



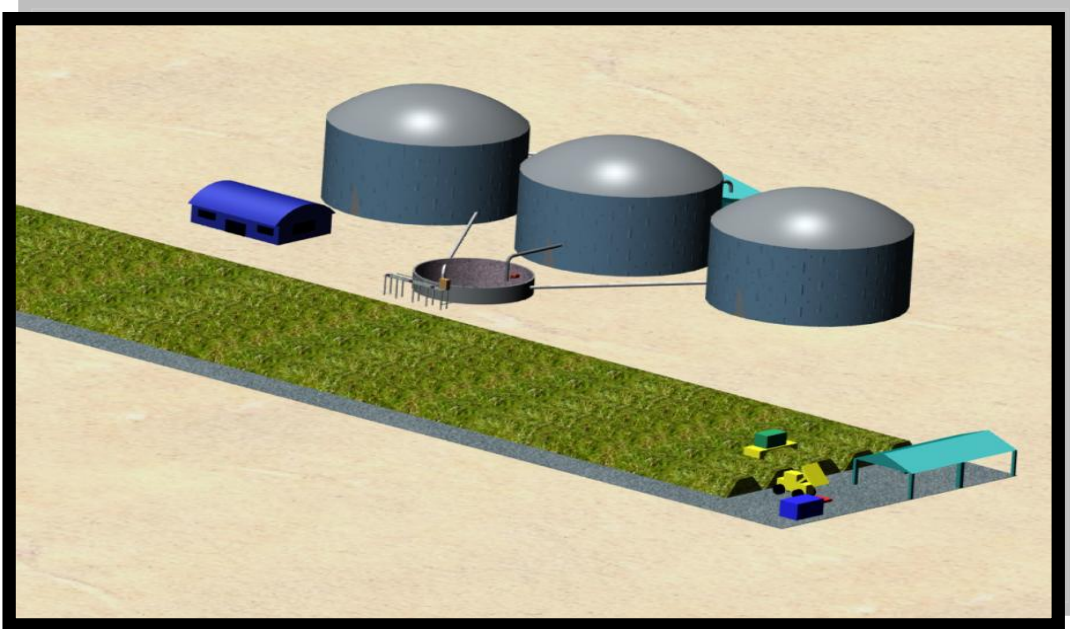
ŞANLIURFA  
Karacadağ Kalkınma Ajansı



T.C.  
Harran Üniversitesi

**KOMPOST TESİSİ KURULMASI AMACINA YÖNELİK FİZİBİLİTE  
ÇALIŞMASI PROJESİ KAPSAMINDA HAZIRLANAN**

## **KOMPOST VE BİYOGAZ TESİSİ FİZİBİLİTE RAPORU**



ŞANLIURFA

2011



ŞANLIURFA

Karacadağ Kalkınma Ajansı



T.C.

Harran Üniversitesi

**KOMPOST TESİSİ KURULMASI AMACINA YÖNELİK FİZİBİLİTE  
ÇALIŞMASI PROJESİ KAPSAMINDA HAZIRLANAN**

**KOMPOST VE BİYOGAZ TESİSİ FİZİBİLİTE  
RAPORU**

Yrd. Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Prof. Dr. Osman YALDIZ  
Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Y.Zir. Müh. Ayşin BİLGİLİ  
GAP Toprak ve Su Araştırma Enstitüsü

**ŞANLIURFA**

**2011**

## ÖNSÖZ

Son yıllarda artan dünya nüfusu, bu nüfusun gıda ve giyecek ihtiyaçlarını karşılamak için artan tarımsal faaliyetler ve sanayi üretimi nedeniyle ortaya çıkan atık miktarında da artışlar meydana gelmiştir. Atıkların kontrolsüz bir şekilde depolanması, yer altı suyuna sızmaları, hastalık ve patojenlerin ve diğer zararlıların gelişeceği bir ortam oluşturmaları ve sera gazlarının çıkışına neden olmak yoluyla çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedir. Bunun yerine önemli sorunlara neden olan bu atıklar, mikroorganizmalar vasıtasıyla kompost ya da biyogaz a dönüştürülerek, çöp olmaktan ziyade daha çok ekonomik katma değer oluşturabilecek bir ham madde olarak değerlendirilebilir. Atıkların bu şekilde değerlendirilmesi, ülkemizdeki mevcut enerji açığının kapatılmasına, arazilere uygulanan gübre ihtiyacında dışarı bağımlılığın azalmasında, yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda toprakların azalan verimlilik potansiyelin artırılmasında ve çevre kirliliğinin azaltılmasında katkılar sağlayacaktır. Ülkemizde ve özellikle bölgemizde kompost ve biyogaz tesislerinin önemi yeterince tanınmamış ve henüz yaygınlaşmamıştır.

Avrupa birliğince 2012 yılına kadar yapılması organik atık depolama kriterlerine uyum sürecinde, açığa çıkan atıkların uluslar arası kriterlere uygun bir biçimde bertaraf edilmesi kararına göre ülkemiz dahil tüm gelişmekte olan ülkelerde bu tür tesislerin yaygınlaşması gerekmektedir. Hızla gelişen ülkemizde de önümüzdeki yıllarda bu konunun önemi giderek artacaktır.

Şanlıurfa hayvansal atık, hal ve pazar atıkları, park ve bahçelerden açığa çıkan çimler gibi bitkisel ve kentsel organik atık açısından önemli bir potansiyele sahiptir, alt yapısı hızla gelişen Şanlıurfa'da atık değerlendirme alt yapısının da beraberinde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla gerek özel sektör ve kamu kurumları gerekse de yerel yönetimlerin, üniversitenin ve sivil toplum kuruluşlarının bu konuda işbirliği yaparak bu potansiyeli değerlendirmek için ortak çalışmalar yapılmalıdır. Atıkların değerlendirilmesi yoluyla hem enerji üretimi hem de organik gübre üretimi mümkün olacaktır.

Karacadağ Kalkınma Ajansı tarafından Doğrudan Faaliyet Destek programı altından desteklenen bu proje kapsamında çıkarılan fizibilite çalışması, bölgede önemli miktarlarda yer alan organik atıkların çevresel yönden zararlı olacak şekilde atıl halde depolanmasının yerine, onların kompost veya biyogaz şeklinde geri dönüşümü yapılarak bölge ekonomisine, istihdamına, sürdürülebilir tarıma ve toplumda geri dönüşüm bilincinin artırılmasına katkılar sağlayacaktır.

Yrd. Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ  
Proje Yürütücüsü

## ÖZET

Bu proje Şanlıurfa bölgesinden önemli miktarlarda açığa çıkan bitkisel (hal ve pazar atıkları, çim atıkları), hayvansal (büyükbaş hayvan gübresi) ve kentsel organik atıklarının değerlendirilmesi için biyogaz ve kompost tesislerin fizibilite çalışmasının yapılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla bölgedeki açığa çıkan atıkların miktarları ve içerikleri tespit edilmiş, örnek tesisler gezilerek bilgi alışverişinde bulunularak bu konuda uzman görüşler alınarak projeye dahil edilmiştir.

Proje kapsamında iki farklı fizibilite çalışması yürütülmüştür. Birinci fizibilite çalışması; Şanlıurfa Kompost Tesisi Fizibilitesi çalışmasında Şanlıurfa da halihazırda açığa çıkan hal ve pazar atıkları, çim atıkları ve hayvansal atıkların kullanıldığı farklı iki atık kombinasyonunun kullanıldığı kompost tesisi fizibilite çalışması değerlendirilmiştir. İkinci fizibilite çalışmasında; Şanlıurfa Biyogaz ve Kompost Tesisi Fizibilitesi çalışmasında ise toplam 15000 büyükbaş hayvan atığı ve günlük 180 ton kentsel organik atığın (mutfak atığı) kullanılabilmesi sadece biyogaz (Senaryo 1 ve 2) ve sadece kompost tesisinin (Senaryo 3) bağımsız ve birlikte (Kompost ve Biyogaz; Senaryo 4 ve 5) yapılmasının, bu tesislerden elde edilecek ısı enerjisinin, elektriksel enerjisinin ve fermente gübrenin (Senaryo 1 ve 4) ya da sadece elektrik enerjisinin ve fermente gübrenin (Senaryo 2 ve 5) satılmasının planlandığı toplam beş farklı senaryo değerlendirildi. Kombinasyonlarda kullanılacak atık miktarları uygun C:N oranı elde edilecek biçimde düzenlenmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda tüm senaryolarda kurulması planlanan tesislerin ekonomik açıdan fizibil olduğu sonucuna varılmıştır. Halihazırda mevcut atıklardan değerlendirileceği A seçeneğinde kurulacak kompost tesislerinin orta derece karlılığa sahip olduğu ve fizibil olduğu belirlenmiştir. Seçenek B de, tesislerin ekonomik ömürleri sonunda toplam net gelir karşılaştırmalarında en yüksek net gelirin 54 269 994 Euro seviyesinde senaryo 4'te gerçekleştiği görülmektedir. Bunu sırasıyla senaryo 1, 5, 2 ve 3 takip etmektedir. Sadece kompost üretilen senaryoda yatırım miktarının diğerlerine göre çok düşük olması nedeniyle ekonomik ömür boyunda elde edilen gelir de en düşüktür. Kompost tesislerinde geri dönüş süresi düşük, iç verim oranı ve fayda masraf oranı yüksektir. Biyogaz tesislerinde elde edilecek ısı enerjisinin satışının olmadığı durumlarda karlılık oranı bir miktar azalmasına rağmen ekonomik açıdan fizibil görülmektedir. Biogaz ve kompost tesislerinin birlikte kurulduğu senaryo 4 ve 5 teki ekonomik göstergeler sadece biogaz tesisinin kurulduğu senaryo 1 ve 2 ye kıyasla daha iyi bulunmuştur. Bu sonuca göre, biogaz tesislerinin kompost tesisleri ile birlikte kurulması ekonomik açıdan en faydalı olacak seçenektir.

Projede ayrıca 500 ile 10000 arasında değişen oranlarda büyükbaş hayvanın atıklarının değerlendirileceği bir biyogaz tesisinin maliyeti, yıllık elektrik, ısı ve gübre gelirleri belirlendi.

Anahtar kelimeler: Kompost, Biyogaz, Şanlıurfa, Organik Atık

## SUMMARY

This study was carried out to evaluate the feasibilities of compost and biogaz facilities where significant amount of organic wastes such as animal manure, grass clipping from parks and gardens, wastes from open markets in Sanliurfa are to be used in order to produce electrical and heat energy and compost. For this purpose, the amounts and contents of aforementioned wastes were determined, sample compost and biogaz facilities were visited and interactions with experts in this area were made getting them involved in the project.

In the scope of the project, two different feasibility study have been performed. In the first feasibility study, Şanlıurfa Compost Facility Feasibility Study, a total of two different waste combinations consisting of readily available wastes from open markets, grass clippings from parks and animal manure were evaluated. In the second feasibility study, Şanlıurfa Biogas and Compost Facilities Feasibility Study, there were five different scenarios where manure from 1500 cows and 180 tonnes municipal organic wastes were used were formed depending upon whether compost and biogas facilities were planned separately and combined and whether heat and electrical energy and fermented manure were all sold together or only electrical energy and fermented manure were sold. The amounts of wastes in different combinations were determined according to appropriate C:N rate.

Overall, all facilities considered turned out to be economically feasible. In option 1 where readily available wastes are to be used, compost facilities were feasible and had a moderate profitability. In option two, when total net incomes were compared at the end of economical life periods, the scenario 4 seemed to have the highest income with 54,269,994 €, which was followed by scenarios of 1,5,2 and 3, respectively. In the scenarios where only compost will be produced, net incomes during economical life period was the lowest due to low investment amounts.

In the compost facilities, the return period was low, however, inner productivity rate and ratio of benefit to expenses were high. Biogas facilities where there is no heat energy sold, profitability rate decreased slightly, but they were still economically feasible. The most benefit would be obtained from the options where both compost and also biogas facilities were considered together as indicated by economical indicators which were relatively higher in scenarios of 4 and 5 than scenarios of 1 and 2 where only compost facilities are considered.

In addition, in the project, changes in expenses, net electrical and heat energy incomes of a biogaz facility based on the number of cows ranging from 500 to 10000 were determined.

Keywords: Compost, Biogaz, Sanliurfa, Organic wates

## GİRİŞ

Kentsel katı atıklar genelde bahçe, pazar atıkları, cam, metal, gazete, mutfak gibi hemen hemen yarısı geriye dönüşebilir materyallerden meydana gelir. Özellikle organik atıklar besin elementlerince oldukça zengin, kolayca ayrışabilir materyallerden oluşur.

Kentsel atıklar, toplanması, taşınmaları ve depolanmaları için gerekli olan yerlerin temini nedeniyle de sorunlara neden olabilirler. Bütün bunlardan dolayı da katı atıkların yönetimlerinin maliyetleri yüksektir. Ayrıyeten kentsel atıklar kötü kokular ve diğer çevresel problemlere de neden olurlar. Atıkların uygun bir şekilde geri dönüşümü sağlanarak çevreye olan olumsuz etkileride engellenebilir.

Ülkemizde organik atıkların genel atıklar içerisindeki oranı % 65 dir, çalışma alanının yer aldığı Şanlıurfa da ise bu oran % 20–60 arasındadır. Şanlıurfa da önemli miktarda mutfak atıkları, hal ve pazar atıkları, hayvan gübresi, park ve bahçe atıklarından oluşan organik atık açığa çıkmaktadır ve bunlar atıl halde bulunmaktadır. Bu atıklar, kontrolsüz bir şekilde bırakılmakta veya çürümeye terk edilmektedir. Bu durumda bu atıkların değerlendirilemeden depolanması ile gerekli yer temini ihtiyacında artış ve çevresel zararlar oluşmaktadır. Öteki taraftan hem bölgede hem de ülkemizde önemli miktarlar enerji açığı mevcuttur. Ayrıca hem araştırma alanında yer alan Harran Ovasında hem de ülke genelinde mevcut toprak kaynakları yoğun ve uygun olmayan tarımsal faaliyetler sonucunda önemli ölçüde aşınmıştır ve inorganik gübrelerin organik gübrelerin yerini alması sonucu organik maddece yoksun kalmışlardır (< % 2). Bunların sonucunda topraklardaki üretim potansiyelinde azalmalar meydana gelmiştir. Azalan üretim potansiyelinin temel nedeni sıkışma, erozyon, tuzlulaşma, alkalileşme ve organik madde kayıpları ile toprak kaynaklarının tedrici olarak aşınması ve kalitelerinin azalmasıdır. Bu da sonuç olarak topraklarda düşük agregat stabilitesine, su geçirgenliğine, su kullanım etkinliğine, toprak mikrobiyal aktivitesine ve besin elementlerinin elverişliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bunlarda su erozyonu, yüzey ve yer altı sularının kimyasallarla kirlenmesi, toprak sıkışması, sera gazlarının açığa çıkması ve verimde azalmalar gibi endişelere neden olmaktadır. Bunun yanı sıra bu tip topraklar bitkisel zararlılara karşı, erozyona ve yüzey akışına karşı daha hassastır. Bu tür noksanlıklar ve azalan verimlilik, artan kimyasal kullanımı ve daha fazla zararlı kontrolü ile giderilmeye çalışılıyor ve böylece daha fazla maliyete neden olmakta bu da çiftçilerin kar marjını azaltmaktadır. Bunlar da hem tarım sektörüne ve ekonomisine, hem de çevreye olumsuz yönde etkiler yapmakta.

Yukarıda belirtilen bu olumsuzlukların önlenmesi için kentsel organik atıkların sürdürülebilir bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Bunun yerine atıklar kompost ya da biyogaz olarak değerlendirilebilir. Her iki işlemde de mikroorganizmalar vasıtasıyla atıkların geri dönüşümü sağlanarak doğaya ve çevreye zarar vermeyen ekonomik değeri olan ürünler elde edilir.

Kompostlaştırma işleminde karbon ve azot içeriğince yüksek organik atıklar oksijenli (Aerob) ve kontrollü (uygun nem ve hava) koşullarda mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak kompost elde edilmektedir. İçerisindeki bitki besin elementlerinin yararlılığı arttırılmakta, elde edilen humusca zengin kompost tarımda gübre, peyzajda veya toprak ıslah edici materyal olarak kullanılabilir.

Biyogaz işleminde ise organik atıklar serbest oksijensiz (Anaerob) ortamda mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmakta ve işlem sonrasında yanıcı özelliğe sahip yaklaşık %55 oranında metan (CH<sub>4</sub>)

içeren biyogaz elde edilmektedir. Elde edilen biyogaz yakılarak ısı enerjisi üretilmesi veya kojenerasyon ünitelerinde elektrik ve ısı enerjisi üretilmesinde kullanılmaktadır.

Biyogaz ve kompostlaştırma işlemleri birbirinin tamamlayıcısı olan proseslerdir. Organik atıklardan önce biyogaz sonra kompost üretimi en verimli kombinasyonu sağlamaktadır.

Bu projenin en önemli faydası, bölgede fazla miktarda atıl halde olan organik atıkların biyogaz ve kompost olarak dönüştürülerek değerlendirilmesidir. Elde edilecek biyogaz enerjisi açığı olan ülkemizde ısı ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilir, kompost ise yoğun ve uygun olmayan tarımsal faaliyetler sonucu bölge ve ülke topraklarında meydana gelmiş olan toprak aşınmalarının önlenmesinde ve toprakların kalitelerinin artırılmasında faydalı olacaktır. Bununla birlikte, bu atıkların çevreye olan zararlarının azaltılmasıyla çevresel açıdan önemli yararlar da sağlanacaktır. Ayrıca dış alımla yapılan kimyasal gübre tüketiminin azaltılmasıyla, tarıma ucuz ve daha yararlı girdi elde edilmesiyle ekonomik yararlar da sağlanacaktır. Organik atıkların kompost olarak değerlendirilmesi ile ülkemizde geri dönüşüm bilincinin artırılmasına da katkılar sağlanmış olacaktır.

Böylelikle bölgede önemli miktarlarda yer alan organik atıkların çevresel yönden zararlı olacak şekilde atıl halde depolanmasının yerine, onların biyogaz ve kompost şeklinde geri dönüşümü yapılarak enerji üretimine, sürdürülebilir tarıma ve toplumda geri dönüşüm bilincinin artırılmasına katkılar sağlanmış olacaktır.

