, giderlerini karşılayabildiği nokta da denilebilir. Başabaş noktası birim fiyat, birim değişken gider ve sabit giderler ile hesaplanır. Ayrıca sadece sabit giderler ve katkı payı ile de hesaplanabilir.

$$\text{Başabaş Noktası} = \frac{\text{Sabit Giderler}}{\text{(Birim Fiyat-Birim Değişken Gider)}}$$



**Ek-2: Yerli/İthal Makine-Teçhizat Listesi**

| İthal Makine / Teçhizat Adı | Miktarı | Birimi (Adet, kg, m <sup>3</sup> vb.) | F.O.B. Birim Fiyatı (\$) | Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL) | Toplam Maliyet (KDV Hariç, TL) | İlgili Olduğu Faaliyet Adı |
|-----------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|                             |         |                                       |                          |                                |                                |                            |
|                             |         |                                       |                          |                                |                                |                            |
|                             |         |                                       |                          |                                |                                |                            |
|                             |         |                                       |                          |                                |                                |                            |
|                             |         |                                       |                          |                                |                                |                            |
|                             |         |                                       |                          |                                |                                |                            |
|                             |         |                                       |                          |                                |                                |                            |

| Yerli Makine / Teçhizat Adı | Miktarı | Birimi (Adet, kg, m <sup>3</sup> vb.) | Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL) | Toplam Maliyeti (KDV Hariç, TL) | İlgili Olduğu Faaliyet Adı |
|-----------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
|                             |         |                                       |                                |                                 |                            |
|                             |         |                                       |                                |                                 |                            |
|                             |         |                                       |                                |                                 |                            |
|                             |         |                                       |                                |                                 |                            |
|                             |         |                                       |                                |                                 |                            |
|                             |         |                                       |                                |                                 |                            |
|                             |         |                                       |                                |                                 |                            |








Altınova Mah. İstanbul Cad. 424/4 Buttım İş Merkezi Buttım  
Plaza Kat 6 16250 Osmangazi/Bursa TÜRKİYE

Tel: 0 224 211 13 27 Faks: 0 224 211 13 29

[bebka.org.tr](http://bebka.org.tr)

 @tcbebka

 /bebka

 /bebka

 /tcbebka

---

**Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz**