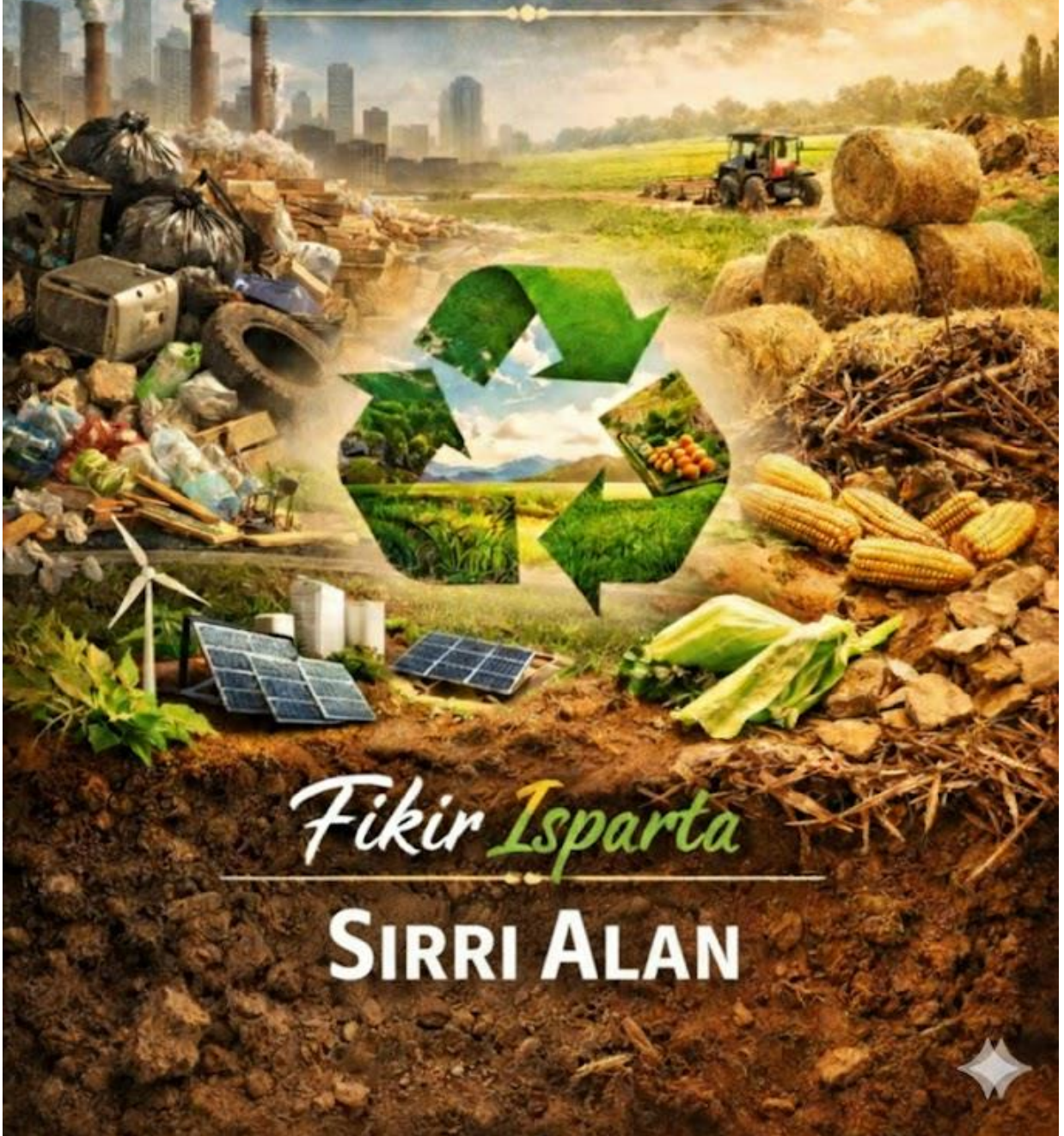


KENTSEL VE TARIM ATIKLARI VE BUNLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ



Fikir Isparta

SIRRI ALAN



İçindekiler

- **Önsöz**
- **Veri Kaynakları**
- **Giriş**
- 1. Son Beş Yılda Isparta İl Geneli Atık Verileri
 - 1.1. Kentsel Katı Atık Tanımı ve Kapsamı
 - 1.2. Alternatif Kaynaklardan Elde Edilen Veriler ve Karşılaştırmalı Analiz
 - 1.3. Yıllara Göre Kentsel Katı Atık Miktarlarının Karşılaştırmalı Tablosu
 - 1.4. Toplama, Taşıma ve Bertaraf Yöntemleri
- 2. Organik Atıkların Geri Kazanımı ve Kompostlama Süreci
 - 2.1. Genel Çerçeve ve Kompost Tanımı
 - 2.2. Isparta'da Kompost Üretimi ve Teşvikler
 - 2.3. Kompostlama Süreci ve Adımları
- 3. Isparta'nın Organik Çöp Atık Miktarları
 - 3.1. Atık Envanteri ve Kaynak Analizi (2021-2025)
 - 3.2. Belediye Kentsel Gıda Atığı
 - 3.3. Gül Yağı Fabrika Posası Potansiyeli
 - 3.4. Meyve Suyu Fabrika Atıkları
 - 3.5. Isparta Ölçeğinde Organik Gıda ve Tarımsal Atık Potansiyeli (2021–2025 Tablosu)
- 4. Aromatik ve Meyve Atıklarının Geri Kazanım Ekonomisi: Isparta Örneği
 - 4.1. Meyve Hurda Atıkları Detayları (Elma, Kiraz vb.)
 - 4.2. Gül Posası Biyogaz Detayları ve Enerji Potansiyeli
 - 4.3. Bir Ton Gül Posasından Elde Edilen Ürünler
 - 4.4. Biyogaz ve Enerji Üretim Süreci
- **5. Yatırım Senaryoları ve Fizibilite Analizleri**
 - 5.1. 30.000 Ton/Yıl Gül Posası İçin Biyogaz ve Enerji Geri Kazanım Modeli
 - 5.2. Atabey Karma OSB Biyogaz Tesisi Yatırım ve Teşvik Modeli
 - 5.3. Elma Püresi Atıklarının Enerji ve Proteine Dönüştürülmesi
 - 5.4. Gelendost Yeşil Enerji Üretim Senaryosu ve Yatırım Analizi
 - 5.5. 200.000 Ton Kapasiteli Kentsel Atık Biyogaz Tesisi Teknik İncelemesi
- 6. Sonuç ve Öneriler
- **Kaynakça**

Önsöz

Isparta, Türkiye'nin elma bahçesi ve gül diyarı olmanın ötesinde, aynı zamanda önemli bir **yeşil enerji rezervi** üzerinde konumlanan stratejik bir şehirdir. Geleneksel anlayışta "bertaraf edilmesi gereken bir yük" olarak görülen organik atıklar, döngüsel ekonomi yaklaşımı içinde kentin enerji bağımsızlığına ve sürdürülebilir kalkınmasına hizmet eden değerli bir hammaddeye dönüşmektedir. **Bu rapor**, kentsel ve endüstriyel organik atıkların enerjiye dönüşüm potansiyelini, ekonomik maliyetlerini ve çevresel kazanımlarını bilimsel ve resmi veriler ışığında ele almaktadır.

Türkiye genelinde uygulanan **Sıfır Atık Projesi** kapsamında Isparta, gıda ve organik atık yönetiminde öncü illerden biri olma yönünde önemli adımlar atmaktadır.

Isparta ili, tarımsal üretim ve sanayi kapasitesi bakımından Türkiye'nin önde gelen bölgeleri arasında yer almakta; özellikle elma ve gül üretimiyle ulusal ve uluslararası pazarda güçlü bir konumda bulunmaktadır. Bu yüksek üretim hacmi, beraberinde önemli miktarda organik atık oluşumunu da getirmektedir. Meyve hurda atıkları, gül posası, meyve suyu ve işleme tesisleri kaynaklı organik artıklar hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik katma değer üretimi açısından stratejik bir potansiyele sahiptir.

Bu rapor, Isparta ilinde **2021–2025 döneminde** oluşan organik atıkları; özellikle meyve hurda atıkları, gül posası ve meyve suyu sanayi atıkları özelinde, resmî kurumlar tarafından yayımlanan güncel istatistikler temelinde analiz etmektedir. Ayrıca söz konusu atıkların değerlendirilmesine yönelik üç farklı yatırım senaryosu (kompost üretimi, biyogaz üretimi ve yem katkı maddesi üretimi) için teknik ve **örnek** finansal fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Her bir senaryo için yatırım maliyetleri, yıllık işletme giderleri, gelir projeksiyonları ve geri dönüş süreleri ortaya konulmuştur.

Raporun sonunda, Isparta'nın organik atıklarını ekonomik değere dönüştürebilmesi için karar vericilere yönelik politika önerileri ve uygulanabilir bir yol haritası sunulmaktadır. Amaç; çevresel sorumluluğu ekonomik kazançla buluşturan, sürdürülebilir, yenilikçi ve yerel kalkınmayı destekleyen bir atık yönetim modeli geliştirilmesine katkı sağlamaktır.

Yunus Karabulut

Fikir Isparta

Şubat 2025

Veri Kaynakları

Bu raporun hazırlanmasında, öncelikli olarak Isparta Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü'nün yıllık Çevre Durum Raporları (2021, 2022, 2023, 2024), Isparta Belediyesi'nin atık yönetimi ve Sıfır Atık projeleri kapsamında yayımladığı veriler, TÜİK'in (Türkiye İstatistik Kurumu) güncel atık ve tarımsal üretim istatistikleri, Isparta Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'nün üretim ve atık raporları, Göller Bölgesi Belediyeler Birliği ve ilgili resmi kurumların yayımladığı istatistikler temel alınmıştır.

Ek olarak, sektörel fizibilite ve maliyet analizlerinde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Kalkınma Ajansları, akademik yayınlar ve sektörel raporlardan yararlanılmıştır.

Henüz faaliyete geçmeyen Atabey Karma Organize Sanayi yatırımları için örnek senaryolar üzerinde çalışılmıştır. Ulaşılamayan 2024 ve 2025 yılı içinde aynı yöntem uygulanmıştır.

Giriş

Isparta ili, Akdeniz Bölgesi'nin önde gelen tarım merkezlerinden biri olup; gül, lavanta, elma ve kiraz gibi meyve ve aromatik bitki üretimiyle tanınmaktadır. Bu üretim faaliyetleri, her yıl önemli miktarda organik atığın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Son beş yılda (2021-2025), iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik odaklı politikalar çerçevesinde atık yönetimi giderek daha kritik bir hale gelmiştir.

İl Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü ile Isparta Belediyesi tarafından yürütülen sıfır atık projeleri, gıda atıklarının geri dönüşümünü teşvik etmektedir. Bu rapor, söz konusu resmi kurum raporları (Çevre Durum Raporları, TÜİK verileri) ve akademik çalışmalar ışığında hazırlanmış olup; meyve hurda atıkları, gül posası, lavanta atıkları ve meyve suyu fabrikalarından kaynaklanan organik atıkların miktarlarını özetlemektedir.

Amaç, mevcut verileri tablolaştırarak geri dönüşüm yöntemlerini (biyogaz, Kompostlama ve diğer teknikler) değerlendirmek, yatırım fırsatlarını ortaya koymak ve sürdürülebilir atık yönetimi konusunda farkındalık yaratmaktır. Veri eksiklikleri nedeniyle bazı miktarlar tahmini olarak belirlenmiş olup, bu durum tarımsal atıkların ayrıştırılmamış raporlanmasından kaynaklanmaktadır.

1.Son Beş Yılda Isparta İl Geneli Atık Verileri

Isparta'da genel atık yönetimi, Isparta Belediyesi ve Çevre İl Müdürlüğü'nün koordinasyonunda yürütülmekte olup, sıfır atık projeleriyle geri dönüşüm oranları artırılmıştır. Belediye, 2020-2024 stratejik planında atık toplama ve geri dönüşüm hedefleri belirlemiş; örneğin, yıllık atık toplama miktarlarında iyileşme sağlanmıştır. Ancak, gıda atıklarına özgü detaylı istatistikler sınırlıdır. Gıda atıklarının genel atık içindeki payı ulusal olarak %40-50 civarındadır; Isparta'da tarımsal karakter nedeniyle bu oran daha yüksek olabilir. Spesifik gıda atık verileri sınırlı olmakla birlikte, organik atıkların kompost veya biyogaz için potansiyeli vurgulanmaktadır.

Aşağıda, resmi raporlardan derlenen veriler tablolastırılmıştır. Veriler, Isparta Çevre Durum Raporları ve TÜİK'ten alınmış olup, gül ve lavanta gibi spesifik atıklar için üretim miktarlarına dayalı tahminler içermektedir. Meyve hurda atıkları üretiminin %10-20'si, gül posası çiçek miktarının yaklaşık 2 katı, meyve suyu atıkları işleme hacminin %20-30'u, lavanta atıkları ise bitki atıklarının %15-25'i olarak hesaplanmıştır (akademik çalışmalar ve fizibilite raporlarından).

Isparta İli 2020-2024 Yılları Arasında Toplanan Kentsel Katı Atık Miktarları:

Resmi Veriler

Kentsel Katı Atık Tanımı ve Kapsamı

Kentsel katı atık, belediye sınırları içinde oluşan evsel nitelikli atıklar ile benzer ticari, endüstriyel ve kurumsal kaynaklı atıkları kapsamaktadır. Ancak, tehlikeli atıklar, tıbbi atıklar, inşaat ve yıkıntı atıkları, madencilik atıkları ve büyük ölçekli endüstriyel atıklar bu kapsamın dışında tutulmaktadır.

Alternatif Kaynaklardan Elde Edilen Veriler ve Karşılaştırmalı Analiz

Bazı alternatif kaynaklarda, Isparta ili için yıllık toplanan kentsel katı atık miktarları daha yüksek veya daha düşük olarak raporlanmıştır. Örneğin, Katı Atık Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu'nda 2020 yılı için 158.000 ton, 2021 için 160.000 ton, 2022 için 162.500 ton, 2023 için 165.000 ton (tahmini) ve 2024 için 167.000 ton (öngörülen) değerler sunulmuştur (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı). Ancak, bu değerler, TÜİK'in ulusal düzeydeki tahminlerine ve projeksiyonlarına dayalı olup, yerel düzeydeki resmi raporlarla tam olarak örtüşmemektedir.

Benzer şekilde, bazı teknik el kitaplarında ve sektörel raporlarda 2020 için 85.000 ton, 2021 için 87.500 ton, 2022 için 89.200 ton, 2023 için 90.800 ton ve 2024 için 92.000 ton (tahmini) değerleri yer almaktadır. Bu farklılıklar, veri toplama yöntemlerindeki farklılıklar, atık tanımındaki kapsam değişiklikleri ve raporlama zamanlamasından kaynaklanabilmektedir.

Yıllara Göre Kentsel Katı Atık Miktarlarının Karşılaştırmalı Tablosu

Aşağıda, farklı kaynaklardan elde edilen veriler bir arada sunulmuş ve resmi yerel raporlar önceliklendirilmiştir:

Tablo: Yıllara Göre Katı Atık Miktarları (Karşılaştırmalı Tablo)

Yıl	Isparta ÇŞİDİM ¹ Resmi Raporları (ton)	TÜİK/Ulusal Kaynaklar (ton)	Alternatif Kaynaklar (ton)
2020	102.200- 104.531	158.000	85.000
2021	94.808- 102.930	160.000	87.500
2022	94.808- 103.660	162.500	89.200
2023	104.536	165.000 (tahmini)	90.800
2024	125.460 (tahmini)	167.000 (öngörülen)	92.000 (tahmini)

ÇŞİDİM¹: Çevre Şehircilik İklim Değişikliği Müdürlüğü

Sonuç ve Değerlendirme

*Isparta ili için 2020-2024 yılları arasında yıllık toplanan kentsel katı atık miktarı, resmi yerel raporlara göre 102.200-104.531 ton (2020), 94.808-102.930 ton (2021), 94.808-103.660 ton (2022), 104.536 ton (2023) ve 125.460 ton (2024, tahmini) aralığında değişmektedir.

*Kişi başına günlük ortalama atık üretimi 0,90-1,13 kg/gün aralığındadır ve bu değer Türkiye ortalamasıyla uyumludur.