### 3.1.MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

#### ŞANLIURFA ŞEHRİNİN ORGANİK ATIK POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şanlıurfa şehri de organik atıklar açısından zengin bir potansiyele sahip. Özellikle evsel atıkların miktarı bu potansiyele içinde önemli bir oran teşkil etmektedir. Şanlıurfa şehrinde atıklar ayrıştırılarak değil de hepsi aynı ortamda toplanarak katı atık tesisinde imha edilmektedir.

Şanlıurfa şehrinde kompost ve biyogaz tesislerinde işlenebilecek atıklar genellikle şu alanlardan elde edilebilir;

1. Hal pazarı ve haftanın belli günlerinde belli semtlerde kurulan devamlı ve belli günlerde yeri değişen halk pazarlarından kalan sebze, meyve vb. ürünlerden oluşan atıklar
2. Evsel mutfak atıkları
3. Peyzajlardan ve parklardan kesilen çimler
4. Şehrin hayvancılık yapılan sapa mahallelerinden çıkan hayvan gübreleri de tesis için büyük bir kaynak teşkil etmektedir.

Bu atık madde kaynaklarını inceleyecek olursak karşımıza şöyle bir tablo çıkmaktadır.

#### 1. Evsel Atık Miktarı

Şanlıurfa şehrindeki atık potansiyelini inceleyebilmek için kişi başına düşen atık miktarını hesaplayacak olursak;

Şanlıurfa Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünden aldığımız bilgiler dahilinde, şehirden günlük yaklaşık olarak 400 ton katı atık toplanmaktadır. Şanlıurfa şehrinde 2010 nüfus verilerine göre 498.111 kişi yaşamaktadır. Bu da hesapladığımızda;

$$400.000 \text{ kg} / 498.111 \text{ kişi} = 0,8 \text{ kg}$$

Ortalama olarak kişi başı 0,8 kg olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu günlük toplanan atık miktarının % 65 evsel atık yani kompost tesisinde işlenebilecek olan organik atıktan oluşmaktadır. 400.000 ton atığın %65'ni hesaplırsak;

$$400 \times 65/100 = 260 \text{ ton}$$

Günlük organik atık miktarını yaklaşık olarak 260 ton olarak bulabiliriz.

#### 2. Çim Atık Miktarı

Şanlıurfa şehrinde son yıllarda faaliyete geçirilen yeşil alan projeleri ile birçok alanda ağaçlandırma ve çimlendirme çalışmaları yapılmaktadır. Özellikle yol kenarları, peyzajlar ve parklarda yapılan çimlendirme işlemleri ile çim kaplı alanlar bir hayli artış göstermiştir. Şanlıurfa şehrinde bu çimlik alanlardan elde edilen atık çimler değerlendirilmemekte, bu çim atıkları direkt olarak çöpe gönderilmekte veya bir kısmı hayvancılık yapan insanlar tarafından kullanılmaktadır.

Şanlıurfa şehrinde Park ve Bahçeler Müdürlüğünden elde ettiğimiz bilgilere göre şehir merkezinde yol kenarları, peyzajlar dahil parklardaki çim alanları ile birlikte yaklaşık olarak 980.000 m<sup>2</sup> (980 da) çimlik saha bulunmaktadır. Normal koşullar altında bir dekar yani bir dönüm çimlik alandan 1500- 2500 kg/yıl arasında yeşil ot elde edilmektedir. Bunu da hesaplayacak olursak;

$$980 \text{ da} \times 1500 \text{ kg} = 1.470 \text{ ton}$$

Toplam elde edilen çim atık miktarı 1.470 ton civarındadır.



Tabii bu miktar hemen bir kesimde elde edilen atık miktarı değil. Çimlerin yetiştirme dönemlerine göre yaklaşık olarak Nisan ayında başlayan kesim ve bunu takip eden değişik kesim dönemlerinde elde edilen yıllık atık çim miktarı.

### 3. Hal Pazarı ve Değişik Günlerde Değişik Semtlerde Kurulan Halk Pazarlarından Elde Edilen Atık Miktarı

Şanlıurfa şehrinde Hal Pazarıyla birlikte Eyyübiye, Çifte Han, Süleymaniye, Buhara ve Haleplibahçe mevkiilerinde sabit olmak üzere değişik semtlerde değişik günlerde kurulan 12 pazarla birlikte toplam 16 halk pazarı yer almaktadır. Her gün ortalama olarak iki Pazar kurulmaktadır.

Halk Pazarının Kurulduğu Bölge	Pazarın Kurulduğu Gün	Gün Sayısı
Yenişehir Bölgesi	Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe, Cumartesi	4
Bahçelievler Bölgesi	Çarşamba, Cumartesi	2
Şair Nabi Bölgesi	Cuma	1
İpekyol Bölgesi	Perşembe	1
Hızmalı Bölgesi	Çarşamba	1
İmam Bakır Bölgesi	Perşembe	1
Toki Bölgesi	Çarşamba, Cumartesi	2
Toplam		12

Tablo: Şanlıurfa Şehrinde Kurulan Pazar Yerleri ve Sayısı

Şanlıurfa şehrinde yer alan bu hal pazarı ve halk pazarlarından ortalama olarak günlük 7 ton organik atık elde edilmektedir. Bunu gün bazında hesaplayacak olursak şöyle bir tabloyla karşılaşırız;

$$365 \text{ gün} \times 7 \text{ ton} = 2,555 \text{ ton}$$

Şanlıurfa şehrindeki hal pazarı ve halk pazarlarından elde edilecek yıllık atık miktarı

2,555 tondur.

### 4. Hayvansal Atık Miktarı

Şanlıurfa şehir merkezinin hayvancılık yapılan kesimlerinde ortaya çıkan hayvansal atıklar büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Bu atıkların şehir merkezinde olması ayrıca bir sorun teşkil etmektedir. Hayvancılıkla uğraşan insanların hayvan atıklarını yerleşim yerinin yakınındaki mağaralarda muhafaza etmeleri insan sağlığını tehdit edecek boyuta gelmiştir. Onun için bu atıkların bir an önce değerlendirilmesi gerekmektedir.

Şanlıurfa şehrinde açığa çıkan hayvansal atıklar miktar olarak çok büyük bir oran teşkil etmektedir. Ayrıca bu hayvansal atıklar sabit bir oran da seyretmemekte gün geçtikçe artmaktadır. Bu alanda bulunan büyükbaş hayvanların bir tanesinden yaklaşık olarak günlük 25- 30 kg hayvansal atık çıkmaktadır. Şanlıurfa da 400- 500 arası lokasyonda (mağaralar ve ahırlar) hayvancılık yapılmakta ve ortalama her birinde mevsime bağlı olarak değişim göstermekle birlikte 20-30 büyük baş hayvan bulunmaktadır.

Kompost tesisinin kurulmasıyla birlikte hem bu hayvansal atıklar değerlendirilmiş olacak, hem de insan sağlığını tehdit eden bu durum ortadan kalkmış olacaktır.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. C:N oranının belirlenmesi

Kompost ve biyogaz tesislerinde kullanılacak materyallerin C:N oranı açısından uygun karışım miktarlarının belirlenmesinde aşağıdaki formülden faydalanılmıştır (Rynk ve ark. 1992);

$$R = \frac{Q1(C1 x (100 - M1) + Q2 (C2 x (100 - M2) + Q3(C3 x (100 - M3)+..}{Q1 (N1 x (100 - M1) + Q2 (N2 x (100 - M2) + Q3(N3 x (100 - M3)+..}$$

burada, R karışımın C:N oranı, Qn (n=1,2,3...) n. Materyalin kütlesi (yaş ağırlık, olduğu gibi), Cn (n=1,2,3...), n. Materyalin karbon içeriği (%), Nn (n=1,2,3....) n. Materyalin azot içeriği (%), Mn (n=1,2,3...) n. Materyalin nem içeriği (%).

Bu eşitliğin yeniden düzenlenmesi ile uygun C:N oranını elde etmek için gerekli olacak ikinci materyalin kütlesi aşağıdaki gibi hesaplanabilir;

$$Q2 = \frac{Q1 x N1 x \left( R - \frac{C1}{N1} \right) x (100 - M1)}{N2 x \left( \frac{C2}{N2} - R \right) x (100 - M2)}$$

#### 3.2.2. Ekonomik Analizler

Yapılan ekonomik analizler Yurdakul (2007)' ye göre, hazırlanan senaryolar için tesislerin iç karlılık oranı, net bugünkü değeri, amortisman süresi ve nakit akışı tabloları hesaplanarak elde edilmiştir.

#### 3.2.3. Laboratuar Analizleri

Harran ovası tarımsal topraklarının genel durumlarının belirlenmesi ve kompost uygulamasına ihtiyaçlarının ortaya çıkarılması amacıyla 100' ü aşkın toprak örneğinde yapılan toprak verimlik analizleri Şanlıurfa GAP Toprak ve Su Araştırma Enstitüsü tarafından bölge toprakları için kullanılan rutin analiz metotları uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

#### 4. TOPRAKLARIN VERİMLİK DURUMU VE KOMPOST İHTİYACI

Aşağıdaki tablo da, toprakların genel verimlilik durumunu gösteren toprak organik maddesi ve diğer bitkinin gelişimi ve verimi için ihtiyaç duyduğu toprak besin elementlerine ait özet bilgiler verilmektedir.

Orta bünyeli bir toprağa sahip 1 dekarlık alanda (1000m<sup>2</sup>) kök bölgesini oluşturan 20 cm lik derinlikte

Yaklaşık 1000 m<sup>2</sup> x 0.20m= 200 m<sup>3</sup> toprak, orta bünyeli bir toprağın 1000 m<sup>3</sup> nün ağırlığı 1.25 tondur, buda dekarda 1.25 x 200 = 250 toprak miktarına eşittir. Böyle bir toprağın organik madde kapsamını % 1 oranında artırmak için 250/100=2,5 ton /da organik madde ilavesi gerekir. Bunu kompost olarak vermek istediğimizde ve kompostun yaklaşık % 50 oranında organik madde kapsadığı düşünülürse bu oran 2,5 /0.5= 5 ton/da çıkmaktadır.

Tablodan görüldüğü üzere topraklarımızın ortalama organik madde kapsamı % 2 civarındadır, ideal bir toprak için toprağın bünyesine göre değişmekle birlikte % 4-5 civarında organik madde bulunması gerekmektedir. Ülke topraklarımızın genelinde organik madde kapsamı azdır, bu oran güneydoğu anadolu bölgesi için dir (Eyüpoğlu, ). Diğer besin elementlerinin de ortalaması ele alındığında,

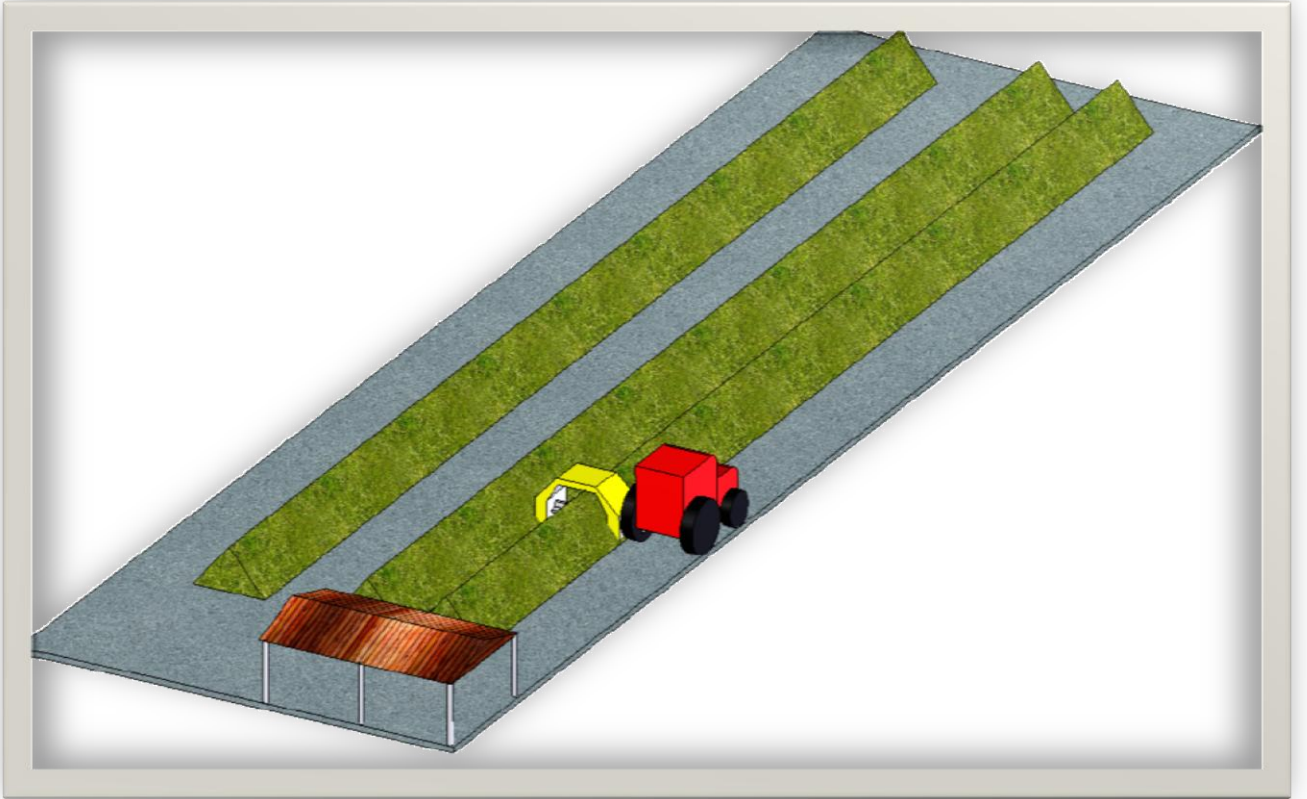
Tablo. Çalışma alanı (Harran Ovası) topraklarının genel verimlilik durumu (Örnek sayısı : 254)

	Bitkiye Yararışlı Besin Maddeleri (kg/da)			Bitkiye Yararışlı Mikro Besin Maddeleri (ppm)			
	Fosfor	Potasyum	TOM <sup>†</sup> (%)	Cu	Fe	Zn	Mn
Minimum	0.80	49.60	1.05	0.86	0.96	3.21	0.15
Maksimum	23.40	669.00	3.69	3.58	13.82	31.30	58.79
Ortalama	4.98	145.00	2.17	1.57	3.13	11.20	1.89
Std.Sapma	3.49	60.76	0.43	0.38	1.72	4.27	5.00

† TOM: Toprak Organik Maddesi

# Şanlıurfa

## Kompost Tesisi Projesi





## KOMPOST TESİSİ

### Tesiste İşlenecek Atıklar

Kompost tesisinde büyükbaş hayvan gübreleri, hal ve çim atıklarının kullanımı öngörülmektedir. Tesiste kullanılacak atıkların fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 1. Kompost tesisinde kullanılacak materyallerin özellikleri**

Parametre	Hal Atıkları	Büyükbaş Hayvan Gübresi	Çim Atıkları
Kuru Madde (%)	16,7	14	27
Organik Kuru Madde (%)	80	85	82
N (%)	0,25	2,6	3,73
C (%)	48,3	40	47

Kompost tesisinde iki farklı atık kombinasyonu kullanılacaktır. Kombinasyonlar yaz ve kış aylarında temin edilecek atık kaynaklarına göre belirlenmiştir.

1. Kombinasyon: Hayvan gübresi, hal atıkları ve çim atıkları
2. Kombinasyon: Hayvan gübresi ve hal atıkları

1.Kombinasyon özellikle yaz aylarında çim atıklarının açığa çıkmasıyla beraber kullanılmaya başlanacaktır. Bu kombinasyonda kompost tesisinde günlük 7 ton hal atığı, 3 ton çim atığı ve 2,9 ton hayvan gübresinden oluşturulan karışımlar kullanılacaktır. 2. Kombinasyonda ise günde 7 ton hal ve 17,7 ton büyükbaş hayvan gübresi kullanılacaktır.

Kompost tesisinde kullanılacak atık miktarları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bir büyükbaş hayvandan (Besi Sığırı) çıkan gübre miktarı günlük 29 kg alınmıştır ve hesaplamalarda hayvandan çıkan gübrenin toplanabilirlik oranı 0,5 olarak kabul edilmiştir. Toplanabilirlik katsayısı hayvanların ahırda kalma süreleri, gübrenin tesise gelen kadar geçtiği süre ve iklimsel faktörlere bağlıdır.

**Çizelge 2. Kombinasyon 1 Kompost tesisinde kullanılacak materyallerin özellikleri**

Kullanılan materyal	Hayvan sayısı	Günlük atık üretimi (t/gün)	Günlük atık miktarı (t/gün)	Toplanabilir gübre miktarı (t/gün)	45 günde toplanan gübre (t/45 gün)*	45 günde toplanan gübre KM (t/45 gün)*	45 günde toplanan materyalin %35 KM oranındaki miktarı (t/45 gün)
Büyükbaş Hayvan Gübresi	200	0,029	5,8	2,9	130,5	18,27	52,2
Hal Atıkları	-	-	7	7	315	52,605	150,3
Çim Atıkları	-	-	3	3	135	36,45	104,14

**Çizelge 3. Kombinasyon 2 Kompost tesisinde kullanılacak materyallerin özellikleri**

Kullanılan materyal	Hayvan sayısı	Günlük atık üretimi (t/gün)	Günlük atık miktarı (t/gün)	Toplanabilir gübre miktarı (t/gün)	45 günde toplanan gübre (t/45 gün)*	45 günde toplanan gübre KM (t/45 gün)*	45 günde toplanan materyalin %35 KM oranındaki miktarı
---------------------	---------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--	--

							(t/45 gün)
<b>Büyükbaş Hayvan Gübresi</b>	600	0,029	17,7	8,7	391,5	54,81	156,6
<b>Hal Atıkları</b>	-	-	7	7	315	52,605	150,3

\* Kompostlaştırma işleminde süre 45 gün olduğu için kümülatif atık miktarları 45 günlük hesaplanmıştır.

\*\* Kompostlaştırma işleminde başlangıç materyalinin kuru madde oranı %35 olacaktır.