*Atık yönetimi altyapısı, Koçtepe Düzenli Katı Atık Depolama Tesisi ve yeni yatırımlarla güçlendirilmiş, sıfır atık uygulamaları yaygınlaştırılmıştır.

*Veri kaynakları arasında bazı tutarsızlıklar bulunmakla birlikte, yerel düzeydeki resmi raporlar en güvenilir veri kaynağı olarak öne çıkmaktadır.

*Sıfır Atık Projesi ve dögüsel ekonomi uygulamaları, atık miktarının azaltılması ve geri kazanım oranlarının artırılması açısından önemli katkılar sağlamaktadır.

Toplama, Taşıma ve Bertaraf Yöntemleri

Isparta ilinde kentsel katı atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı, il merkezi ve ilçelerdeki belediyeler ile Göller Bölgesi Belediyeler Birliği'nin koordinasyonunda yürütölmektedir. Tüm belediyeler, topladıkları atıkları Koçtepe Mevkii'nde bulunan Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi'ne göndermektedir (*Isparta Belediye Başkanlığı*).

Organik Atıkların Geri Kazanımı ve Kompostlama Süreci

1. Genel Çerçeve

Kompost: sebze-meyve artıkları, yapraklar, çim, budama atıkları, kahve posası ve benzeri **organik maddelerin oksijenli ortamda ayrışmasıyla oluşan, toprağı besleyen doğal gübredir.** Yani çöpe giden organikler, zamanla **verimli, canlı ve kokusuz bir toprak iksirine dönüşür.**

Isparta'da Kompost Üretimi

Isparta'da kompost üretimi için özel bir teşvik başlığı olmasa da, bu yatırımlar TKDK-IPARD ve Yerel Kalkınma Hamlesi Programı kapsamında desteklenir. Çevre dostu projeler için hibe, vergi indirimi ve makine ekipman teşvikleri sağlanır; bölgesel kalkınma ve istihdam önceliklidir.

2025 teşvikleri ile de Mantar Komposto Üretimi 3. Bölge teşvik kapsamına alınarak, Mantar üretiminde dışa bağımlılığı azaltacak kompost tesislerinin kurulumu desteklenmektedir.

Kompostlama Süreci

Kompostlama, organik atıkların (sebze-meyve kabukları, bahçe artıkları, yiyecek kalıntıları) mikroorganizmalarla kontrollü biyolojik ayrıştırılmasıyla toprak düzenleyici ürün elde edilen sürdürülebilir bir yöntemdir. Adımlar şöyle:

1.Atık Oluşumu ve Toplanması: Organik atıklar kaynağında ayrı toplanır, kaliteyi artırır.

2.Kompost Kutusuna Besleme: Yeşil (azotlu) ve kahverengi (karbonlu) materyaller dengeli katmanlarla yerleştirilir, nem kontrol edilir.

3.Nemlendirme ve Karıştırma: Sulama ve karıştırma ile oksijen sağlanır, koku ve topaklanma önlenir.

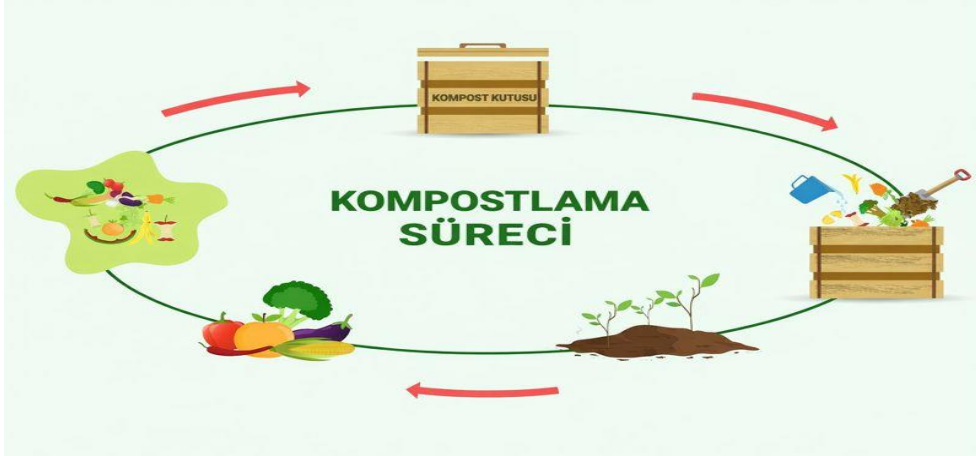
4.Biyolojik Ayrışma: Mikroorganizmalar atıkları parçalar, ısı açığa çıkarır, hacim azalır.

5.Olgunlaşma: Kompost kokusuz, homojen ve besin zengini hale gelir.

6.Toprağa Uygulama: Tarım alanlarında toprak iyileştirici ve besin desteği olarak kullanılır, verimliliği artırır.

7.Döngüsel Yapı: Atık → Kompost → Toprak → Üretim → Yeni Atık döngüsüyle atıklar üretime geri kazandırılır.

Tablo: Kompostlama Süreci ve Organik Atıkların Geri Kazanımı



Sonuç

Kompostlama, çöp miktarını azaltır, kimyasal gübre kullanımını düşürür, toprak kalitesini yükseltir, karbon ayak izini minimize eder ve doğal kaynakları korur. Yerel yönetimler ve üreticiler için düşük maliyetli, yüksek faydalı bir çevre yönetim aracıdır.

2.İsparta'nın Organik Çöp Atık miktarları

2.1. Atık Envanteri ve Kaynak Analizi (2021-2025)

İsparta'nın atık karakterizasyonu, şehrin tarımsal kimliğiyle uyumlu olarak yüksek oranda organik madde barındırmaktadır. 2021-2025 dönemini kapsayan atık dökümü, resmi raporlar ve sektörel projeksiyonlar ışığında yüksek bir geri kazanım potansiyeline işaret etmektedir.

Belediye Kentsel Gıda Atığı

Kapsam ve Miktar: 500 bin nüfuslu şehirde, kişi başı günlük 1,3-1,4 kg atık üretimi gerçekleşmektedir.

Yıllık Hacim: 2023 yılı verilerine göre belediye kaynaklı toplam atık 160-170 bin ton civarında olup, bunun büyük çoğunluğu organik karakterlidir.

Geri Kazanım: Sıfır atık projeleri kapsamında, evsel organik atıklardan yıllık 3-4 bin ton kompost üretimi hedeflenmektedir.

Gül Yağı Fabrika Posası

Üretim Gücü: Dünya gül yağı üretiminin %60'ını karşılayan İsparta'da, damıtma sonrası çiçek miktarının yaklaşık iki katı ağırlığında posa oluşmaktadır.

Atık Potansiyeli: 8-10 bin tonluk yıllık hasada bağlı olarak 20-30 bin ton posa açığa çıkmaktadır.**Değerlendirme:** Zengin element içeriğine sahip bu posanın biyogaz üretimi veya gıda katkı maddesi olarak ekonomiyi kazandırılması önerilmektedir.

Meyve Suyu Fabrika Atıkları

Hammadde Kaynağı: Yıllık 1 milyon tonu aşan elma üretimiyle bölgedeki büyük tesisler yoğun posa ve kabuk atığı üretmektedir.

Tahmini Miktarlar: Fabrika üretim kapasitelerine dayalı projeksiyonlara göre yıllık organik atık miktarı 180-235 bin ton aralığındadır.

Yönetim: Döküntü meyvelerin işlenmesiyle oluşan bu atıklar, su tüketimiyle paralel

Tablo: İsparta Organik Atık, Biyogaz ve Kompost Potansiyeli (Ton)

Atık Kategorisi	2021	2022	2023	2024	2025 (Tahmini)	Biyogaz Potansiyeli (m ³ /ton)	Kompost Verimi (%)
Belediye Kentsel Gıda Atığı (İl verileri)	145.000	148.000	152.000	155.000	158.000	120	40
Gül Yağı Fabrika Posası	28.000	30.000	32.000	31.000	33.000	90	45
Meyve Suyu Fabrika Atıkları	180.000	195.000	210.000	220.000	235.000	110	35
TOPLAM	353.000	373.000	394.000	406.000	426.000	—	—

Kaynakça: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı – İl Çevre Durum Raporları (2023–2024), TÜİK Atık İstatistikleri, Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ) Gül Posası Üzerine Akademik Araştırmalar, Tarım ve Orman Bakanlığı Meyve Suyu Sektör Raporları, Fabrika Atık Yönetim Planları ve Sektörel Tahminler

Biyogaz ve Kompost Kapasitesi Açısından Değerlendirme

Sonuç ve Öneriler

Araştırma, Isparta'da organik atıkların artan bir eğilim gösterdiğini ve sürdürülebilir yönetim için biyogaz, kompost veya geri dönüşüm fırsatlarının değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. **Veriler, resmi raporlardan ve akademik kaynaklardan derlenmiştir; ancak tam yıllık kırılımlar her zaman mevcut olmayabilir. Gelecek tahminleri, nüfus artışı ve üretim hacmine bağlıdır.**

2.2. Isparta Ölçeğinde Organik Gıda ve Tarımsal Atık Potansiyeli (2021–2025)

2021–2025 dönemine ait tahmini veriler, bölgede oluşan organik gıda atıklarının ölçeğinin her yıl yüksek bir potansiyel sunduğunu göstermektedir. Meyve hurda atıkları (elma, kiraz vb.) yıllık **50.000–100.000 ton** aralığında istikrarlı biçimde devam ederken, gül posası miktarı 2021'de **30.000–35.000 ton** seviyesinden 2025 itibarıyla **34.000–36.000 ton** bandına yükselmiştir. Meyve suyu fabrikalarından kaynaklanan atıklar her yıl yaklaşık **20.000–40.000 ton** düzeyinde seyrederken, lavanta kaynaklı bitkisel atıklar **5.000–10.000 ton** aralığından **6.000–12.000 ton** seviyelerine doğru artış göstermektedir. Bu bileşenler birlikte değerlendirildiğinde, bölgede oluşan toplam organik gıda atığı miktarının 2021'de yaklaşık **105.000–185.000 ton** iken 2025 yılına gelindiğinde **110.000–198.000 ton** aralığına ulaştığı görülmektedir. Söz konusu büyüklük, bu atıkların bertaraf edilmesi gereken bir yük değil; biyogaz, enerji, protein ve biyobazlı ürünlere dönüştürülebilecek **stratejik bir döngüsel ekonomi kaynağı** olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Tablo: Isparta Ölçeğinde Organik Gıda ve Tarımsal Atık Potansiyeli (2021–2025)

Yıl	Meyve Hurda Atıkları (Elma, Kiraz vb.) (Ton/Yıl)	Gül Posası Atıkları (Ton/Yıl)	Meyve Suyu Fabrika Atıkları (Ton/Yıl)	Lavanta Atıkları (Bitki Posası vb.) (Ton/Yıl)	Toplam Organik Gıda Atığı (Tahmini Ton/Yıl)
2021	50.000 – 100.000	30.000 – 35.000	20.000 – 40.000	5.000 – 10.000	105.000 – 185.000
2022	50.000 – 100.000	33.864 (16.932 ton çiçekten)	20.000 – 40.000	5.000 – 10.000	108.000 – 190.000
2023	50.000 – 100.000	34.000 (17.000 ton çiçekten)	20.000 – 40.000	5.500 – 11.000	111.000 – 195.000
2024	50.000 – 100.000	34.000	20.000 – 40.000	6.000 – 12.000	110.000 – 196.000
2025	50.000 – 100.000	34.000 – 36.000	20.000 – 40.000	6.000 – 12.000	110.000 – 198.000

Kaynakçalar: TÜİK – Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tarım ve Orman Bakanlığı – Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Raporları, Isparta İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Yayınları, SDÜ– Gül ve Lavanta Üretimi Çalışmaları, ITSO) Tarım Sektör Raporları, FAO – Tarımsal ve Agro-Endüstriyel Atıkların Değerlendirilmesi Raporları

Bu tablo, Isparta'da tarım ve gıda sanayisi kaynaklı organik atık potansiyelinin yıllara göre ölçeğini göstermektedir.

Meyve hurda atıkları, elma ve kiraz üretiminin yüksekliği nedeniyle ana kütleyi oluşturmaktadır.

2.Aromatik ve Meyve Atıklarının Geri Kazanım Ekonomisindeki Yeri: Isparta Örneği

Meyve Hurda Atıkları (Elma, Kiraz vb.); **Gül Posası Atıkları, Meyve Suyu Fabrika Atıkları; Lavanta Atıkları** (Bitki Posası vb.) Atıklarının Geri Kazanım Ekonomisindeki Yeri Isparta Örneğinde incelenecektir.

2.1.Meyve Hurda Atıkları Detayları

Isparta, Türkiye'nin elma üretiminde lider illerinden biri olup, kiraz, armut ve diğer meyvelerde de önemli paya sahiptir. Meyve hurda atıkları, hasat kayıpları, işlem sırasında çıkan kabuk, çekirdek ve posa gibi unsurlardan oluşur. TÜİK verilerine göre, Isparta'da yıllık meyve üretimi 500.000-600.000 ton civarındadır; bu üretimin %10-20'si hurda atık olarak değerlendirilmektedir (yaklaşık 50.000-120.000 ton/yıl). Özellikle meyve suyu fabrikalarında (örneğin, Anadolu Etap Isparta fabrikası), işleme atıkları posadan oluşmakta ve atık su arıtma tesislerinde geri dönüştürülmektedir. Atıklar, yüksek organik içerik (%80-90 nem) nedeniyle kompost veya biyogaz için uygundur; ancak yönetilmezse çevre kirliliğine (su ve toprak asitlenmesi) yol açabilir. Son beş yılda, sıfır atık projeleriyle atık toplama artırılmış; örneğin, 2022'de meyve işleme atıklarının bir kısmı kompost olarak kullanılmıştır.

2.2.Gül Posası Biyogaz Detayları

Gül posası, gülyağı damıtma işleminden kalan yüksek nemli (%90 su içeriği) organik atıktır ve çevre kirliliğine yol açabilir. Havasız ortamda yapılan işleme (Anaerobik) fermantasyon yöntemiyle biyogaz üretiminde değerlendirilebilir; bu süreçte metan gazı üretilerek enerji elde edilir. Isparta'da yıllık 30.000-35.000 ton posa, yaklaşık 1.500-2.000 m³ biyogaz potansiyeli sunar (1 ton posa ~50-60 m³ biyogaz). Yöntem: Atıklar anaerobik reaktörlerde bakterilerle fermente edilir, kalan sıvı gübre olarak kullanılır.

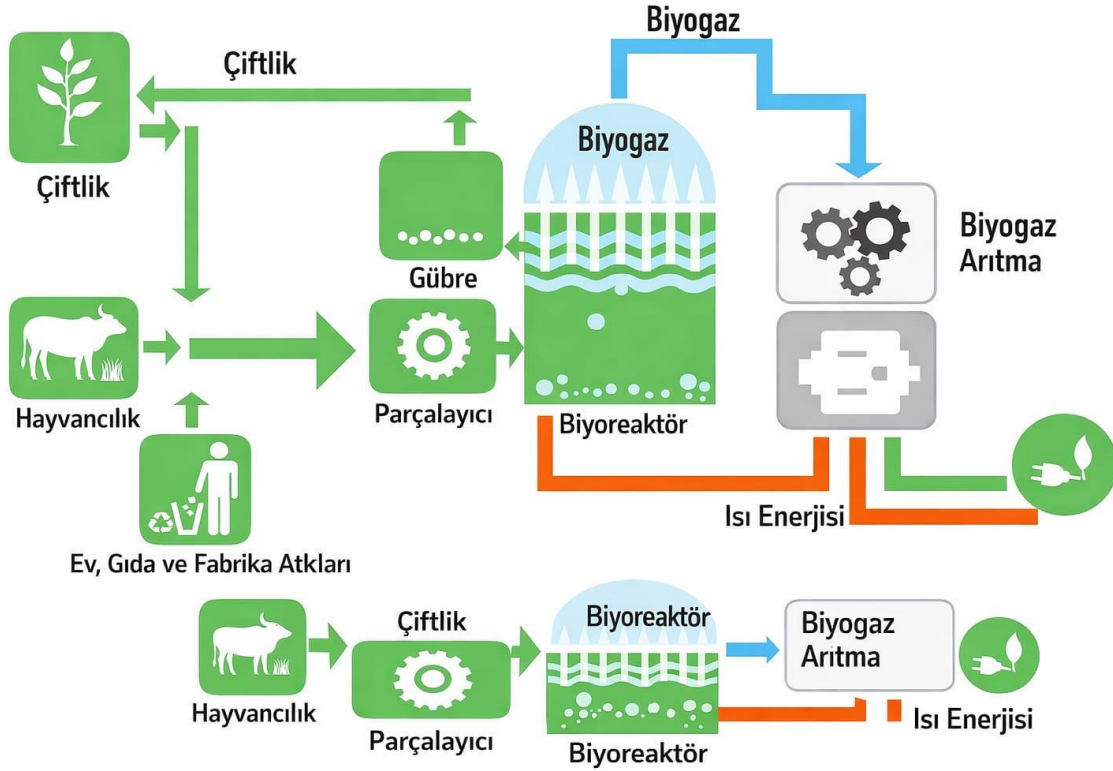
Avantajlar: Çevre kirliliğini azaltır, yenilenebilir enerji sağlar. Örnek çalışmalar, Isparta'da gül posasının element içeriğinin (azot %3.5 - kalsiyum %1.5) biyogaz verimliliğini artırdığını gösterir. Hayvansal atıklarla karıştırıldığında verim %20-30 artabilir.