Kompostlaştırma işlemi yığınlarda gerçekleştirilecek ve yığınlarda bekleme süresi 45 gün olacaktır. Kompostlaştırma tesisine gelen atıklar bir süre kurumaya bırakılacak ve karışımların %35 KM seviyesine kadar kurutulması tamamlandıktan sonra işlem başlatılacaktır.

Kompost tesislerinin yıllık atık işleme kapasitesi (%35 KM) yaklaşık 2 490 t olacaktır. Tesisin atık işleme kapasitesi hammaddelerin tesise geldiğinde sahip oldukları su içeriklerine göre hesaplandığında kombinasyon 1 için 4 709 t/yıl, kombinasyon 2 için 5 731 t/yıl olmaktadır. Tesisler ile ilgili temel parametreler Çizelge 4’de özetlenmiştir.

#### Çizelge 4. Kompost tesislerinin temel parametreleri

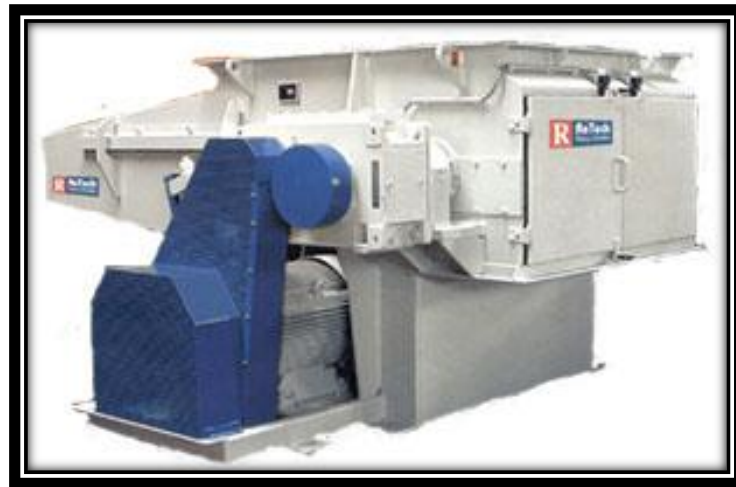
Tesis Özellikleri	
Tesis atık işleme kapasitesi (t/yıl) Kombinasyon 1	4 709
Tesis atık işleme kapasitesi (t/yıl) Kombinasyon 2	5 731
Kullanılan karışımın KM oranı (%)	35
Tesis atık işleme kapasitesi (%35 KM) (t /yıl) Kombinasyon 1	2 490
Tesis atık işleme kapasitesi (%35 KM) (t/yıl) Kombinasyon 2	2 487
Kullanılan karışımın C/N oranı (%) Kombinasyon 1	30
Kullanılan karışımın C/N oranı (%) Kombinasyon 2	26
Tesiste bir yılda üretilecek kompost miktarı (t/yıl %80 KM)	655



Tesisin kurulu kapasitesi (m <sup>3</sup> )	430
Kompostlaşma Süresi (gün)	45
Yığın Şekli	Üçgen
Yığın uzunluğu (m)	50
Yığın genişliği (m)	3
Yığın sayısı (adet)	3
Tesis alanı (m <sup>2</sup> )	825

### 1.2.2. KOMPOST TESİSİN İŞ AKIŞI VE ÜNİTELERİ

Tesiste işlenecek atıklar hammadde kabul alanına getirilecektir. Bu alanda depolanan büyükbaş hayvan gübreleri, hal ve çim atıkları öncelikle kuru madde düzeyleri %35 seviyesine çıkana kadar bekletilecek ve daha önceden belirlenen oranlarda karıştırılarak yığınlar oluşturulacaktır. Hal atıkları karışıma dahil edilmeden önce kıyıcıdan geçirilerek parça boyutları küçültülecektir.



### Şekil 1. Mutfak atıklarının kıyılmasında kullanılacak parçalayıcı

Atıkların uygun oranlarda karıştırılması ve yığınların oluşturulmasında amacıyla tesiste bir traktör ve ön yükleyici kullanılacaktır. Traktör tesiste materyallerin kıyıcıya yüklenmesi ve olgunlaşmış kompostun tahliyesi ve yığın karıştırıcının çalıştırılması amaçlarıyla da kullanılacaktır



### Şekil 2. Kompost tesisinde kullanılacak traktör ve ön yükleyici

Kompostlaştırma işlemi beton zemin üzerinde gerçekleştirilecektir. Beton zemin üzerinde sızıntı sularının tahliyesi amacıyla drenaj kanalları oluşturulacaktır. Zemin üzerine yerleştirilen yığınlar düzenli olarak kompost karıştırma makinası ile karıştırılacak ve gerektiğinde mikrobiyolojik işlemin devamlılığı için nemlendirilecektir. Karıştırma işlemi ilk iki hafta haftada iki, sonraki iki hafta haftada bir ve devamında 10 günde bir periyotlarla gerçekleştirilecektir. 45 günlük işlem sonrasında kullanıma hazır kompostun üretilmesi planlanmaktadır.





**Şekil 3. Yığınların karıştırılmasında kullanılabilir karıştırıcılar (Fa. EYS katalogları)**

## KOMPOST TESİSİNİN EKONOMİK ANALİZLERİ

Çizelge 5. İşletmenin üniteleri ve yatırım giderleri

Ekonomik Değişken	
Zemin (Euro)	26 000
Ön Yükleyici (Euro)	5 000
Kıyıcı (Euro)	15 000
Sundurma (Euro)	5 000
Yığın karıştırıcı (Euro)	17 350
Traktör (Euro)	25 000
İnşaat yerinin hazırlanması , enerji temini, yol yapımı vb. ve beklenmeyen giderler (Euro)	5 000
İşçilik ve Mühendislik hizmeti (Euro)	15 000
<b>TOPLAM (Euro)</b>	<b>113 350</b>

Çizelge 6. Kompost tesisinin işletme giderleri

Ekonomik Değişken	
Parçalama masrafı (euro/yıl) (Bitkisel materyal için 1 euro/t)	1 170
İnşaatların tamir bakım giderleri	270

(Euro/yıl)	
Makinaların tamir bakım giderleri	1 870
Personel giderleri (Euro/yıl) (1işçi)	5000
İnşaatların amortisman giderleri (Euro/yıl)	620
Makina ve ekipmanların amortisman giderleri (Euro/yıl)	3 118
Enerji giderleri	3 275
<b>Toplam yıllık giderler (Euro/yıl)</b>	<b>15 323</b>

Çizelge 7. Kompost tesisinin gelirleri

Ekonomik Değişken	
Kompost Gübre Üretimi (%80 KM) (t/yıl)	655
Gübre satış fiyatı (%80 KM) (Euro/t)	55
<b>Tesisin yıllık geliri (Euro/yıl)</b>	<b>36 025</b>

Çizelge 8. Tesisin net nakit akımı tablosu

Yıllar	İskonto Faktörü	Gelirler (Euro)	Giderler (amortismansız) (Euro)	İskonto Edilmiş Gelirler (Euro)	İskonto Edilmiş Giderler (Euro)

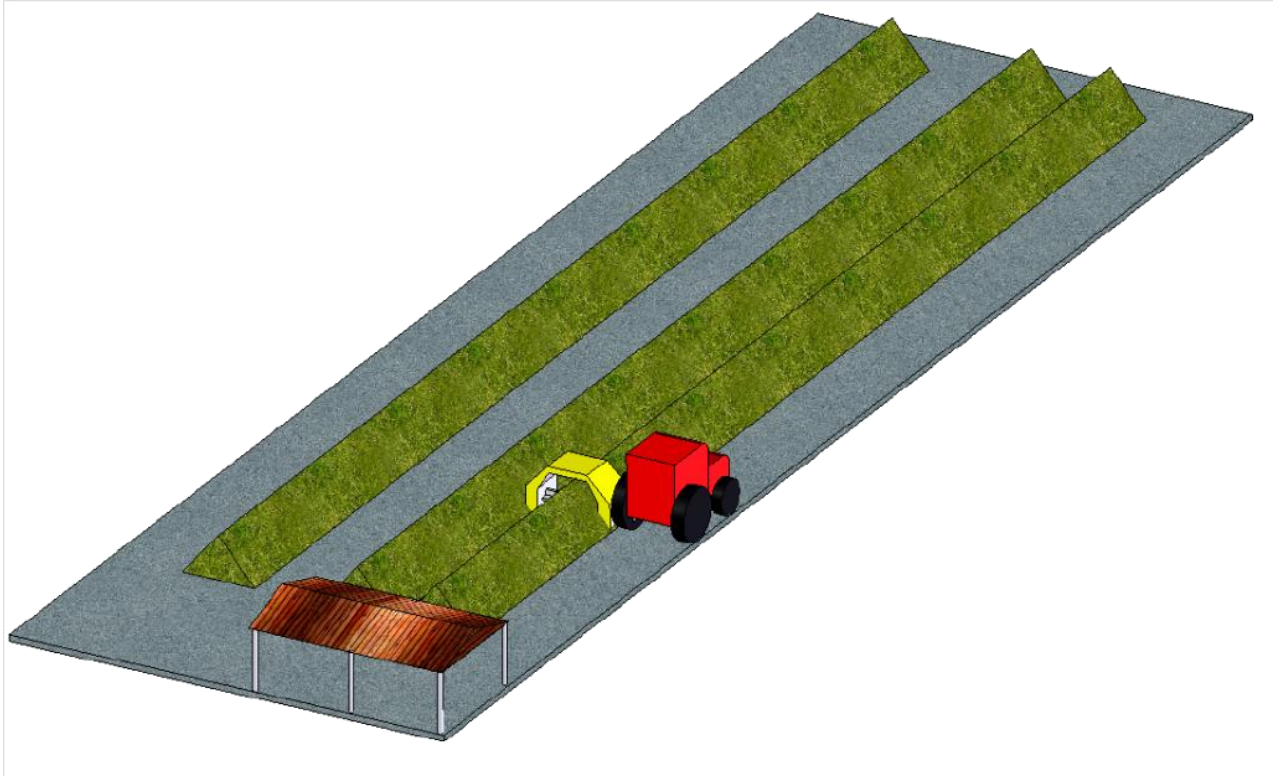
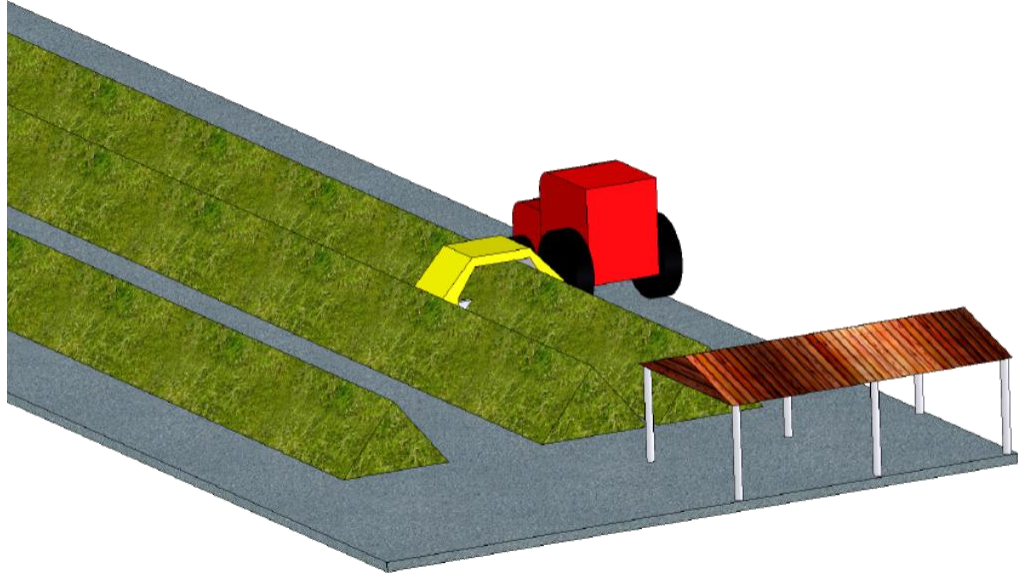
0	1	-		-	113 350
1	0,917	36 025	11 585	33 035	10 623
2-19	8,032	36 025	11 585	289 353	93 050
20	0,178	47 360	11 585	8 430	2 062
<b>Toplam</b>				330 818	219 085

**Çizelge 9. Kompost tesisinin ekonomik değerlendirme parametreleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>NBD (Euro)</b> (Net Bugünkü Değer)	111 733
<b>İç Verim Oranı (%)</b>	21
<b>Fayda/masraf Oranı</b>	1,51
<b>Projenin geri dönüş süresi (yıl)</b>	5,48

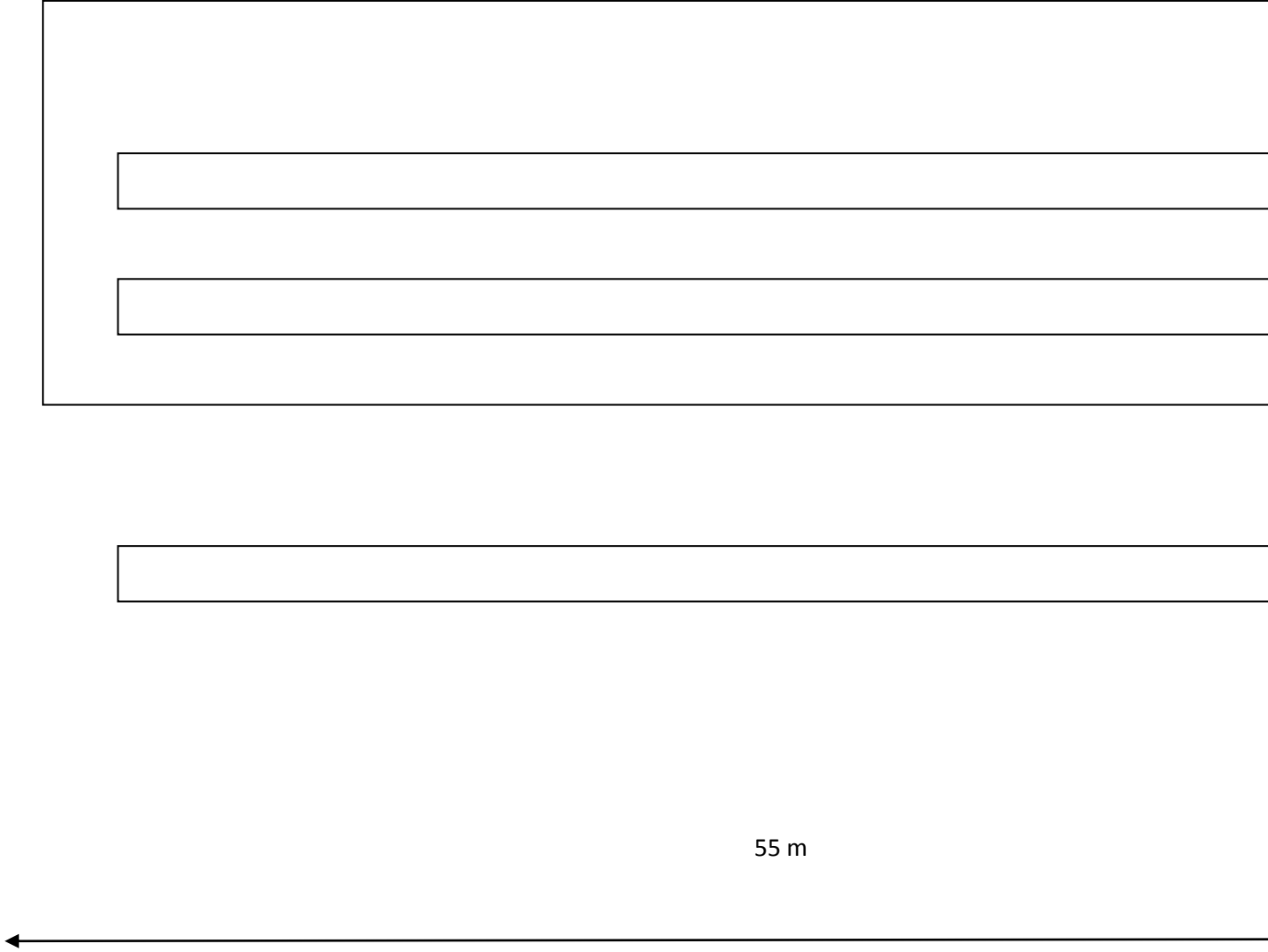
**SONUÇ:** Proje kapsamında değerlendirilen kompost tesisinin ekonomik parametreleri incelendiğinde NBD değerinin sıfırın üzerinde, iç verim oranı %21, fayda masraf oranı 1,51 ve geri dönüş süresinin 5,48 yıl olduğu görülmüştür. Değerlendirme yapılan koşullarda kurulacak kompost tesisinin karlılığının orta seviyede ve fizibil olduğu belirlenmiştir.