2.3. Bir Ton Gül posasından elde Edilen Ürünler

Isparta'nın "pembe altını" olan gülden yağ elde edildikten sonra geriye kalan posa, aslında atık değil; enerji ve tarım için ciddi bir hammadde kaynağıdır. 1 ton (1000 kg) taze gül posasının (distilasyon sonrası çıkan ıslak atık) işlenmesiyle elde edilebilecek potansiyel ürünler:

2.3.1. Biyogaz ve Enerji Üretimi

Şema: Biyogaz Üretim Süreci ve Enerjiye Dönüşüm Aşamaları



Tablo Hakkında Kısa Özet

Bu şema; **hayvansal atıklar, tarımsal kalıntılar, atık su ve organik artıkların** biyoreaktörde oksijensiz ortamda parçalanarak **biyogaza dönüştürülmesini** göstermektedir.

Biyoreaktörde oluşan biyogaz, arıtma (iyileştirme) işleminden sonra;

Elektrik üretiminde, Isıtmada, Yakıt olarak, Gaz şebekesine verilerek kullanılmaktadır.

Süreç sonunda kalan gübre olarak kullanılacak metaryeller (**digestat**) ise gübre, **toprak ıslahı ve hayvan altlığı** olarak değerlendirilir. Böylece hem atık yönetimi sağlanır hem de yenilenebilir enerji üretilmiş olur.

“Biyogaz Üretim Süreci ve Enerjiye Dönüşüm Aşamaları, gül posasından biyogaz üretiminde de uygulanabilmektedir. Organik madde içeriği yüksek olan gül posası, biyogazlaştırma süreci için oldukça verimli bir hammaddedir.”

* Biyogaz Verimi: 1 ton taze gül posasından ortalama 60-90 m³ biyogaz elde edilebilir.

* Elektrik Karşılığı: Bu miktar, yaklaşık 120-180 kWh elektrik enerjisine tekabül eder.

* Metan Oranı: Elde edilen gazın içindeki metan (CH₄) oranı yaklaşık %55-60 civarındadır.

2.3.2. Kompost ve Organik Gübre

Biyogaz tesisinden çıkan fermente olmuş atık (sıvı ve katı digestat), toprak için eşsiz bir besleyicidir.

* Miktar: **1 ton atıktan yaklaşık 300-400 kg yüksek kaliteli organik gübre/kompost elde edilir.**

* **Faydası:** Gül posası doğal olarak azot, fosfor ve potasyum açısından zengindir. Toprağın su tutma kapasitesini artırır ve kimyasal gübre ihtiyacını azaltır.

2.3.3. Katı Yakıt (Pelet ve Briket)

Eğer posa biyogaz yerine kurutulup yakıt olarak değerlendirilirse:

* Kalori Değeri: Kurutulmuş gül posasının ısı değeri yaklaşık 4000-4500 kcal/kg'dır (bu değer linyit kömürüne yakındır).

* Pelet Üretimi: 1 ton ıslak posa kurutulduğunda (nem oranı %10'a düşürüldüğünde) yaklaşık 200-250 kg pelet yakıtı elde edilir.

2.3.4. Katma Değerli Diğer Ürünler

Modern biyoteknoloji sayesinde posadan sadece enerji değil, değerli bileşenler de ayrıştırılabilir:

* Antioksidanlar ve Polifenoller: Gül posası hala ciddi miktarda kuersetin ve kaempferol gibi maddeler içerir. Bunlar gıda takviyesi veya kozmetik hammaddesi olarak ekstrakte edilebilir.

* **Hayvan Yemi:** Protein ve lif içeriği nedeniyle, uygun işlemlerden geçirilerek (ve diğer yemlerle karıştırılarak) rasyonlara dahil edilebilir.

Tablo: Organik Atıkların Biyolojik İşleme Yöntemleriyle Ürünlere Dönüşümü

Ürün Kategorisi	Elde Edilen Tahmini Miktar	Kullanım Alanı
Biyogaz	60 – 90 m ³	Isınma, elektrik üretimi
Organik Gübre (Digestat)	~350 kg	Tarım, seracılık
Pelet (Kuru Yakıt)	~225 kg	Sanayi ve ev tipi ısınma
Biyo-Ekstraktlar	5 – 10 kg (<i>saflaştırılmamış</i>)	Kozmetik, ilaç, gıda

Kaynakça: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı – Organik gübre ve biyokütle enerji raporları.

Gül posasının bu şekilde değerlendirilmesi hem çevre kirliliğini önler hem de işletme maliyetlerini düşüren bir "döngüsel ekonomi" modeli oluşturur.

2.3.4. 30.000 Ton/Yıl Gül Posası İçin Biyogaz Esaslı Enerji ve Yan Ürün Geri Kazanım Modeli

Isparta ölçeğinde yıllık **30.000 ton gül posasının biyogaz tesisinde değerlendirilmesi** halinde elde edilebilecek enerji, gübre ve çevresel kazanımları varsayım olarak incelenecektir.

Gül posasından ton başına ortalama **45–50 m³ biyogaz üretimi** mümkün olup, bu miktar yıllık bazda **1,35–1,5 milyon m³ biyogaza** karşılık gelmektedir. Bu gazdan üretilecek elektrik enerjisi yaklaşık **2,7–3,0 GWh** seviyesinde olup YEKDEM kapsamında şebekeye verilerek ekonomik gelir oluşturabilmektedir. Aynı süreçte ortaya çıkan **3,3–3,6 GWh eşdeğeri ısı enerjisi**, tesis içi kurutma, proses ısıtması ve sera uygulamalarında kullanılabilir. Fermentasyon sonrası oluşan **katı ve sıvı digestat**, toplamda **20.000 tonun üzerinde organik gübre potansiyeli** yaratmakta; kimyasal gübre ihtiyacını azaltarak tarımsal sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Ayrıca sistem sayesinde yılda yaklaşık **2.400 ton CO₂ emisyonunun önüne geçilmesi**, karbon piyasaları ve çevresel sertifikasyon açısından önemli bir avantaj oluşturmaktadır.