## Kompost Tesisi izimleri



Şekil 4. Kompost tesisi

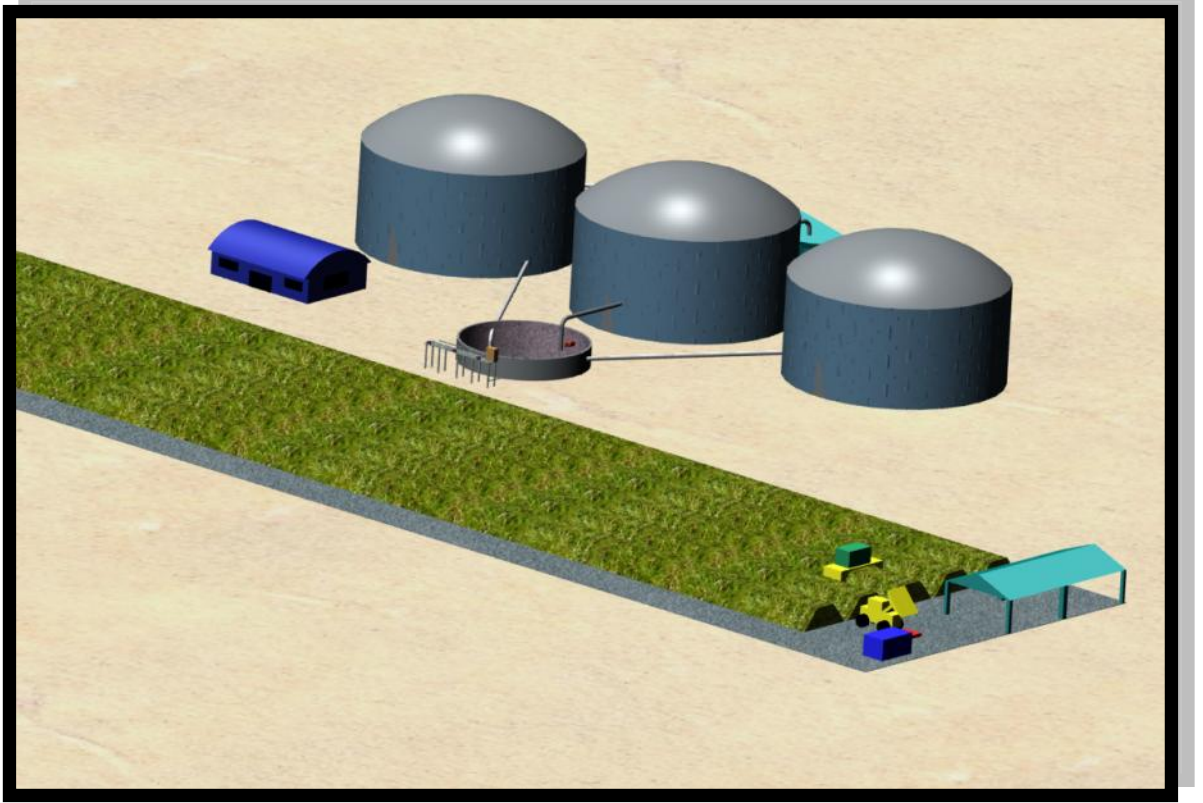
## Kompost Tesisi Yerleşim Planı



Şekil 5. Kompost tesisi için yerleşim planı



# Şanlıurfa Biyogaz ve Kompost Tesisleri Projesi



## 1. PROJENİN ÖZELLİKLERİ

Proje kapsamında Şanlıurfa bölgesinden çıkan büyükbaş hayvan gübresi ve mutfak atıklarından biyogaz ve kompost elde edilen tesislerin ön fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 5 farklı senaryo değerlendirilmiştir. Bu senaryolarda biyogaz ve kompost tesislerinin bağımsız ve beraber kurulması durumları incelenmiştir. Kompost tesisinde gübre üretimi gerçekleştirilirken, biyogaz tesislerinde elektrik ve ısı enerjisi ile fermente olmuş gübre elde edilmektedir. Biyogaz ve kompost tesislerinin beraber kurulduğu senaryolarda biyogaz işleminden geçirilen atıkların bir miktar katkı maddesi eklenerek kompostlaştırılması öngörülmektedir. Biyogaz tesislerinden üretilen ısı enerjisinin değerlendirilmesi tesisin kurulduğu bölgenin altyapı durumu, yerleşim yerlerine uzaklığı, bölgenin enerji kullanım seçenekleri ile iklimsel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle biyogaz tesislerinin bulunduğu senaryolarda analizler ısı enerjisinin satışının gerçekleşmesi ve gerçekleşmemesi durumlarına göre yapılmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirilen tüm senaryolar aşağıdaki gibidir.

- **Senaryo 1-** Sadece biyogaz tesisi kurulması ve tesiste üretilen elektrik ve ısı enerjisi ile fermente gübrenin satılması,

- **Senaryo 2-** Sadece biyogaz tesisi kurulması ve tesiste üretilen elektrik enerjisi ile fermente gübrenin satılması,
- **Senaryo 3-** Sadece Kompost tesisinin kurulması ve tesiste üretilen kompost gübrenin satışı
- **Senaryo 4-** Biyogaz ve kompost tesislerinin kurulması ve tesislerde üretilen elektrik ve ısı enerjisi ile kompost gübrenin satılması,
- **Senaryo 5-** Biyogaz ve kompost tesislerinin kurulması ve tesislerde üretilen elektrik enerjisi ile kompostun satılması,

## 1.1 SENARYOLARDA ANALİZLERİ YAPILAN BİYOGAZ TESİSİ

### 1.1.1 TESİS PARAMETRELERİ

#### *Tesiste İşlenecek Atıklar*

Biyogaz tesisinde büyükbaş hayvan gübreleri ve mutfak atıklarının kullanımı öngörülmektedir. Tesiste kullanılacak atıkların fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de görülmektedir.

**Çizelge 1. Biyogaz tesisinde kullanılacak materyallerin özellikleri**

Parametre	Mutfak Atıkları	Büyükbaş Hayvan Gübresi
Kuru Madde (%)	16,7	13
Organik Kuru Madde (%)	80	85
N (%)	0,25	2,6
C (%)	48,3	40

Biyogaz tesisinde 15 000 adet büyükbaş hayvandan çıkan gübre ile günlük 180 ton mutfak atıkları kullanılacaktır. Biyogaz tesisinde kullanılacak atık miktarları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bir büyükbaş hayvandan (Besi Sığırı) çıkan gübre miktarı günlük 29 kg alınmıştır ve hesaplamalarda hayvandan çıkan gübrenin toplanabilirlik oranı 0,5 olarak kabul edilmiştir. Toplanabilirlik katsayısı hayvanların ahırda kalma süreleri, gübrenin tesise gelene kadar geçen süre ve iklimsel faktörlere bağlıdır.

**Çizelge 2. Biyogaz tesisinde kullanılacak materyallerin özellikleri**

Kullanılan materyal	Hayvan sayısı	Günlük atık üretimi (t/gün)	Günlük atık miktarı (t/gün)	Toplanabilir gübre miktarı (t/gün)	KM olarak toplanan atık miktarı (t/gün)	25 günde toplanan KM (t/25 gün)*	25 günde toplanan materyalin %15 KM oranındaki miktarı (t/25 gün)
<b>Büyükbaş Hayvan Gübresi</b>	15000	0,029	435	217,5	30,45	761,25	5075
<b>Mutfak Atıkları</b>	-	-	140	140	23,4	585	3900

\*Biyogaz işleminde hidrolik bekleme süresi 25 gün olduğu için kümülatif atık miktarları 25 günlük hesaplanmıştır.

\*\* Biyogaz işleminde yaş fermentasyon kullanılacak ve kuru madde oranı %15 olacaktır.

Tesisin yıllık atık işleme kapasitesi yaklaşık 130 000 t olacaktır ve biyogaz tesisine günde 357,5 ton materyal yüklenecektir. Tesis ile ilgili temel parametreler Çizelge 3’de özetlenmiştir.

**Çizelge 3. Tesisin temel parametreleri**

Tesis Özellikleri	
Tesis atık işleme kapasitesi (t/yıl)	130 000

Hidrolik Bekleme Süresi (gün)	25
Kullanılan karışımın KM oranı (%)	15
Kullanılan karışımın C/N oranı (%)	27,62
Tesis kapasitesi (ton)	8975~9000
Tesis Hacmi (m <sup>3</sup> )	9000
Reaktör sayısı	3
Bir reaktörün hacmi (m <sup>3</sup> )	3000

#### ***Tesisin Enerji ve Fermente Gübre Üretimi***

Tesisten yılda 8 543 987 m<sup>3</sup> (%55 metan içeriğinde) biyogaz üretilmesi beklenmektedir. Bu miktar yaklaşık 4 699 193 m<sup>3</sup> metana karşılık gelmektedir. Elde edilecek metanın kojenerasyon ünitesinde yakılması sonucunda 19 736 610 kWh/yıl elektrik enerjisi ve 21 146 368 kWh/yıl ısı enerjisi üretilmektedir. Tesisten ayrıca, seperatörlerde %35 kuru madde içeriğine yükseltilmiş, yılda 33 695 ton fermente olmuş gübre üretilmektedir.

#### **Çizelge 4. Biyogaz tesisinden üretilen enerji ve gübre miktarları**

<b>Ürünler</b>	<b>Miktar</b>
Biyogaz (m <sup>3</sup> /yıl)	8 543 987
Metan (m <sup>3</sup> /yıl)	4 699 193
Elektrik (kWh/yıl)	19 736 610

Isıl Enerji (kWh/yıl)	21 146 368
Fermente olmuş gübre %35 KM (t/yıl)	33 95

### 1.1.2. BİYOGAZ TESİSİNİN İŞ AKIŞI VE ÜNİTELERİ

Tesiste öncelikle atıklar hammadde kabul alanına getirilecektir. Bu alanda depolanan büyükbaş hayvan gübreleri ve mutfak atıkları daha önceden belirlenen oranlarda karıştırılarak karışım hazırlama ve dozajlama ünitesine yüklenecektir. Mutfak atıkları karışıma dahil edilmeden önce kıyıcıdan geçirilerek parça boyutları küçültülecektir.



**Şekil 1. Mutfak atıklarının kıyılmasında kullanılacak parçalayıcı**

Boyutları küçültülen mutfak atıkları ve hayvan gübreleri karışım oluşturulması için karışım hazırlama ve dozajlama ünitesine yüklenecektir. Karışım hazırlama ve dozajlama ünitesine yüklenen

materyaller PLC kontrol ünitesi yardımıyla zaman ayarlaması yapılarak helezonlu yükleyicilerle üreteçlere paralel olarak yüklenecektir. Yükleme miktarı yükleyicilerin alt kısmında bulunan yük hücreleri yardımıyla kontrol edilecektir. Gerekli olan su miktarı (gerekirse) ayrı bir noktadan pompa yardımıyla üreteçlere gönderilecektir.



## Şekil 2. Karışım hazırlama ve dozajlama ünitesine (Fa. Eckart katalogları)

Tesiste toplam 3 adet biyogaz reaktörü bulunacaktır. Reaktörler silindirik tip, dikey ve sürekli akışlı tip biyogaz reaktörleridir. Reaktörlerin çapı 21,64 m, yüksekliği 8,65 m ve aktif hacmi 3000 m<sup>3</sup>'dür. Tesisin toplam reaktör hacmi 9 000 m<sup>3</sup> olacaktır. Reaktörler içerisindeki materyallerin karıştırılmasında 2 adet kanatlı ve 1 adet mikser tipi yüksek devirli karıştırıcı kullanılacaktır. Tesiste membran tipi gaz depolama sistemi kullanılacaktır. Reaktörde gaz üretimi başladığında belli bir miktar gaz membran içerisinde depolanacaktır.





**Şekil 3. Reaktörlerin karıştırılmasında kullanılacak kanatlı karıştırıcı (Fa. Agraferm katalogları)**



**Şekil 4. Mikser tipi reaktör karıştırıcı (Fa. EYS Metal katalogları)**

Reaktörlerdeki karışımların boşaltılmasında merkezi pompa kullanılacaktır. Reaktörlerdeki materyaller merkezi pompa vasıtasıyla son depoya taşınacaktır.



### Şekil 5. Merkezi pompa

Son depo içerisinde 2 adet dalgıç karıştırıcı bulunacaktır. Bu karıştırıcılar son depo içerisinde tabakalaşmayı engelleyecektir. Üreteçlerden alınan materyal seperatörlere iletilecektir. Separatör kulesinde 2 adet seperatör yer alacaktır. Seperatörlere yaklaşık %8-9 KM oranında gelen materyallerin içeriklerindeki sıvı kısım ayrıştırılarak, %30-35 KM (kuru madde) oranına sahip fermente gübre elde edilecektir. Sıvı kısım son depoda depolanacaktır. Katı fermente gübre doğrudan satılabildiği gibi kompostlaştırma tesisinin bulunduğu senaryolarda aerob ayrışmaya (kompostlaşma) devam ederek bitkilere yararlılığı ve pazar değeri arttırılmış, kuru madde seviyesi %80 düzeyine çıkartılmış kompost gübreye dönüştürülecektir.



### Şekil 6. Seperatörler

Tesisten üretilen biyogaz öncelikle gaz işleme ünitesine gelerek içeriğindeki H<sub>2</sub>S temizlenecek, nem ayırıcıda nemi ayrılacak ve partikül filtresinde geçirilerek içerisinde bulunan mikro partiküller alınacaktır. Temizlenmiş gaz kojenerasyon ünitesine gönderilecektir. Tesisin kojenerasyon ünitesinde 3 adet 800 kWe kurulu güce sahip kojeneratör bulunacaktır. Kojeneratörlerde yakılan gazdan elektrik ve ısı enerjisi üretilmektedir.



**Şekil 7. Tesiste kullanılacak kojeneratör**

## Simgeler

Temiz su hattı

Isıtma suyu gidiş dönüş hattı

Biyogaz hattı

Gübre pompası

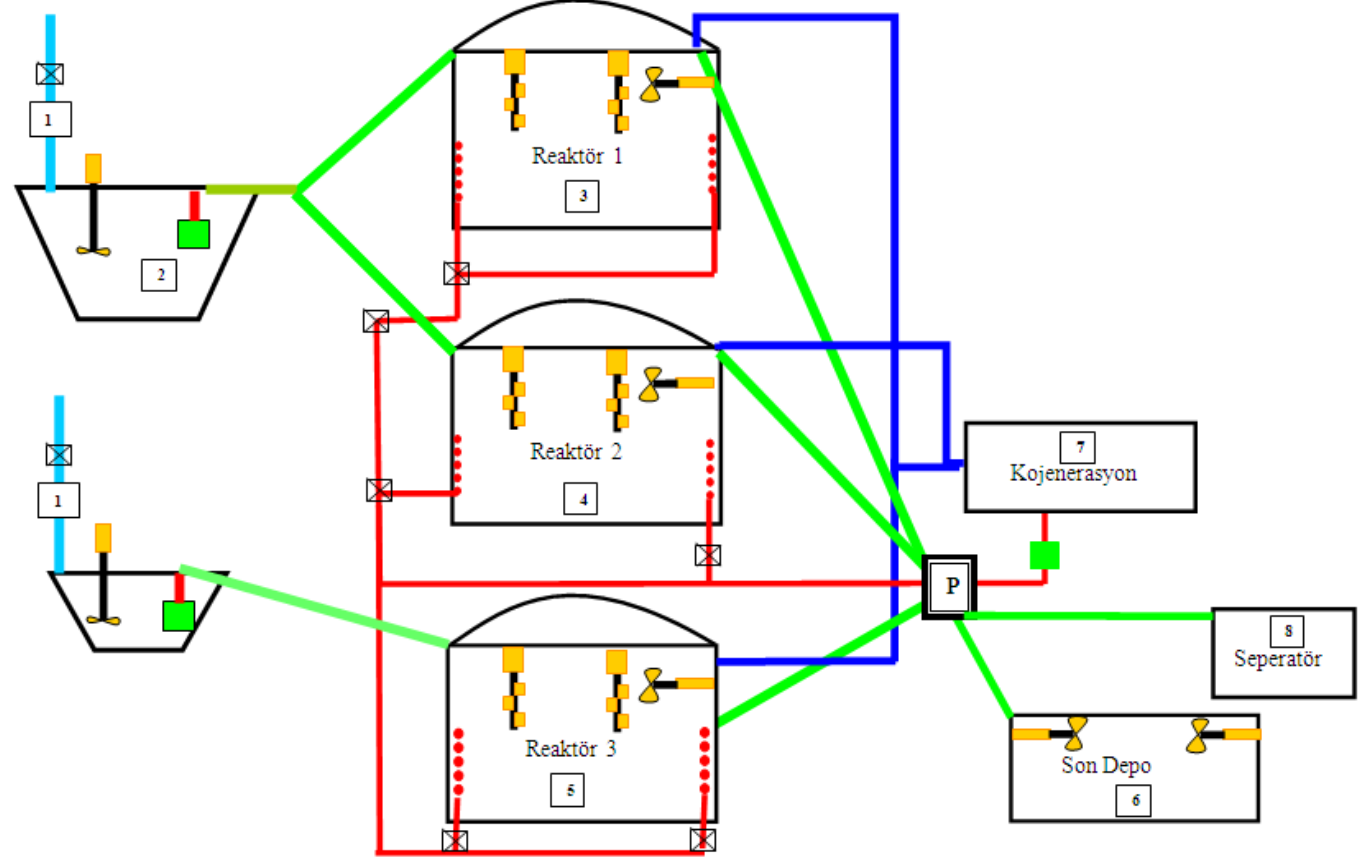
Dikey karıştırıcı

Dalgıç karıştırıcı

Kanatlı karıştırıcı

Akış kontrol valfi

Merkezi Pompa



● Isıtma sistemi

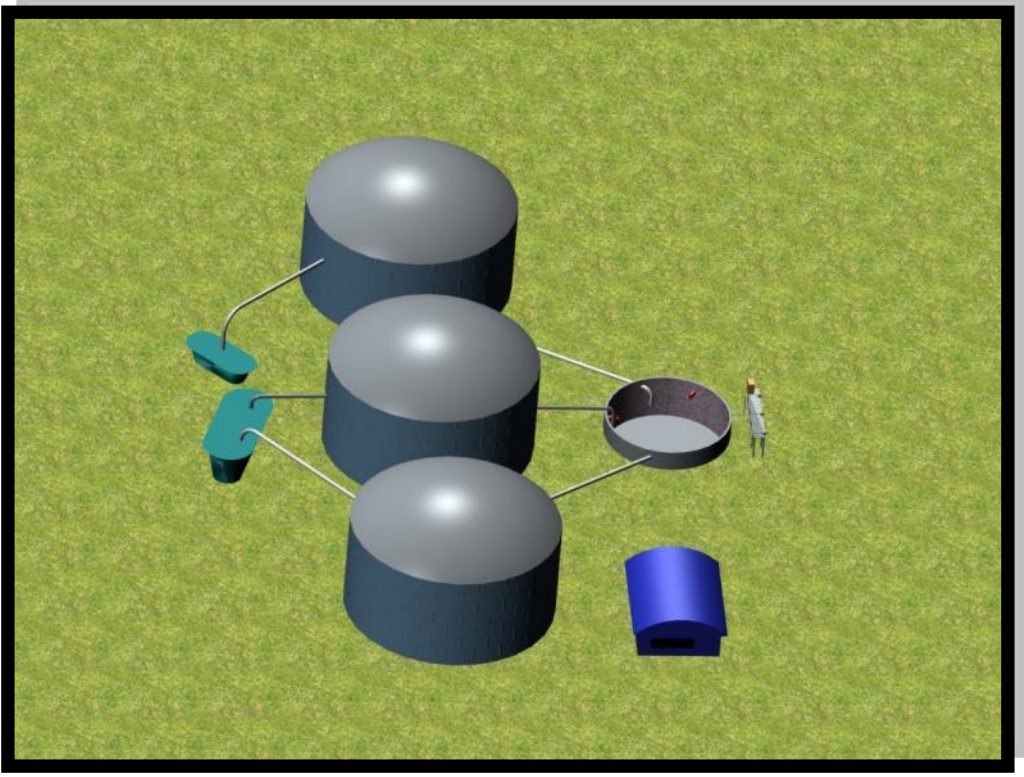
▭ Karışım hazırlama ve dozajlama ünitesi

#### Kontrol Bölgeleri

- 1- Temiz su girişi akış miktarı ve kontrolü
- 2- Ön depo içerisinde karıştırıcı, pompa, sıcaklık ve seviye kontrolü
- 3- Reaktör 1 içerisinde sıcaklık, karıştırma, seviye kontrolü, pH ölçümü
- 4- Reaktör 2 içerisinde sıcaklık, karıştırma, seviye kontrolü, pH ölçümü
- 5- Reaktör 3 içerisinde sıcaklık, karıştırma, seviye kontrolü, pH ölçümü
- 6- Son depo içerisinde seviye ve karıştırıcı kontrolü.