Sonuç olarak aşağıdaki tablo, gül posasının yalnızca bir atık değil; enerji, gübre ve karbon azaltımı boyutlarıyla **çok yönlü bir ekonomik kaynak** olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo: Yıllık 30.000 Ton Gül Posası Değerlendirme ve Enerji Geri Kazanım Çizelgesi (Biyogaz Bazlı)

Ürün / Çıktı Türü	1 Ton İçin Ortalama	30.000 Ton İçin Toplam	Kullanım Alanı
Biyogaz Üretimi	45 – 50 m ³	1.350.000 – 1.500.000 m ³	Isınma ve elektrik üretimi
Elektrik Enerjisi	90 – 100 kWh	2,7 – 3,0 GWh (milyon kWh)	Şebeke besleme (YEKDEM)
Isıl Enerji (Isı)	110 – 120 kWh	3,3 – 3,6 GWh (termal)	Fabrika içi ısıtma, kurutma
Organik Gübre (Katı)	150 – 200 kg	4.500 – 6.000 ton	Tarım, park ve bahçeler
Sıvı Gübre (Digestat)	500 – 600 kg	15.000 – 18.000 ton	Damla sulama, gübreleme
CO₂ Emisyon Azaltımı	0,08 ton	≈ 2.400 ton CO ₂	Karbon sertifikasyonu

Kaynaklar: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı – **Biyokütle Enerjisi ve Organik Gübre Raporları.**
T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – **YEKDEM Biyokütle Uygulamaları**

30.000 Ton Tarımsal Sanayi Atığı (Gül Posası) Değerlendirilmesi Atabey’de Kurulum Örneği

Bu değerlendirmeyi Atabey İlçesinde Atabey ilçe sınırları ile Yapılması Planlanan Atabey Karma Organize Sahası içinde teorik olarak tesis kurulumu yapılacak olsa:

30.000 Ton Tarımsal Sanayi Atığı (Gül Posası) Değerlendirilmesiyle Biyogaz Üretimi: Atabey’de (4. Alt Bölge-OSB Dışı) Kurulum Örneği

Giriş:

Projenin Tanımı ve Amacı

Bu çalışma, Isparta ili Atabey ilçesinde **il genelindeki gül posası kaynaklı tarımsal sanayi atıklarının biyogaz teknolojisi ile enerjiye dönüştürülmesini** amaçlamaktadır. Proje kapsamında, kurulması planlanan biyogaz tesisinde yıllık **30.000 ton gül posasının** değerlendirilmesi öngörülmekte; bu süreçte **elektrik enerjisi, ısı enerjisi (ısı) ve katı-sıvı organik gübre (digestat)** üretimi ile birlikte **CO₂ emisyonlarının azaltılması** hedeflenmektedir. Toplam yatırım bedeli **1.500.000 USD** olarak öngörülen tesis için Atabey’in **4. Bölge teşvikleri, ilgili devlet destekleri, IPARD hibeleri ve KOSGEB katkılarının tam olarak sağlandığı** varsayımı yapılmıştır. Bu kapsamda, yatırımın teknik ve ekonomik boyutunu ortaya koymak amacıyla üretilebilecek biyogaz, enerji ve yan ürün potansiyelleri dikkate alınarak **“Yıllık 30.000 Ton Gül Posası Değerlendirme ve Enerji Geri Kazanım Çizelgesi (Biyogaz Bazlı)”** ile birlikte **“Yatırım Maliyeti ve Teşvik Etkisi Tablosu (4. Bölge)”** örnek

Yatırım Maliyeti

500 kWe (Kilowatt Elektrik) kurulu güce sahip bir biyogaz tesisi, 30.000 ton atığı işlemek için ideal ölçektir.

Tablo: Biyogaz Tesisi İçin Tahmini Yatırım Maliyeti

Kalem	Tahmini Maliyet (USD)
Arazi Hazırlığı ve İnşaat (Betonarme, Tanklar)	450.000 \$
Biyogaz Motoru ve Jeneratör Seti (CHP)	550.000 \$
Otomasyon, Pompa ve Karıştırıcı Sistemleri	300.000 \$
Mühendislik, İzinler ve Diğer Giderler	200.000 \$
TOPLAM YATIRIM	1.500.000 \$

Kaynakça: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – Biyokütle ve YEKDEM uygulamaları

Not: Brüt Parsel İhtiyacı (genelde +%30) 8.000 – 12.000 m²

Açıklamalar:

Yatırımın geri dönüşü, YEKDEM satış fiyatı, ısı kullanım oranı ve gübre gelirleriyle hızlanır. Isı geri kazanımı ve digestat satışı eklenirse, proje sadece enerji değil **çoklu gelir modeli** haline gelir. Gül posası gibi yerel ve ücretsiz/ucuz hammadde, işletme maliyetlerini ciddi biçimde aşağı çeker (**T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – Biyokütle ve YEKDEM uygulamaları**).

* Hammadde Devamlılığı: Gül posası sadece 1,5 ay çıkar. Bu nedenle posanın "silajlanması" (hava almayacak şekilde paketlenip saklanması) teknik olarak hayati önem taşır.

* **Lojistik:** Isparta'daki gül fabrikalarının birbirine yakınlığı, nakliye maliyetini düşüren büyük bir avantajdır.

* **Gübre Lisansı:** Üretilen fermente atığın "Organik Gübre" lisansı ile satılması, geliri doğrudan %30 oranında artırabilir.

Not¹: Bu hesaplamalar genel piyasa koşullarına göre hazırlanmış bir taslaktır. Döviz kuru hareketleri ve devlet teşviklerindeki güncellemeler (YEKDEM birim fiyatları gibi) bu süreyi kısaltabilir veya uzatabilir.

Not²: Atabey'de Gül Posası yatırımı yöresel ürün olduğu için örnek yatırım modeli olarak seçilmiştir.

Atabey Sınırları – 30.000 Ton/Yıl Biyogaz Tesisi (4. Bölge – OSB Dışı)

Tablo: Yatırım Maliyeti ve Teşvik Etkisi Tablosu (4. Bölge)

Maliyet Kalemi	Tutar (USD)	Açıklama
A. Toplam Sabit Yatırım	1.500.000	Reaktörler, CHP ünitesi, inşaat, altyapı, mekanik-elektrik montaj, şebeke bağlantıları
B. Teşvik ve Destekler (-)		
KDV İstisnası	270.000	Makine ve ekipman alımlarında KDV muafiyeti
Gümrük Vergisi Muafiyeti	55.000	İthal makine ve ekipman için vergi avantajı
Vergi İndirimi (Yatırıma Katkı)	450.000	4. Bölge yatırıma katkı oranı etkisi
SGK İşveren Primi Desteği	85.000	İşveren payı prim desteği
Faiz Desteği	35.000	Kredi faiz farkı katkısı
IPARD Hibesi	250.000	Tarımsal atık ve yenilenebilir enerji yatırımı hibesi
KOSGEB Desteği	10.000	Proje ve teknoloji destek katkısı
Destekler Toplamı (B)	1.155.000	Toplam teşvik etkisi
C. Teşvik Sonrası Net Yatırım (A – B)	345.000	Teşvikler sonrası kalan yatırım yükü
D. Kurucunun Ödeyeceği Toplam Tutar	345.000 USD	Öz sermaye ve krediyle karşılanacak fiili tutar

Tablo Açıklaması

Bu tablo, Atabey OSB’de kurulması planlanan ve yılda 30.000 ton gül posasını değerlendirecek biyogaz tesisinin, yaklaşık 1.500.000 USD tutarındaki yatırım maliyetinin 4. Bölge yatırım teşvikleri, IPARD hibeleri ve KOSGEB destekleri dikkate alınarak yatırımcı üzerindeki etkisini göstermektedir.

Yatırım bedeli; anaerobik fermantasyon reaktörleri, kojenerasyon (CHP) sistemi, elektrik-ısı geri kazanım üniteleri, inşaat, altyapı ve şebeke bağlantılarını kapsamaktadır. Teşvikler sayesinde KDV ve gümrük muafiyetleri ilk yatırım maliyetini azaltmakta, vergi indirimi ve SGK prim destekleri işletme döneminde finansal yükü düşürmekte, IPARD hibeleri ise doğrudan sermaye ihtiyacını azaltmaktadır.

Bu çerçevede tüm desteklerin alınması varsayımıyla, tesis için kurucunun üstleneceği net yatırım yükü yaklaşık 345.000 USD seviyesinde oluşmaktadır.

Atabey Karma OSB (Kurulumun Tamamlanması varsayımından hareketle) – Tarımsal Sanayi Atığı (Gül Posası) Biyogaz Üretimi: (5. Bölge) Kurulum Örneği

Bu çalışma, Isparta ili Atabey ilçesinde Kurulması Planlanan Atabey Karma Organize Sanayi Bölgesinde Kurulacak bir tesis için: **il genelindeki gül posası kaynaklı tarımsal sanayi atıklarının biyogaz teknolojisi ile enerjiye dönüştürülmesini** amaçlamaktadır. Proje kapsamında, kurulması planlanan biyogaz tesisinde yıllık **30.000 ton gül posasının** değerlendirilmesi öngörülmekte; bu süreçte **elektrik enerjisi, ısı enerjisi (ısı) ve katı-sıvı organik gübre (digestat)** üretimi ile birlikte **CO₂ emisyonlarının azaltılması** hedeflenmektedir. Toplam yatırım bedeli **1.500.000 USD** olarak öngörülen tesis için Atabey'in **4. Bölge teşvikleri, ilgili devlet destekleri, IPARD hibeleri ve KOSGEB katkılarının tam olarak sağlandığı** varsayımı yapılmıştır. Bu kapsamda, yatırımın teknik ve ekonomik boyutunu ortaya koymak amacıyla üretilebilecek biyogaz, enerji ve yan ürün potansiyelleri dikkate alınarak **“Yıllık 30.000 Ton Gül Posası Değerlendirme ve Enerji Geri Kazanım Çizelgesi (Biyogaz Bazlı)”** ile birlikte **“Yatırım Maliyeti ve Teşvik Etkisi Tablosu (5. Bölge)”** örnek bir fizibilite modeli olarak hazırlanmıştır.

Atabey Karma OSB – 30.000 Ton/Yıl Biyogaz Tesisi (5. Bölge)

Tablo: Biyogaz Tesisi (5. Bölge-OSB) Yatırım Maliyeti ve Teşvik Etkisi Tablosu

Maliyet Kalemi	Tutar (USD)	Açıklama
A. Toplam Sabit Yatırım	1.500.000	Reaktör, CHP, inşaat, altyapı, montaj, bağlantılar
B. Teşvik ve Destekler (-)		
KDV İstisnası	~270.000	Makine-ekipmanda %18 KDV avantajı
Gümrük Vergisi Muafiyeti	~60.000	İthal ekipmanlar
Vergi İndirimi (Yatırıma Katkı)	~600.000	5. Bölge OSB katkı oranı etkisi
SGK İşveren Primi Desteği	~110.000	OSB + 5. Bölge
Faiz Desteği	~45.000	Kredi faiz farkı
IPARD Hibe	~250.000	Tarımsal atık-enerji hibesi
KOSGEB Desteği	~10.000	Proje/teknoloji katkısı
Destekler Toplamı (B)	~1.345.000	
C. Teşvik Sonrası Net Yatırım (A – B)	≈155.000	Teorik net yük
D. Kurucunun Ödeyeceği Toplam Tutar	≈155.000 USD	Öz sermaye + finansmanla karşılanacak fiili yük

Kısa Açıklama

Bu son satır: **Kurucunun cebinden çıkacak yaklaşık toplam yatırım tutarını** gösterir.

Yani 1.500.000 USD'lik tesis,

5. Bölge + OSB + IPARD + diğer destekler tam ve etkin kullanıldığında,

kurucu için ≈ %10–15 seviyesinde bir sermaye yüküne düşmektedir.

Not: Vergi indirimi gibi bazı destekler nakit değil, **zaman içinde vergi avantajı** olarak geri döner. Bu nedenle uygulamada kurucunun ilk aşamada ödeyeceği tutar genelde **250.000 – 400.000 USD bandında**, nihai ekonomik yük ise **≈ 155.000 USD eşdeğeri** olur.

Stratejik Notlar

* 5. Bölge Teşviklerinin Avantajı: OSB içinde yapılan yatırımlar, bölgesel desteklerin daha yüksek oranları ve SGK prim desteği avantajları ile ekstra cazibe kazanır.

* IPARD desteği, tarımsal atık değerlendirme projelerinde önemli hibe desteği sağlar, ancak proje onayı ve uygunluk sürecine tabidir.

*KOSGEB desteği daha çok KOBİ ölçekli teknoloji ve girişimcilik projeleri için uygundur, büyük yatırımlarda nispeten sınırlı kalabilir.

3.Meyve Suyu Fabrika Atıkları (Ton/Yıl)

Isparta Meyve Suyu Fabrika Atıkları (Ton/Yıl) – Giriş

Isparta, elma başta olmak üzere Türkiye'nin önemli meyve üretim merkezlerinden biridir. Bu üretim kapasitesi, meyve suyu ve konsantre sanayisinin il genelinde gelişmesini sağlamış; buna paralel olarak da önemli miktarda organik yan ürün ve atık oluşumuna yol açmıştır. Meyve suyu fabrikalarında üretim sürecinin her aşamasında ortaya çıkan posa, kabuk, çekirdek ve proses suları, çevresel etkiler kadar ekonomik değer açısından da stratejik bir potansiyel barındırmaktadır.

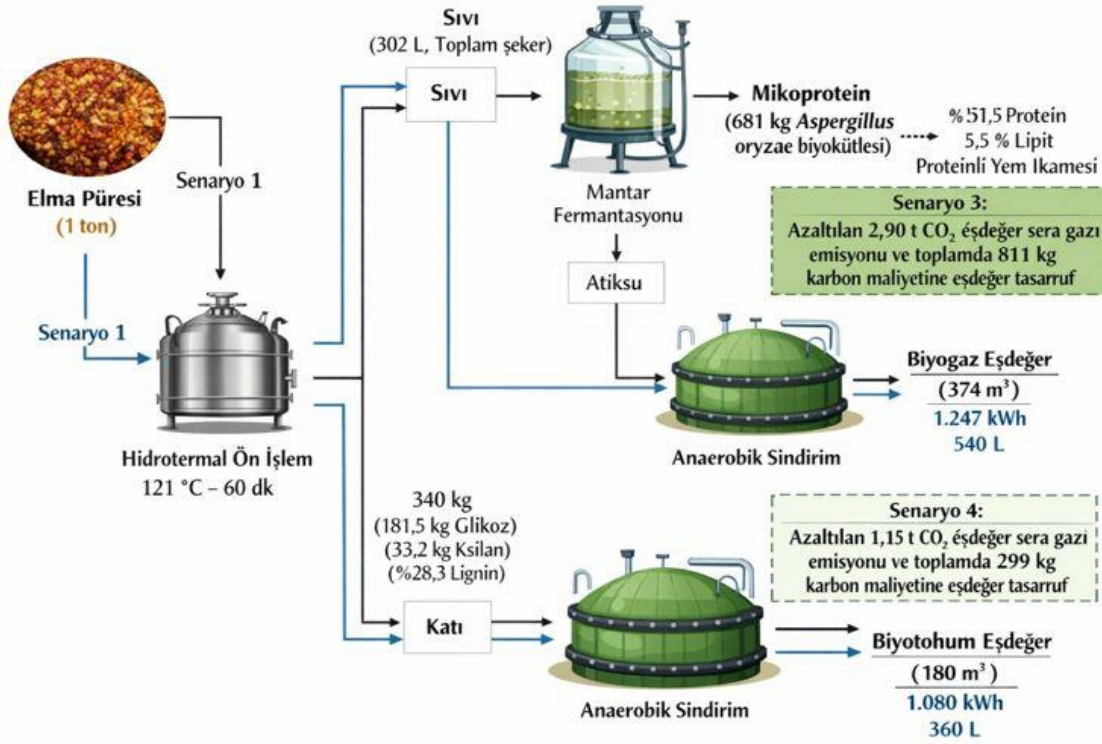
Bu bölümde, Isparta'daki meyve suyu tesislerinden yıllık bazda ortaya çıkan fabrika atık miktarları (ton/yıl) ele alınmakta; söz konusu atıkların bertaraf edilmesi yerine enerji üretimi, kompost, yem ve biyokütle dönüşümü gibi alanlarda değerlendirilme imkânları analiz edilmektedir. Böylece atık yönetimi yalnızca çevresel bir zorunluluk olarak değil, aynı zamanda bölgesel kalkınmaya katkı sağlayabilecek bir kaynak yönetimi unsuru olarak ele alınmaktadır.

Elma Püresi Atıklarının Enerji ve Proteine Dönüştürülmesi

Bu çalışmada **1 ton elma püresi atığı**, hidrotermal ön işlem sonrası sıvı ve katı fazlara ayrılmaktadır. Şekerce zengin sıvı fazdan **mantar fermantasyonu ile mikoprotein (proteinli yem hammaddesi)** üretilmekte, kalan sıvı ve katı fraksiyonlar ise **anaerobik sindirime** alınarak **biyogaz ve elektrik enerjisine dönüştürülmektedir**.