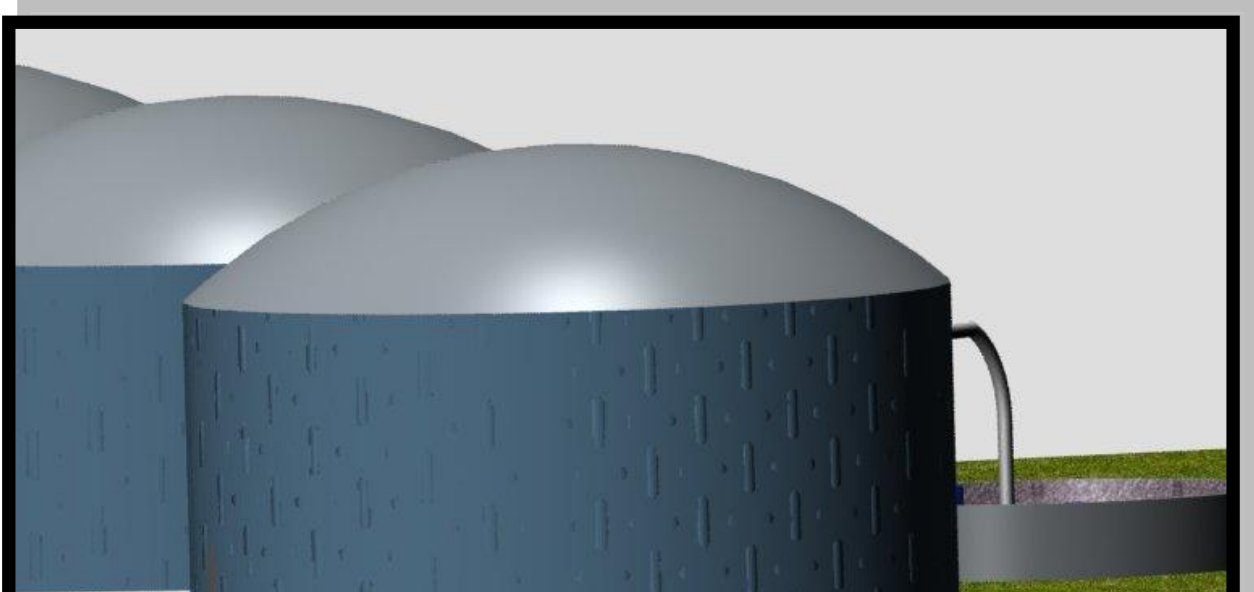
#### Şekil 8. Biyogaz Tesisinin İş Akış Şeması

### 1.1.3 ŞANLIURFA BİYOGAZ TESİSİ ÇİZİMLERİ

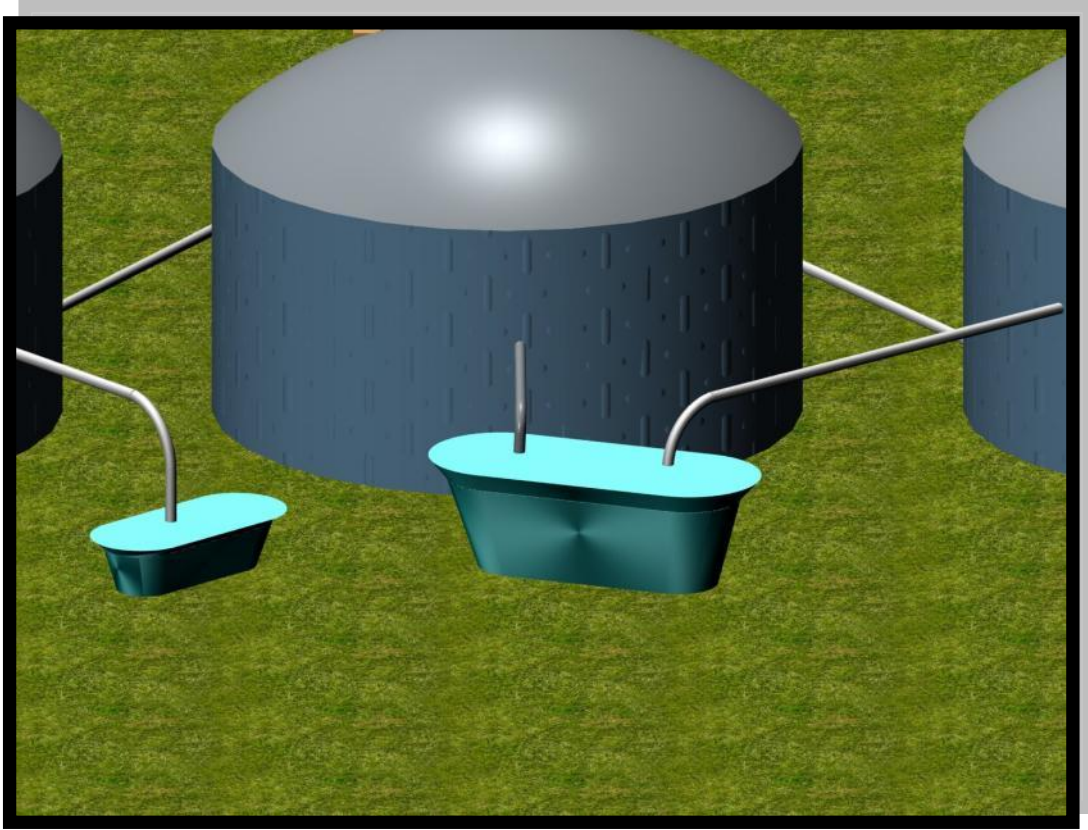


Şekil 5. Tesisin genel görünümü

Şekil 9. Tesisin genel görünümü



## Şekil 10. Reaktörler

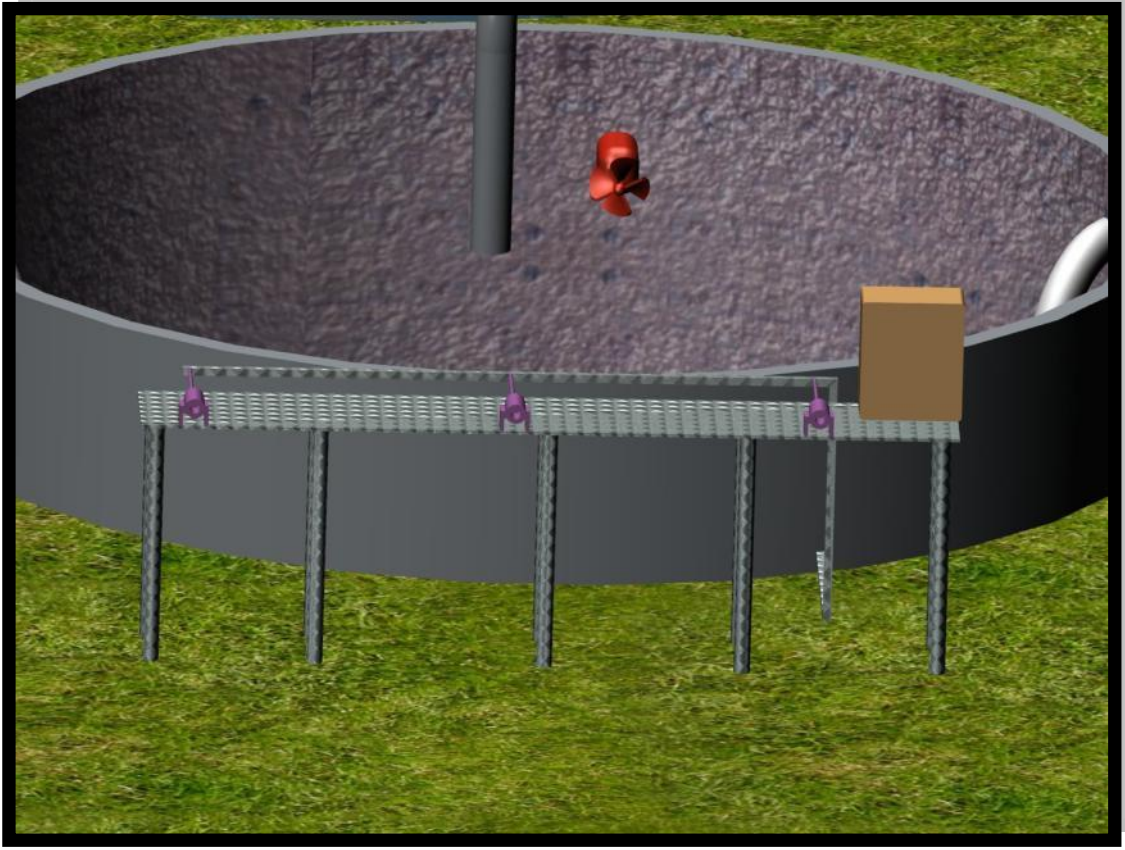


Şekil 11. Karışım hazırlama ve dozajlama üniteleri





**Şekil 12. Son depo ve karıştırıcıları**



Şekil 13. Seperatörler

## 1.2 SENARYOLARDA ANALİZLERİ YAPILAN KOMPOST TESİSİ

### 1.2.1 TESİS PARAMETRELERİ

#### *Tesiste İşlenecek Atıklar*

Kompost tesisinde büyükbaş hayvan gübreleri ve mutfak atıklarının kullanımı öngörülmektedir. Tesiste kullanılacak atıkların fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 5’de gösterilmiştir.

**Çizelge 5. Kompost tesisinde kullanılacak materyallerin özellikleri**

Parametre	Mutfak Atıkları	Büyükbaş Hayvan Gübresi
Kuru Madde (%)	16,7	13
Organik Kuru Madde (%)	80	85
N (%)	0,25	2,6
C (%)	48,3	40

Kompost tesisinde 15 000 adet büyükbaş hayvandan çıkan gübre ile günlük 140 ton mutfak atıkları kullanılacaktır. Kompost tesisinde kullanılacak atık miktarları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bir büyükbaş hayvandan (Besi Sığırı) çıkan gübre miktarı günlük 29 kg alınmıştır ve hesaplamalarda hayvandan çıkan gübrenin toplanabilirlik oranı 0,5 olarak kabul edilmiştir. Toplanabilirlik katsayısı hayvanların ahırda kalma süreleri, gübrenin tesise gelen kadar geçtiği süre ve iklimsel faktörlere bağlıdır.

**Çizelge 6. Kompost tesisinde kullanılacak materyallerin özellikleri**

Kullanılan materyal	Hayvan sayısı	Günlük atık üretimi (t/gün)	Günlük atık miktarı (t/gün)	Toplanabilir gübre miktarı (t/gün)	KM olarak toplanan atık miktarı (t/gün)	45 günde toplanan KM (t/45 gün)*	45 günde toplanan materyalin %35 KM oranındaki miktarı (t/45 gün)
<b>Büyükbaş Hayvan Gübresi</b>	15000	0,029	435	217,5	30,45	1370,25	3915
<b>Mutfak Atıkları</b>	-	-	140	140	23,4	1053	3009

\* Kompostlaştırma işleminde süre 45 gün olduğu için kümülatif atık miktarları 45 günlük hesaplanmıştır.

\*\* Kompostlaştırma işleminde başlangıç materyalinin kuru madde oranı %35 olacaktır.

Senaryo 4 ve 5'te kurulacak kompost tesislerinde atıklar önce biyogaz tesisinde işlenmekte ve burada %40 oranında kütle kaybı gerçekleşmektedir. Biyogaz işlemi sonrasında kompost tesisine alınan atıklara bu kaybı karşılayacak ölçekte (60 ton/gün) kıyılmış atık eklenerek senaryolarda yer alan kompost tesislerinin aynı kapasitede çalışmaları sağlanacaktır. Biyogaz üretiminin olduğu

senaryolarda atıkların 25 gün süre ile biyogaz reaktörlerinde anaerob işleme tabi tutulmuş olmaları nedeniyle bekleme süresi 20 gün kabul edilecektir. Senaryo 3'te ise bekleme süresi 45 gün olacaktır.

Kompost tesislerinin yıllık atık işleme kapasitesi (%35 KM) yaklaşık 56 160 t olacaktır. Tesisler ile ilgili temel parametreler Çizelge 7'de özetlenmiştir.

**Çizelge 7. Kompost tesislerinin temel parametreleri**

<b>Tesis Özellikleri</b>	
Tesis atık işleme kapasitesi (t/yıl)	56 160
Kullanılan karışımın KM oranı (%)	35
Kullanılan karışımın C/N oranı (%)	27,62
Tesiste bir yılda üretilecek kompost miktarı (%80 KM)	14 750
<b>Senaryo 3</b>	
Tesisin kurulu kapasitesi (m <sup>3</sup> )	9900
Kompostlaşma Süresi (gün)	45
Yığın Şekli	Trapez
Yığın uzunluğu (m)	200

Yığın Genişliği (m)	6,96
Yığın sayısı (adet)	10
Tesis alanı (m <sup>2</sup> )	9000
<b>Senaryo 4 ve 5</b>	
Tesisin kurulu kapasitesi (m <sup>3</sup> )	4950
Kompostlaşma Süresi (gün)	20
Yığın Şekli	Üçgen
Yığın uzunluğu (m)	100
Yığın genişliği (m)	3
Yığın sayısı (adet)	18
Tesis alanı (m <sup>2</sup> )	9775

### 1.2.2. KOMPOST TESİSİN İŞ AKIŞI VE ÜNİTELERİ

Tesiste öncelikle atıklar hammadde kabul alanına getirilecektir. Bu alanda depolanan büyükbaş hayvan gübreleri ve mutfak atıkları daha önceden belirlenen oranlarda karıştırılarak yığınlar oluşturulacaktır. Mutfak atıkları karışıma dahil edilmeden önce kıyıcıdan geçirilerek parça boyutları küçültülecektir.



**Şekil 14. Mutfak atıklarının kıyılmasında kullanılacak parçalayıcı**

Atıkların uygun oranlarda karıştırılması ve yığınların oluşturulmasında amacıyla tesiste bir adet yükleyici kepçe kullanılacaktır. Yükleyici tesiste materyallerin kıyıcıya yüklenmesi ve olgunlaşmış kompostun tahliyesi amaçlarıyla da kullanılacaktır



**Şekil 15. Kompost tesisinde kullanılacak yükleyici**

Hayvan gübrelerinin kuru madde düzeylerinin %35 seviyesine çıkartılması amacıyla gübre seperatörü kullanılacaktır.





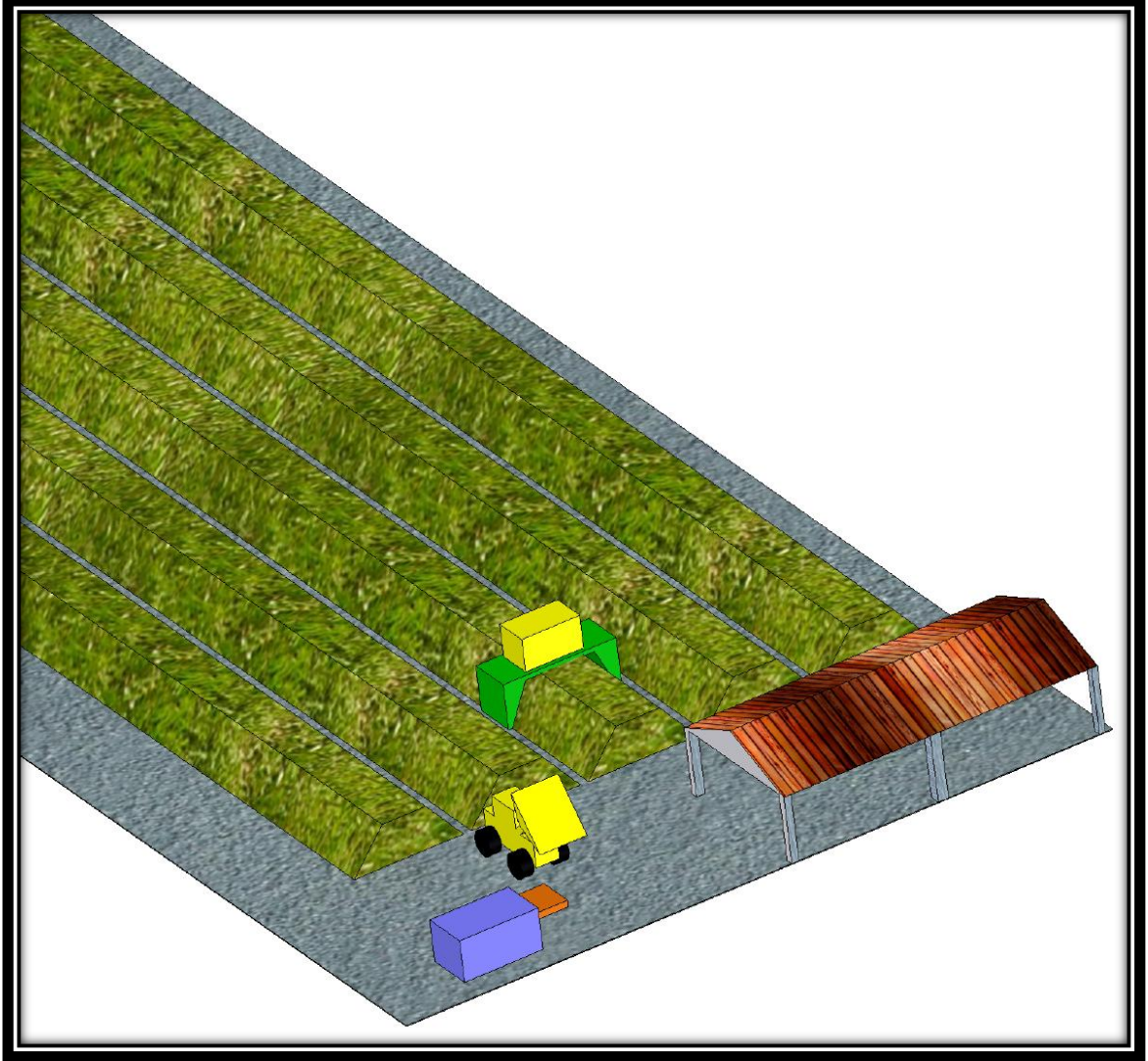
### Şekil 16. Kompost tesisinde kullanılacak gübre seperatörü

Kompostlaştırma işlemi beton zemin üzerinde gerçekleştirilecektir. Beton zemin üzerinde sızıntı sularının tahliyesi amacıyla drenaj kanalları oluşturulacaktır. Zemin üzerine yerleştirilen yığınlar düzenli olarak kompost karıştırma makinası ile karıştırılacak ve gerektiğinde mikrobiyolojik işlemin devamlılığı için nemlendirilecektir. Karıştırma işlemi ilk iki hafta haftada iki, sonraki iki hafta haftada bir ve devamında 10 günde bir periyotlarla gerçekleştirilecektir. 45 günlük işlem sonrasında kullanıma hazır kompostun üretilmesi planlanmaktadır. Senaryo 3’de kompostlaştırma işlemi 45 günlük aerob fermentasyon şeklinde gerçekleşirken, Senaryo 4 ve 5’de ilk 25 günlük periyot biyogaz tesisinde anaerob olarak gerçekleşmekte ve devam eden 20 günlük periyot kompostlaştırma tesisinde aerob olarak devam ettirilecektir. Bu senaryolarda kompostlama zamanının azalması nedeniyle (20 gün) kendi yürür karıştırıcılar yerine traktörden hareket alan karıştırıcıların kullanımı öngörülmektedir.

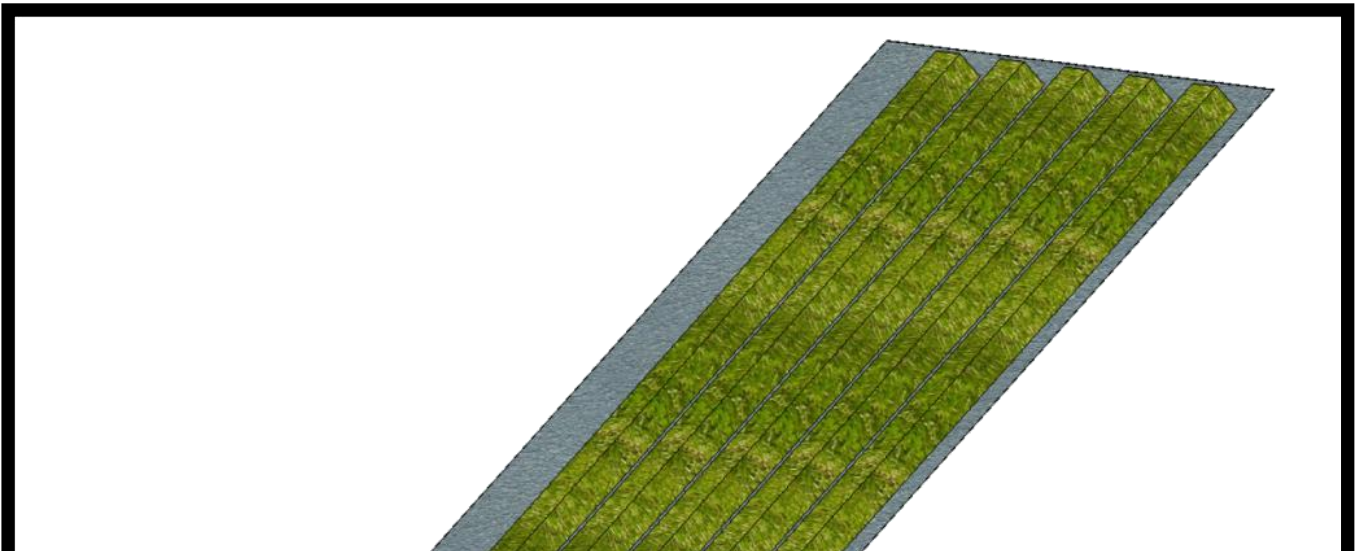


**Şekil 17. Yığınların karıştırılmasında kullanılacak karıştırıcılar (Fa. EYS katalogları)**

### 1.2.3 ŞANLIURFA KOMPOST TESİSİ ÇİZİMLERİ



Şekil 18. Kompost tesisinde kullanılan kıyıcı, yükleyici ve yığın karıştırıcı





**Şekil 19. Kompost tesisinin genel görünümü**

### 1.3. EKONOMİK ANALİZLER

#### 1.3. 1. SENARYO 1 İÇİN EKONOMİK ANALİZLER

**Senaryo 1-** Sadece biyogaz tesisi kurulması ve tesiste üretilen elektrik ve ısı enerjisi ile fermente gübrenin satılması.

**Çizelge 8. İşletmenin üniteleri ve yatırım giderleri**

Ekonomik Değişken	
İnşaat (Euro)	1 453 991
Kojenerasyon (Euro)	1 727 960
Kıyıcı (Euro)	200 000
Karıştırıcılar (Euro)	320 000
Yükleme ve doz. (Euro)	310 000
Membran (Euro)	90 000
Seperatörler (Euro)	60 000
Konteynır (Euro)	310 000
Gaz yakma (Euro)	37 800
Trafo (Euro)	39 000
Borulama (Euro)	73 500
Merdiven v.s. (Euro)	10 000
Yükleyici	50 000

<b>İnşaat yerinin hazırlanması , enerji temini, yol yapımı vb. ve beklenmeyen giderler (Euro)</b>	<b>500 000</b>
<b>İşçilik ve Mühendislik hizmeti (Euro)</b>	<b>300 000</b>
<b>TOPLAM (Euro)</b>	<b>5 482 251</b>

**Çizelge 9. Biyogaz tesisinin işletme giderleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>Parçalama masrafı (euro/yıl)</b> (Bitkisel materyal için 1 euro/t)	65 700
<b>İnşaatların tamir bakım giderleri (Euro/yıl)</b>	14 540
<b>Borulama ve elektrik sistemleri tamir ve bakım giderleri bakım</b>	2 250
<b>Makinaların tamir bakım giderleri</b>	150 346
<b>Kıyıcı bakım</b>	15 000
<b>Personel giderleri (Euro/yıl)</b>	87 000



<b>(2 işçi, 2 mühendis)</b>	
<b>Sigorta (Euro/yıl)</b>	60 000
<b>Makina ve ekipmanların amortisman giderleri (Euro/yıl)</b>	161 413
<b>İnşaatların amortisman giderleri (Euro/yıl)</b>	29 080
<b>Toplam yıllık giderler (Euro/yıl)</b>	<b>585 329</b>

**Çizelge 10. Biyogaz tesisinin ve net gelirleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>Fermente Gübre Üretimi (t/yıl)</b>	33 695
<b>Net Isıl Enerji Üretimi (kWh/yıl)</b> (820 000 kWh/yıl tesis içi kullanım)	20 326 368
<b>Net Elektrik Enerjisi Üretimi (kWh/yıl)</b> (1 950 000 kWh/yıl tesis içi kullanım)	17 786 610
<b>Isıl enerji geliri (Euro/yıl)*</b>	609 791
<b>Elektrik Enerjisi Geliri (Euro/yıl)**</b>	1 778 661
<b>Fermente Gübre Geliri (Euro/yıl)***</b>	505 425
<b>Tesisin yıllık geliri (Euro/yıl)</b>	<b>2 893 877</b>

\* - Isıl enerji satış fiyatı 0,03 euro/kWh olarak alınmıştır,(Kömür karşılığı enerji fiyatı)

\*\* -Elektrik alım bedeli 0.10 Euro alınmıştır.(yasada yer alan fiyat)

\*\*\* -%35 KM'de fermente gübre satış fiyatı 15 euro/ton alınmıştır.

**Çizelge 11. Tesisin net nakit akımı tablosu**

Yıllar	İskonto Faktörü	Gelirler (Euro)	Giderler (amortismansız) (Euro)	İskonto Edilmiş Gelirler (Euro)	İskonto Edilmiş Giderler (Euro)
0	1	-	5 482 251	-	5 482 251
1	0,917	2 893 877	394 835	2 653 685	362 063
2-19	8,032	2 893 877	394 835	23 243 620	3 171 314
20	0,178	3 442 102	394 835	611 804	70 280
<b>Toplam</b>				<b>26 509 109</b>	<b>9 085 908</b>

**Çizelge 12. Biyogaz tesisinin ekonomik değerlendirme parametreleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>NBD (Euro)</b> (Net Bugünkü Değer)	17 423 201
<b>İç Verim Oranı (%)</b>	46
<b>Fayda/masraf Oranı</b>	2,92
<b>Projenin geri dönüş süresi (yıl)</b>	2,37

**SONUÇ:** Senaryo 1 kapsamında değerlendirilen biyogaz tesisinin ekonomik parametreleri incelendiğinde NBD değerinin sıfırın üzerinde, iç verim oranı %46, fayda masraf oranı 3,23 ve geri dönüş süresinin 2,37 yıl olduğu görülmüştür. Değerlendirme yapılan koşullarda kurulacak biyogaz tesisinin karlılığının yüksek ve fizibil olduğu belirlenmiştir.

### 1.3. 2. SENARYO 2 İÇİN EKONOMİK ANALİZLER

**Senaryo 2-** Sadece biyogaz tesisi kurulması ve tesiste üretilen elektrik enerjisi ile fermente gübrenin satılması.

Bu senaryoda kurulacak olan tesis senaryo 1’de kurulan tesis ile aynı ünitelere sahip olacaktır. Bu nedenle yatırım ve işletme giderleri senaryo 1 ile aynı olacaktır. Ancak gelirler ve ekonomik değerlendirme parametreleri değişecektir.

**Çizelge 13. Biyogaz tesisinin işletme giderleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>Parçalama masrafı (euro/yıl)</b>	65 700
(Bitkisel materyal için 1 euro/t)	
<b>İnşaatların tamir bakım giderleri (Euro/yıl)</b>	14 540

Borulama ve elektrik sistemleri tamir ve bakım giderleri bakım	2 250
Makinaların tamir bakım giderleri	150 346
Kıyıcı bakım	15 000
Personel giderleri (Euro/yıl) (2 işçi, 2 mühendis)	87 000
Sigorta (Euro/yıl)	60 000
Makina ve ekipmanların amortisman giderleri (Euro/yıl)	161 413
İnşaatların amortisman giderleri (Euro/yıl)	29 080
<b>Toplam yıllık giderler (Euro/yıl)</b>	<b>585 329</b>

**Çizelge 14. Biyogaz tesisinin ve net gelirleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
Fermente Gübre Üretimi (t/yıl)	33 695
Net Isıl Enerji Üretimi (kWh/yıl)	20 326 368

(820 000 kWh/yıl tesis içi kullanım)	
<b>Net Elektrik Enerjisi Üretimi (kWh/yıl)</b>	17 786 610
(1 950 000 kWh/yıl tesis içi kullanım)	
<b>Isıl enerji geliri (Euro/yıl)</b>	-
<b>Elektrik Enerjisi Geliri (Euro/yıl)*</b>	1 778 661
<b>Fermente Gübre Geliri (Euro/yıl)**</b>	505 425
<b>Tesisin yıllık geliri (Euro/yıl)</b>	<b>2 284 086</b>

\*-Elektrik alım bedeli 0.10 Euro alınmıştır.

\*\*-%35 KM'de fermente gübre satış fiyatı 15 euro/ton alınmıştır.

**Çizelge 15. Tesisin net nakit akımı tablosu**

Yıllar	İskonto Faktörü	Gelirler (Euro)	Giderler (amortismansız) (Euro)	İskonto Edilmiş Gelirler (Euro)	İskonto Edilmiş Giderler (Euro)
0	1	-	5 482 251	-	5 482 251
1	0,917	2 284 086	394 835	2 094 507	362 064
2-19	8,032	2 284 086	394 835	18 345 779	3 171 315
20	0,178	2 832 311	394 835	504 151	70 281
<b>Toplam</b>				<b>20 944 437</b>	<b>9 085 910</b>

**Çizelge 16. Biyogaz tesisinin ekonomik değerlendirme parametreleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>NBD (Euro)</b> (Net Bugünkü Değer)	11 858 527
<b>İç Verim Oranı (%)</b>	34
<b>Fayda/masraf Oranı</b>	2,31
<b>Projenin geri dönüş süresi (yıl)</b>	3,23

**SONUÇ:** Senaryo 2 kapsamında değerlendirilen biyogaz tesisinin ekonomik parametreleri incelendiğinde NBD değerinin sıfırın üzerinde, iç verim oranı %34, fayda masraf oranı 2,31 ve geri dönüş süresinin 3,23 yıl olduğu görülmüştür. Değerlendirme yapılan koşullarda kurulacak biyogaz tesisinde ısı enerjisi satışının yapılmamasının tesisin karlılığını azalttığı ancak bu koşullarda da tesisin fizibil olduğu belirlenmiştir.

### 1.2. 3. SENARYO 3 İÇİN EKONOMİK ANALİZLER

**Senaryo 3-** Sadece Kompost tesisinin kurulması ve tesiste üretilen kompost gübrenin satışı

**Çizelge 17. İşletmenin üniteleri ve yatırım giderleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
Zemin (Euro)	295 000
Yükleyici (Euro)	50 000
Kıyıcı (Euro)	200 000
Seperatör	60 000
Sundurma (Euro)	10 000
Yığın karıştırıcı (Euro)	280 000
İnşaat yerinin hazırlanması , enerji temini, yol yapımı vb. ve beklenmeyen giderler (Euro)	90 000
İşçilik ve Mühendislik hizmeti (Euro)	100 000
<b>TOPLAM (Euro)</b>	<b>1 085 000</b>

**Çizelge 18. Kompost tesisinin işletme giderleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
Parçalama masrafı (euro/yıl) (Bitkisel materyal için 1 euro/t)	65 700
İnşaatların tamir bakım giderleri	3 400

(Euro/yıl)	
Makinaların tamir bakım giderleri	23 400
Personel giderleri (Euro/yıl) (2 işçi)	54 000
Kıyıcı bakım (euro/yıl)	15 000
İnşaatların amortisman giderleri (Euro/yıl)	5 900
Makina ve ekipmanların amortisman giderleri (Euro/yıl)	29 500
Enerji giderleri	75 000
<b>Toplam yıllık giderler (Euro/yıl)</b>	<b>271 900</b>

Çizelge 19. Kompost tesisinin gelirleri

Ekonomik Değişken	
Kompost Gübre Üretimi (%80 KM) (t/yıl)	14 750
Gübre satış fiyatı (%80 KM) (Euro/t)	55
<b>Tesisin yıllık geliri (Euro/yıl)</b>	<b>811 250</b>

Çizelge 20. Tesisin net nakit akımı tablosu

Yıllar	İskonto Faktörü	Gelirler	Giderler (amortismansız)	İskonto Edilmiş Gelirler (Euro)	İskonto Edilmiş Giderler (Euro)
--------	--------------------	----------	-----------------------------	--	--



		(Euro)	(Euro)		
0	1	-	1 085 000	-	1 085 000
1	0,917	811 250	236 500	743 916	216 871
2-19	8,032	811 250	233 500	6 515 960	1 899 568
20	0,178	919 750	233 500	163 716	42.097
<b>Toplam</b>				7 423 592	3 243 536

**Çizelge 21. Biyogaz tesisinin ekonomik değerlendirme parametreleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>NBD (Euro)</b> (Net Bugünkü Değer)	4 180 056
<b>İç Verim Oranı (%)</b>	53
<b>Fayda/masraf Oranı</b>	2,29
<b>Projenin geri dönüş süresi (yıl)</b>	2,01

**SONUÇ:** Senaryo 3 kapsamında değerlendirilen kompost tesisinin ekonomik parametreleri incelendiğinde NBD değerinin sıfırın üzerinde, iç verim oranı %53, fayda masraf oranı 2,29 ve geri dönüş süresinin 2,01 yıl olduğu görülmüştür. Değerlendirme yapılan koşullarda kurulacak kompost tesisinin karlılığının yüksek ve fizibil olduğu belirlenmiştir.

#### 1.2. 4. SENARYO 4 İÇİN EKONOMİK ANALİZLER

**Senaryo 4-** Biyogaz ve kompost tesislerinin kurulması ve tesislerde üretilen elektrik ve ısı enerjisi ile kompost gübrenin satılması,

Bu senaryoda kurulacak biyogaz tesisi senaryo 1'de kurulan tesisle aynı özellikleri taşımaktadır. Kompost tesisinde ise bazı değişiklikler olmaktadır. Kompost tesisi biyogaz tesisine ilave olarak yapıldığı için biyogazdan çıkan kıyılmış, anaerob işlemde geçmiş ve en son seperatörden geçirilmiş gübre ile bir miktar biyogaz işleme tabii tutulmamış ancak kıyılmış mutfak atıkları kullanılacaktır. Kıyıcı, yükleyici ve seperatör biyogaz tesisinde bulunduğu için kompost tesisine bu ünitelerden alınmayacak, ortak kullanılacaktır. Ayrıca kompost tesisinde işlem süresi 20 gün olarak gerçekleştirilecektir işlem süresinin kısalması kompost tesisinin alan ve enerji ihtiyacını azaltmaktadır. Senaryo 4 ve 5'te traktörden hareket alan karıştırıcılar kullanılmış ve planlama bu karıştırıcılara göre yapılmıştır.

**Çizelge 22. İşletmenin üniteleri ve yatırım giderleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>İnşaat Biyogaz (Euro)</b>	1 453 991
<b>İnşaat Kompost (Euro)</b>	317 000
<b>Kojenerasyon (Euro)</b>	1 727 960
<b>Kıyıcı (Euro)</b>	200 000
<b>Karıştırıcılar (Euro)</b>	320 000
<b>Yükleme ve doz. (Euro)</b>	310 000
<b>Membran (Euro)</b>	90 000
<b>Seperatörler (Euro)</b>	60 000
<b>Konteynir (Euro)</b>	310 000
<b>Gaz yakma (Euro)</b>	37 800
<b>Trafo (Euro)</b>	39 000

<b>Borulama (Euro)</b>	73 500
<b>Merdiven v.s. (Euro)</b>	10 000
<b>İnşaat yerinin hazırlanması , enerji temini, yol yapımı vb. ve beklenmeyen giderler (Euro)</b>	500 000
<b>Yükleyici</b>	50 000
<b>Yığın karıştırıcı</b>	17 350
<b>Traktör</b>	30 000
<b>İşçilik ve Mühendislik hizmeti (Euro)</b>	350 000
<b>TOPLAM (Euro)</b>	<b>5 896 601</b>

**Çizelge 23. Biyogaz ve kompost tesisinin işletme giderleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>Parçalama masrafı (euro/yıl)</b> (Bitkisel materyal için 1 euro/t)	70 000
<b>İnşaatların tamir bakım giderleri (Euro/yıl)</b>	17 710
<b>Borulama ve elektrik sistemleri tamir ve bakım giderleri bakım</b>	36 809
<b>Makinaların tamir bakım giderleri</b>	153 186
<b>Personel giderleri (Euro/yıl)</b> (3 işçi, 2 mühendis)	96 000
<b>Sigorta giderleri (Euro/yıl)</b>	60 000

Kıyıcı bakım (Euro/yıl)	15 000
Makina ve ekipmanların amortisman giderleri (Euro/yıl)	163 870
İnşaatların amortisman giderleri (Euro/yıl)	35 419
Kompost tesisinin enerji gideri	37 500
<b>Toplam yıllık giderler (Euro/yıl)</b>	<b>685 494</b>

Çizelge 24. Biyogaz ve kompost tesisinin ve net gelirleri

<b>Ekonomik Değişken</b>	
Kompost Gübre Üretimi (%80 KM) (t/yıl)	14 750
Net Isıl Enerji Üretimi (kWh/yıl) (820 000 kWh/yıl tesis içi kullanım)	20 326 368
Net Elektrik Enerjisi Üretimi (kWh/yıl) (1 950 000 kWh/yıl tesis içi kullanım)	17 786 610
Isıl enerji geliri (Euro/yıl)*	609 791

<b>Elektrik Enerjisi Geliri (Euro/yıl)**</b>	1 778 661
<b>Kompost Gübre Geliri (Euro/yıl)**</b>	811 250
<b>Tesisin yıllık geliri (Euro/yıl)</b>	<b>3 199 702</b>

\* - Isıl enerji satış fiyatı 0,03 euro/kWh olarak alınmıştır,

\*\* -Elektrik alım bedeli 0.10 Euro alınmıştır.

\*\*\* -%80KM'de kompost gübre satış fiyatı 55 euro/ton alınmıştır. Piyasa fiyatıdır.

**Çizelge 25. Tesisin net nakit akımı tablosu**

<b>Yıllar</b>	<b>İskonto Faktörü</b>	<b>Gelirler (Euro)</b>	<b>Giderler (amortismansız) (Euro)</b>	<b>İskonto Edilmiş Gelirler (Euro)</b>	<b>İskonto Edilmiş Giderler (Euro)</b>
0	1	-	5 896 601	-	5 896 601
1	0,917	3 199 702	486 205	2 934 127	445 850
2-19	8,032	3 199 702	486 205	25 700 006	3 905 199
20	0,178	3 789 362	486 205	674 506	86 544
<b>Toplam</b>				29 308 640	10 334 194

**Çizelge 26. Biyogaz ve kompost tesisinin ekonomik değerlendirme parametreleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>NBD (Euro)</b> (Net Bugünkü Değer)	18 974 446
<b>İç Verim Oranı (%)</b>	46
<b>Fayda/masraf Oranı</b>	2,84
<b>Projenin geri dönüş süresi (yıl)</b>	2,34

**SONUÇ:** Senaryo 4 kapsamında değerlendirilen biyogaz ve kompost tesisinin ekonomik parametreleri incelendiğinde NBD değerinin sıfırın üzerinde, iç verim oranı %46, fayda masraf oranı 2,84 ve geri dönüş süresi 2,34 yıl olduğu görülmüştür. Değerlendirme yapılan koşullarda kurulacak biyogaz tesisinin karlılığının yüksek ve fizibil olduğu belirlenmiştir.

#### 1.2. 5. SENARYO 5 İÇİN EKONOMİK ANALİZLER

- **Senaryo 5-** Biyogaz ve kompost tesislerinin kurulması ve tesislerde üretilen elektrik enerjisi ile kompostun satılması,

Bu senaryoda kurulacak tesis senaryo 4’de kurulan tesisle aynı özellikleri taşımakta sadece ısı enerjisi satışı gerçekleşmemektedir. Bu nedenle analizlerde sadece farklı olan kısımları sunulmuştur.

**Çizelge 27. Biyogaz ve kompost tesisinin ve net gelirleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>Kompost Gübre Üretimi (%80 KM) (t/yıl)</b>	14 750
<b>Net Isıl Enerji Üretimi (kWh/yıl)</b> (820 000 kWh/yıl tesis içi kullanım)	20 326 368
<b>Net Elektrik Enerjisi Üretimi (kWh/yıl)</b> (1 950 000 kWh/yıl tesis içi kullanım)	17 786 610

Isıl enerji geliri (Euro/yıl)	-
Elektrik Enerjisi Geliri (Euro/yıl)**	1 778 661
Kompost Gübre Geliri (Euro/yıl)***	811 250
<b>Tesisin yıllık geliri (Euro/yıl)</b>	<b>2 589 911</b>

\*-Elektrik alım bedeli 0.10 Euro alınmıştır.

\*\*-%80KM'de kompost gübre satış fiyatı 55 euro/ton alınmıştır.

**Çizelge 28. Tesisin net nakit akımı tablosu**

Yıllar	İskonto Faktörü	Gelirler (Euro)	Giderler (amortismansız) (Euro)	İskonto Edilmiş Gelirler (Euro)	İskonto Edilmiş Giderler (Euro)
0	1	-	5 896 601	-	5 896 601
1	0,917	2 589 911	486 205	2 374 948	445 850
2-19	8,032	2 589 911	486 205	20 802 165	3 905 199
20	0,178	3 219 136	486 205	565 964	86 544
<b>Toplam</b>				<b>23 743 077</b>	<b>10 334 194</b>

**Çizelge 29. Biyogaz ve kompost tesisinin ekonomik değerlendirme parametreleri**

<b>Ekonomik Değişken</b>	
<b>NBD (Euro)</b> (Net Bugünkü Değer)	13 408 883

<b>İç Verim Oranı (%)</b>	36
<b>Fayda/masraf Oranı</b>	2,30
<b>Projenin geri dönüş süresi (yıl)</b>	3,1

**SONUÇ:** Senaryo 5 kapsamında değerlendirilen biyogaz ve kompost tesisinin ekonomik parametreleri incelendiğinde NBD değerinin sıfırın üzerinde, iç verim oranı %36, fayda masraf oranı 2,30 ve geri dönüş süresi 3,1 yıl olduğu görülmüştür. Değerlendirme yapılan koşullarda kurulacak biyogaz tesisinin karlılığının yüksek ve fizibil olduğu belirlenmiştir. Ancak ısı enerjisi satışının yapılamamasının karlılığı azalttığı gözlenmiştir.



#### 1.4. SONUÇ

Çizelge 30'da tüm senaryoların ekonomik değerlendirme parametreleri sunulmuştur.

Çizelge 30 Tüm senaryoların ekonomik değerlendirme parametreleri

Ekonomik Değişken	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5
Yatırım bedeli (Euro)	5 482 251	5 482 251	1 085 000	5 896 601	5 896 601
Yıllık kar (Amortismansız) (Euro)	2 499 042	1 889 251	574 750	2 713 497	2 103 706
NBD (Euro) (Net Bugünkü Değer) (Euro)	17 423 201	11 858 527	4 180 056	18 974 446	13 408 883
İç Verim Oranı (%)	46	34	53	46	36
Fayda/masraf Oranı	2,92	2,31	2,29	2,84	2,30
Projenin geri dönüş süresi (yıl)	2,37	3,23	2,01	2,34	3,1
20 yıl sonu toplam kar (Euro)	49 980 840	37 785 020	11 495 000	54 269 994	42 074 120

Yapılan değerlendirmelerde tüm senaryolarda kurulması öngörülen tesislerin ekonomik açıdan fizibil olduğu sonucuna varılmıştır. Biyogaz tesislerinde ısı enerjisi satışının olmadığı durumlarda karlılığın bir miktar azaldığı, ancak tesislerin yine de ekonomik açıdan fizibil olduğu belirlenmiştir. Senaryo 3'de değerlendirilen sadece kompost tesisi kurma alternatifini de ekonomik yönden karlılığı

yüksek bir seçenektir. Kompost tesisinin geri dönüş süresi düşük, iç verim oranı ve fayda masraf oranı yüksektir. Ancak bu senaryoyu değerlendirirken tesisin yatırım bedelinin ve net nakit akımının diğerlerinden düşük olduğunu göz önünde bulundurmak gerekir. Biyogaz ve kompost tesislerinin beraber değerlendirildiği senaryo 4 ve 5'te ekonomik göstergelerin kompost tesisi kurulması öngörülmeleyen senaryo 1 ve 2'ye göre daha iyi olduğu görülmektedir. Bu gerçekten hareketle biyogaz tesislerinin kompost tesisleriyle beraber kurulmalarının ekonomik açıdan en yüksek faydayı sağlayan işletme modeli olduğu söylenebilir. Ayrıca kompost tesisinden üretilen gübrenin ülkemizde mevcut bir piyasasının bulunması ve yapısal özelliklerinin dolayı biyogazdan çıkan fermente gübreye göre pazarda alıcı bulma ihtimalinin daha fazla olduğunu göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

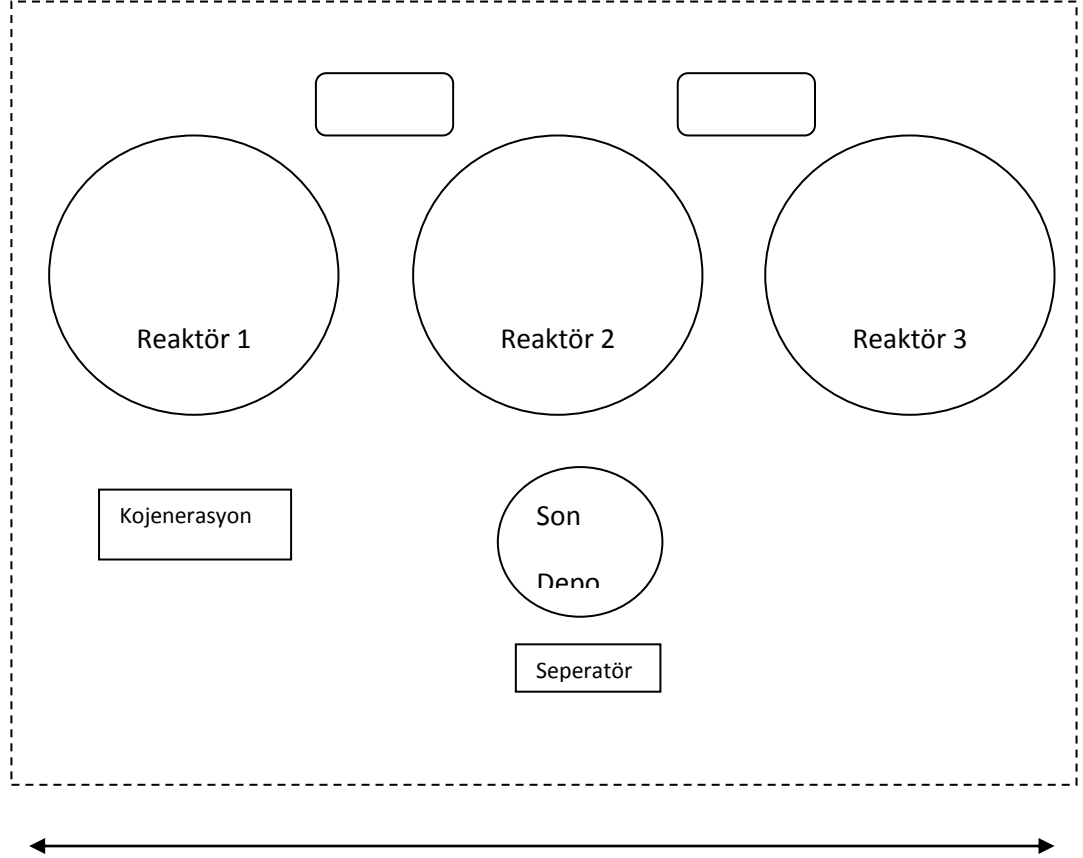
Tesislerin ekonomik ömürleri sonunda toplam net gelir karşılaştırmalarında (Bakınız Çizelge 30) en yüksek net gelirin 54 269 994 Euro seviyesinde senaryo 4'te gerçekleştiği görülmektedir. Bunu senaryo 1 izlemektedir. Ekonomik ömür boyunca üçüncü karlı seçenek senaryo 5, daha sonra senaryo 2 ve 3 sırasıyla onları izlemektedir. Sadece kompost üretilen senaryoda yatırım miktarının diğerlerine göre çok düşük olması nedeniyle ekonomik ömür boyunca elde edilen gelir de en düşüktür.

Elektrik ve ısı enerjisi ile kompostlaştırılmış gübrenin satış seçeneği en yüksek kar getirmesine rağmen ülkemizde, özellikle Şanlıurfa'da ısı enerjisi satış imkânlarının çok iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Isı enerjisinin satılamaması durumunda biyogaz üretilerek elektrik enerjisi ve kompostlaştırmadan elde edilen gübrenin satılacağı seçenekler ile (senaryo 5) elektrik enerjisi ve biyogazdan çıkan gübrenin satılacağı seçenekler (senaryo 2) karlı görülmektedir. Ancak tesisler planlanırken ısı enerjisini kullanabilecek bir yapılanma veya kullanabilecek bir tesisin yakınına yapılması düşünülmelidir.

## 1.5. Yerleşim Planı

### 1.5.1 Senaryo 1 ve 2 için yerleşim planı

Senaryo 1 ve 2’de sadece biyogaz tesisinin kurulması öngörülmektedir. Bu senaryo için hazırlanan yerleşim planı Şekil 20’de sunulmuştur. Bu plana göre tesisin kurulması için gerekli alan ihtiyacı 3 420 m<sup>2</sup> dir.

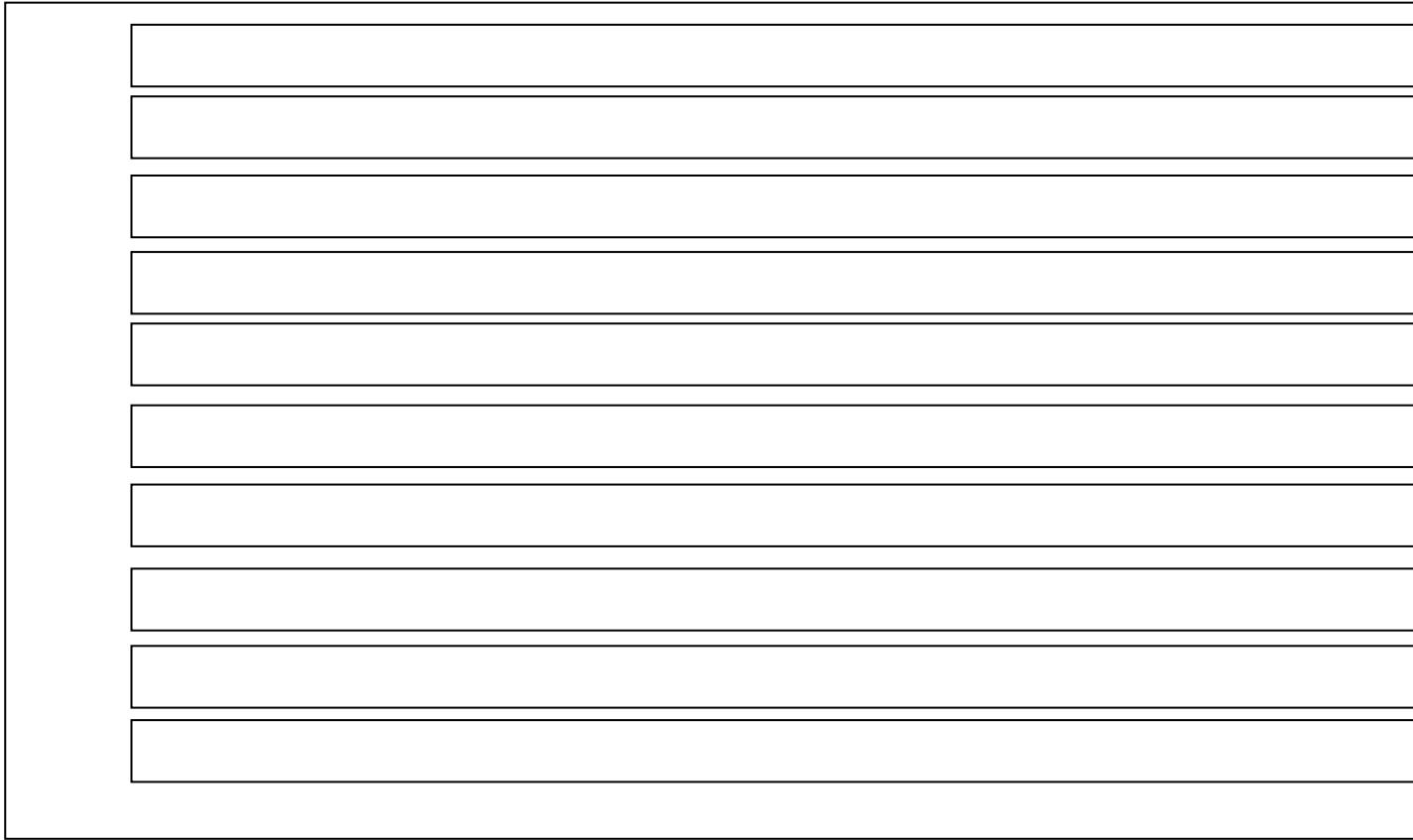


76m

**Şekil 20. Senaryo 1 ve 2 için yerleşim planı**

**1.5.2. Senaryo 3 için yerleşim planı**

Senaryo 3’de sadece kompost tesisinin kurulması öngörülmektedir ve bu tesisin alan ihtiyacı yaklaşık 9900 m<sup>2</sup>’dir.



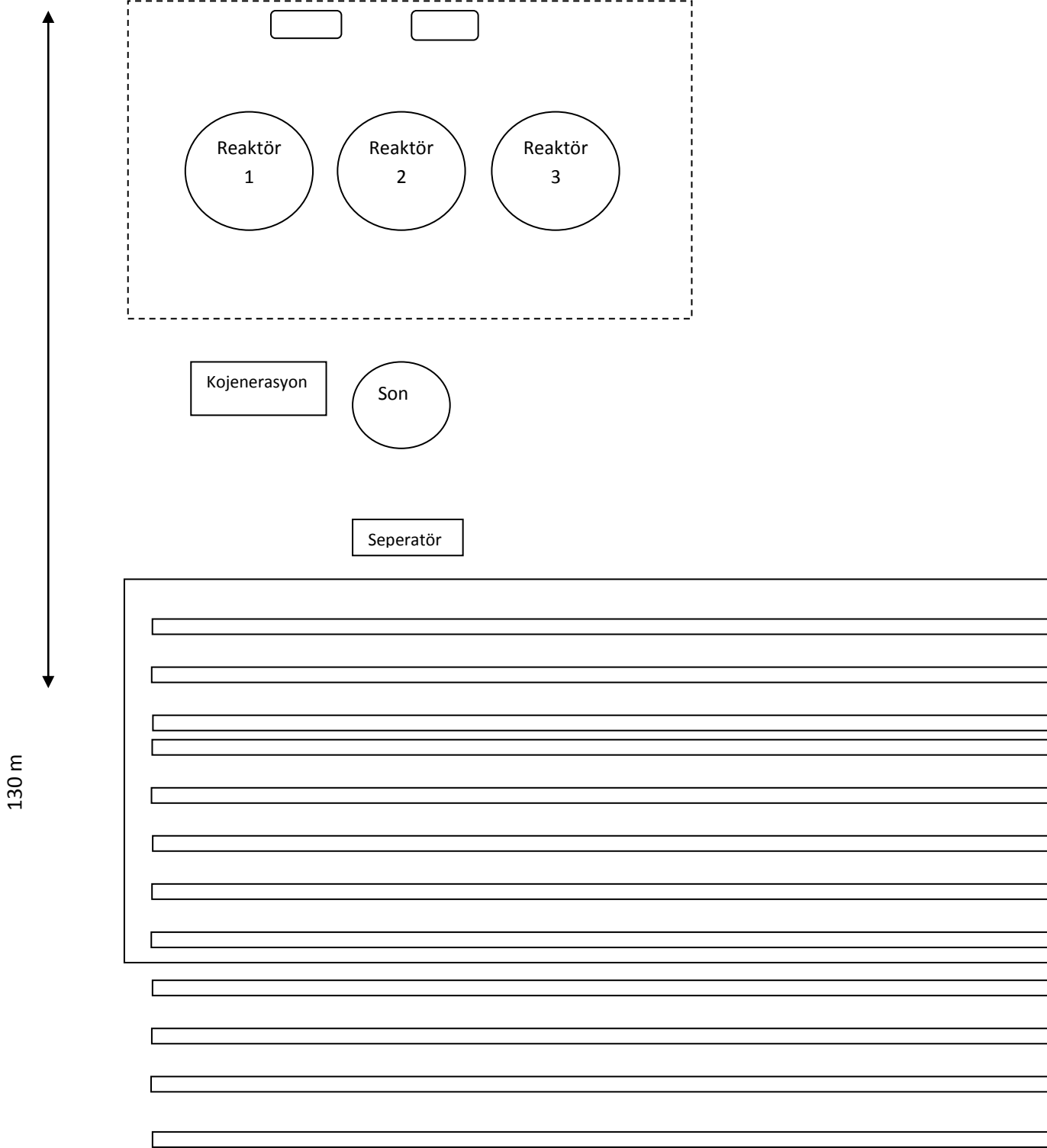
215 m

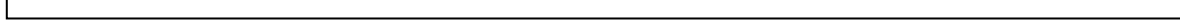


**Şekil 21. Senaryo 3 için yerleşim planı**

### 1.5.3. Senaryo 4 ve 5 için yerleşim planı

Senaryo 4 ve 5'te biyogaz ve kompost tesislerinin beraber kurulması öngörülmektedir. Bu senaryolarda kurulacak biyogaz tesisinin özellikleri Senaryo 1 ve 2 ile aynıdır ancak kompost tesisi senaryo 3'ten farklıdır. Bu farklılığın nedeni bekleme süresine bağlı olarak tesis kapasitesinin değişmesi ve kullanılan teknolojinin bu kapasiteye uygun olarak modellenmesidir. Tesisin alan ihtiyacı 13 195 m<sup>2</sup>'dir.





115 m



**Şekil 22. Senaryo 4 ve 5 için hazırlana yerleşim planı**

## ÖRNEK TESİSLER

### KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ BİYOGAZ TESİSİ

Kocaeli Büyükşehir belediyesine kurulan biyogaz tesisinde tavuk gübresi, sığır gübresi, çim atıkları, işkembe içeriği ve hal atıkları işlenecektir. Toplam karışımın % 54'ü çim atıkları; %19'u hal atıkları; %4'ü işkembe içeriği; %18,2'si tavuk gübresi ve %3,2'si, sığır gübresinden oluşmaktadır. Tesiste her biri 2400 m<sup>3</sup> hacminde iki adet üreteç ve 1000 m<sup>3</sup> hacminde bir adet son depo bulunmaktadır. Üreteçlerin üzeri gaz membranı ile örtülmüştür. Tesisin kurulu gücü 350 kW'tır. Tesis tamamen PLC kontrol ünitesi ile kontrol edilmektedir ve izlenmektedir. İnternet üzerinden izleme ve kontrol imkanı da bulunmaktadır.

Tesiste 1 adet hal atıklarını parçalamak için düzenek, ve çim atıklarını yüklemek için yükleme ve dozajlama ünitesi bulunmaktadır.

Tesis Akdeniz Üniversitesi, Tübitak MAM, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ege Üniversitesi ve Kocaeli Üniversitesinden araştırmacıların ortak çalışmaları sonucunda yapılmıştır ve Tübitak KAMAG grubu tarafından finanse edilmiştir.



Foto: TUBİTAK MAM Projesi desteği ile yapılan Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Biyogaz Tesisi



## GATAB 75. YIL KATI ATIK AYRIŞTIRMA VE KOMPOST ÜRETİM TESİSİ

Antalya'nın Kemer beldesinde yer alan GATAB katı atık ayrıştırma ve kompost tesisi yılın tüm zamanı tam kapasite çalışan bir tesistir. Gezimizde edindiğimiz bilgiler dâhilinde bu tesisin kurulu olduğu toplam alan 22,000 m<sup>2</sup>. Ancak bu alanın tamamı kompost üretimi için kullanılmıyor. Bu alanın sadece 8000 m<sup>2</sup> si kompost üretimi için tahsis edilmiştir.



Foto 1: Atık ayrıştırma alanı

Bu tesise atıklar kemer ve çevresinde ki beldelerden kamyonlar aracılığı ile getiriliyor. Atıklar tamamen karışık halde toplanmıyor. Gatab kuruluşunun verdiği katı atık ayrıştırma eğitimleri sonucunda bilinçli hale gelen kurumlar kendi bünyesinde atıklarını ayrıştırarak depoluyorlar. Bu ayrıştırma işlemini yapmayan kurumlara para cezası gibi ağır yaptırımlar uygulanarak bu bilinç oluşturulmaya çalışılıyor. Kendi bünyesinde atıklarını ayrıştırarak depolayan tesislerden bu atıklar belli saatlerde ayrı

araçlarla (tıbbi atık, organik atık vs.) günlük olarak katı atık ayrıştırma tesisine getiriliyor. Tesise getirilen atıklar tesisin depolama alanında biriktiriliyor.

Depolama alanına getirilen atıklar ayrıştırma bandı ile ayrıştırma işlemi yapmak için başka bir bölüme sevk ediliyor (foto 1). Karışık halde gelen atıklarda bu alanda ayrıştırılıyor. Ortaya çıkan ambalaj atıkları, plastik ve metal atıklar ayrı ayrı balyeler haline getirilerek başka alanlara alınıyor. Organik atıklar da kompost üretim alanına sevk ediliyor.



foto 2: Brikollerle preslenen organik atıklar



foto 3: Kompost odaları

Büyük boyutlu atıklar öğütücüde öğütülerek diğer organik atıklarla karıştırıldıktan sonra brikoller yardımı ile preslenerek büyük briketler haline getiriliyor. Büyük briketler haline getirilen organik atıklar 1 tanesi 245 m<sup>2</sup> olan toplamda 16 tane olan kompost odalarına alınıyor. Kompost odalarına alınan atıklar süresi yaz ve kış döneminde değişmek üzere 4 ile 6 hafta bu odalarda bekletiliyor. Sıcaklık ve nem durumuna göre sıcaklık ve nem durumu

ayarlanarak kompostlama işlemi yapılıyor. Boşalan kompost odaları zamanları birbirinden farklı olarak dolduruluyor. Böylece kompostun olgunlaşması sağlanıyor.



**Foto 4:Kompost Öğütücü Makine kompost**

**foto 5: Öğütülerek yığın haline getirilen**

Olgunlaşan kompost odalardan alınarak öğütücüler yardımıyla küçük partiküller haline getiriliyor. Küçük partiküller haline getirilen kompost elenerek yığın halinde depolanıyor. (foto 4-5)

Yığın halinde depolanan kompost Antalya yöresinde yaygın olan seracılıkla, bağcılıkla ve çeşitli tarımsal faaliyetle uğraşan çiftçilere 1 tonu 25 tl karşılığında satılmaktadır. Bu tesisteki kompost üretimi tamamen ticari amaçlı üretilmemekte satış fiyatındanda anlaşılacağı gibi büyük amaçla atıkların geri dönüşümü amaçlı faaliyet göstermektedir.

Burada ki kompost üretim aşamasında çeşitli sorunlarda görülmektedir. Tesisin kurulu olduğu alanda ağır bir koku ortaya çıkmakta ve bu çevredeki yerleşim birimlerinde yaşayan insanları rahatsız etmektedir. Ayrıca kompost üretim aşamasında çok nemli ve sulu bir şekilde tesise getirilen atıklardan ortaya çıkan sızıntı suları da büyük tehlike oluşturmaktadır. Bu sızıntı sularının yer altı ve içme sularına karışmaması için ortaya çıkan sızıntı suları tankerler aracılığı ile atık su arıtma tesisine taşınarak bu sorun ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır.

## **ABALIOĞLU YEM-SOYA VE TEKSTİL A.Ş, KOMPOST ÜRETİM TESİSİ**

Denizli Kocabaş kasabası civarında kurulu olan bu tesis tavuk çiftliği olarak faaliyet göstermektedir. 198,000 baş tavuk olan bu çiftlikte ortaya çıkan tavuk gübresini bertaraf etmek için bu tesise kompost üretim tesiside eklenmiştir. Bu tesiste yer alan kompost üretim tesisi 3300 m2 bir kapalı alanı teşkil etmektedir.

Tavuk Çiftliğinden günlük toplam 110 ton tavuk gübresi elde edilmektedir. %70 nemli olan bu gübreler kompost haline getirilirken %20 neme düşürülmektedir. Bunun için gelen malzemeye elde edilen kompost miktarı arasında büyük farklar görülebilmektedir.

Tavuk çiftliğinden elde edilen tavuk gübresi kamyonlar aracılığı ile kompost tesisine getirilmektedir. Kompost tesisine getirilen tavuk gübresi eni 6 m, boyu 100 m olan kanallara dökülmektedir. Kanallara dökülen tavuk gübresi kanallar içerisinde yer alan çapalar vasıtasıyla 20-21 gün sıcaklık ve nem durumu ayarlanarak havalandırılmaktadır. Sıcaklık ve nem durumu ayarlanan bu kompost 53 günün sonunda olgunlaşmaktadır. Olgunlaşan kompost daha sonra paletler vasıtasıyla öğütücü makinelere sevk edilmekte buradan eleklerle elenerek kompost haline getirilmektedir. Kompost haline getirilen bu malzeme 25 kg'lık paketler haline getirilerek satılmaktadır. Kompost tesisinden elde edilen aylık kompost miktarı 250 ile 300 ton arasında değişim göstermektedir.

Üretilen kompostlar genellikle tarlada bitkisel amaçlı kullanılmaktadır. Bu kompostun 25 kg'ı 6 tl üzerinden satışa sunulmaktadır.

Bu tesiste üretilen ürünler kompost üretimi için yapılan maliyeti karşılamamaktadır. Tesisin kurulum amacı tamamen tavuk çiftliğinden ortaya çıkan tavuk gübresini ortadan kaldırmaktır. Organik gübre kullanımı açısından çiftçilerin bilinçsiz olması da ayrıca bir sorun. Kompostun Pazar durumu suni gübrenin fiyatının artış ve azalışına göre değişim göstermektedir.

## **DENİZLİ BELEDİYESİ KATI ATIK BERTARAF TESİSİ VE KOMPOST ÜRETİMİ**



Denizli hacıyüplü mevkiinde yer alan tesis tamamen katı atık bertaraf amaçlı kurulmuştur. Kompost üretimi amatör olarak yapılmaktadır. Kompost tesisi tam kapasiteli olarak çalışmamaktadır. Denizli belediyesi katı atık bertaraf tesisi yanında kurulu olan kompost üretim alanı 22 hektarlık alan üzerinde 2003 yılında faaliyete girmiştir. Toplan üretim kapasitesi 3000 ton-yıl'dır.

**Foto 6: Kompost üretim alanı**

Denizli şehri bünyesinde yer alan park ve bahçelerden toplanan çim, budama vb. türden yeşil atıklar kompost üretim alanına getirildikten sonra parçalayıcı makinelerle öğütülmekte ve çim



**Foto 7: İşlenmeden gelen park- bahçe atıkları foto 8: Kompost üretiminde kullanılan makineler**

atıklarıyla karıştırılmaktadır. Karıştırılan bu atıklar üstü kapalı alana yığınlar halinde serilmektedir. Yere serilen bu atıklar belirli günlerde tambur yardımıyla portatif araçlarla traktör vasıtasıyla karıştırılmaktadır. Sıcaklık ve nem durumu ayarlanmaktadır. Nem ihtiyacı su tankeriyle sulanarak karşılanmaktadır. Yaklaşık olarak 13 haftalık bir süreç sonunda olgunlaşan kompost elenerek yığınlar halinde depolanmaktadır. 100 ton organik atıktan yaklaşık olarak 10 ton kompost elde edilmektedir.



**Foto 9: Kompost üretiminde kullanılan eleyici karıştırıcı foto 10: Kompost üretiminde kullanılan**



**Foto 11: Kompost üretiminde kullanılan tambur**

Tesiste evsel atıklar işlenmediği için 2003 ile 2010 yılı arasında sadece 140 ton kompost elde edilmiştir. Ticari amaç taşımadığı için tam kapasite çalışmamaktadır. Üretilen kompost bağcılık ve mantar yetiştirme alanında kullanılmaktadır.

Genel olarak organik gübre tüketim bilinci, organik atıkların kullanım amaçları hakkında bilgi sahibi olunmadığı için üretilen kompostun elden çıkarılması pek kolay olmamaktadır. Bunun için denizli belediyesi ürettiği kompostun bir miktarını kendi park ve bahçelerinde kullanmaktadır.

Tesisin Adı	Kuruluş Yılı	Tesisin Kurulu Alanı	Atık Cinsi	Toplanan Atık Miktarı	Kompostlama İşinde Kullanılan Sistem	Kompostlama Süresi	Üretilen Kompost Miktarı	Üretilen Kompostun Özellikleri	Ürün
<b>GATAB 75. Yıl Katı Atık Ayrıştırma ve Kompost Tesisi</b>	1999	8000 m2	Otellerde n toplanan organik atıklar, karışık atık, çim ve bahçe budama atıkları	26,784,773 ton (2010)	Brikollerle pres sistemi (briket pres sistemi), kapalı sistem	Yaz ve kış aylarında ki nem ve sıcaklık durumuna göre 4-6 hafta arasında değişiyor	Kışın Günlük ortalama 80 ton, Yazın 140 ton	Azot %3,45, Fosfor %0,5, Potasyum %1,3, Nem %22, Organik %77, pH 6, Kalsiyum %3, Mg%0,18, Demir 3300 ppm	Yiğ
<b>ABALIOĞLU YEM-SOYA VE TEKSTİL A.Ş. KOMPOST ÜRETİM TESİSLERİ</b>	2002	3300 m2	Tavuk Çiftliğinde n elde edilen tavuk gübresi	110 ton günlük tavuk gübresi elde ediliyor	Kanallar içerisinde çapalayarak havalandırma yöntemi	20-21 gün ana süreç, 53 günde tam olgunlaşma	250-300 ton günlük		25 pa ha
<b>DENİZLİ BLD. KATI ATIK BERTARAF TESİSİ</b>	2003	22 Hektar	Pazaryeri, Park ve bahçelerden top. Çim ve budama atıkları	Tam kapasite çalışmadığı için herhangi bir veri yok	Getirilen malzemeler parçalayıcı, karıştırıcı, tamburla işlenip su tankeri ile nemlendiriliyor.	13 hafta	Tam kapasite 3000 ton yıl (100 ton atık=10 ton kompost)	Azot %3,8, pH 7.6, Ec %9.5, Organik %51,3, Nem %48,5, c/n %10,5, p2o2 %1,8, k2o %4,3, cao %10,16, mgo %1,4 bakır %31,79, çinko %115	Yiğ