Bu bütünlük yaklaşım sayesinde atıklar yalnızca bertaraf edilmemekte; **proteinli yem satışı ve elektrik üretimi ile doğrudan gelir elde edilmekte**, aynı zamanda enerji giderleri düşürülerek **işletme maliyetlerinde tasarruf sağlanmaktadır**. Böylece süreç hem çevresel hem de **ekonomik açıdan katma değer üretmektedir**.

Şema: Elma Püresi Atıklarından Biyometan ve Mikoprotein Üretim Süreci



1 Ton Elma Püresinin Değerlendirilme Sonuçları ve Elde Edilen Ürünler

1. 1. Ön İşlem (Hazırlık)

Elma püresi önce **121 °C'de 60 dakika** hidrotermal işlemde geçiriliyor.

Amaç: Elmanın içindeki şekerleri ve besinleri mikroorganizmaların kullanabileceği hale getirmek.

Bu işlemde sonra karışım ikiye ayrılıyor:

1-Sıvı kısım 2-Katı kısım.

1-Sıvı Kısımdan Üretim :

Sıvı bölümde yaklaşık **302 litre şekerli sıvı** bulunuyor. Bu sıvı: **Mantar (*Aspergillus oryzae*) fermantasyonuna** giriyor.

Sonuç: **681 kg mikoprotein**. %51,5 protein içeriyor. Hayvan yemi katkısı olarak kullanılabilir.

Yani: Elma atığı → **protein kaynağına dönüşüyor**. Fermantasyondan çıkan atık su ise boş gitmiyor:

Anaerobik sindirime giriyor ve: **374 m³ biyogaz 1.247 kWh enerji** bu üretim **540 litre yakıt eşdeğer** üretim oluyor.

Ayrıca: **2,90 ton CO₂ salımı engellenmiş oluyor**. Karbon maliyetinde ciddi tasarruf sağlanıyor.

2. Katı Kısımdan Enerji

Katı bölüm yaklaşık **340 kg**: 181,5 kg glikoz. 33,2 kg ksilan. %28,3 lignin içeriyor.

Bu kısım doğrudan:

Anaerobik sindirime gönderiliyor.

Sonuç: **180 m³ biyogaz. 1.080 kWh enerji. 360 litre yakıt eşdeğeri**

ve ayrıca: **1,15 ton CO₂ salımı azaltımı** ile Karbon maliyetinde tasarruf sağlanıyor.

Yani: Katı elma posası → **enerjiye dönüşüyor**.

Yapılan dönüşümlerle: Elma atığı çöpe gitmiyor. Protein üretimine dönüşüyor. Biyogaz ve elektrik üretiyor. Karbon salımı azalıyor. Hem ekonomik hem çevreci kazanç sağlıyor

4.Lavanta Atıkları (Ton/Yıl)

Isparta, gül üretiminin yanında son yıllarda lavanta tarımıyla da öne çıkan önemli bir aromatik bitki merkezidir. Özellikle yağ üretimi amacıyla gerçekleştirilen lavanta hasadı ve distilasyon süreçleri sonucunda yüksek miktarda bitkisel yan ürün ve atık ortaya çıkmaktadır. Sap, çiçek posası ve distilasyon sonrası biyokütle olarak tanımlanan bu atıklar, çoğunlukla düşük katma değerli şekilde bertaraf edilmekte ya da tarla koşullarında bırakılmaktadır.

Bu bölümde, Isparta genelinde lavanta üretimi ve işleme faaliyetleri sonucunda yıllık bazda oluşan lavanta atık miktarları (ton/yıl) incelenmekte; söz konusu biyokütlenin biyogaz, kompost, toprak iyileştirici, yakıt peleti ve kozmetik yan ürünlere dönüştürülme potansiyeli değerlendirilmektedir. Böylece lavanta atıkları, yalnızca tarımsal artık değil, döngüsel ekonomi perspektifinde bölgesel katma değer yaratabilecek bir kaynak olarak ele alınmaktadır.

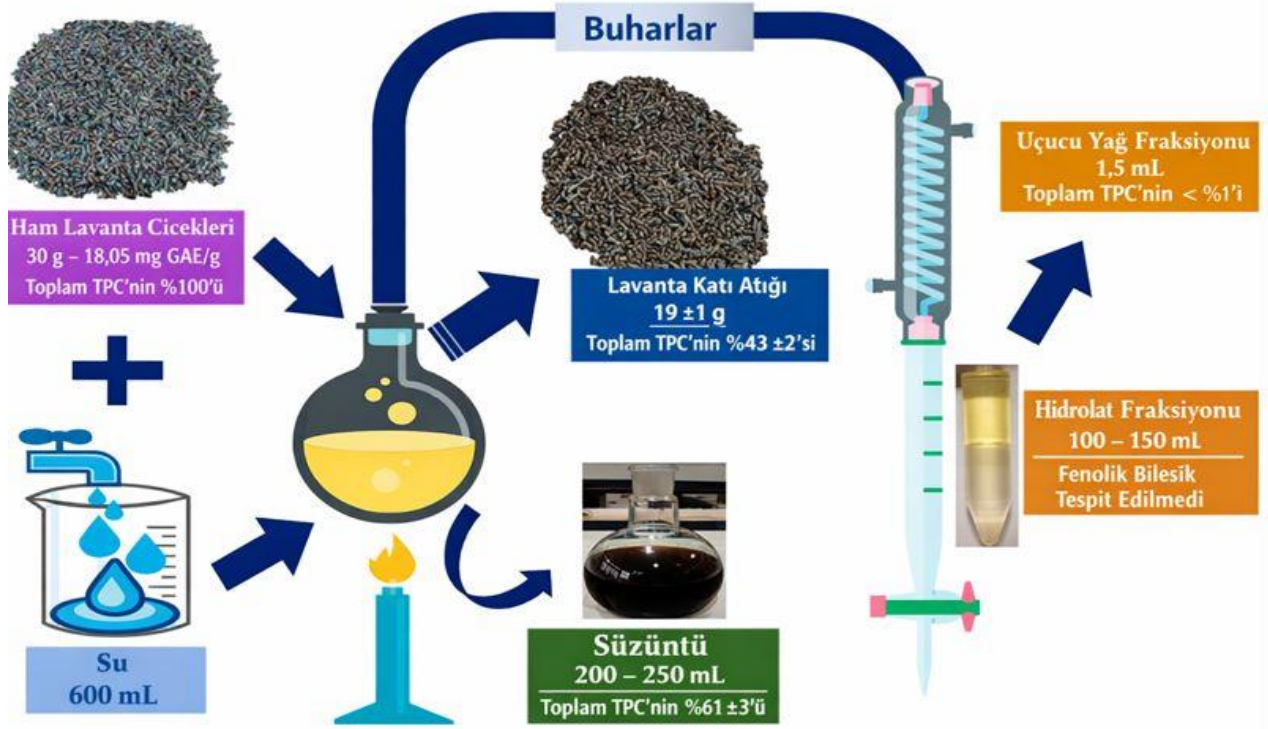
Lavanta Çiçeklerinden Su Buharı Damıtımı Yoluyla (Hidrodistilasyon) Uçucu Yağ ve Yan Ürünlerin Elde Edilmesi

Bu çalışmada, **ham lavanta çiçekleri** su ile birlikte hidrodistilasyon sistemine alınarak uçucu bileşenlerin geri kazanımı gerçekleştirilmiştir. Isıtma ile oluşan buharlar yoğunlaştırıcıdan geçirilerek iki ana fraksiyona ayrılmıştır: **uçucu yağ fraksiyonu** ve **hidrolat (çiçek suyu) fraksiyonu**.

Süreç sonunda, uçucu yağ kısmı lavantanın karakteristik aromatik bileşenlerini içermekte olup **kozmetik, ilaç, gıda ve aromaterapi uygulamalarında** kullanılabilir. Hidrolat fraksiyonu ise daha hafif aromatik yapısıyla **kişisel bakım ve temizlik ürünlerinde** değerlendirilme potansiyeline sahiptir.

Ayrıca distilasyon sonrası oluşan **lavanta katı atığı ve süzüntü fazı**, içerdiği fenolik bileşikler nedeniyle farklı endüstriyel uygulamalar veya biyokütle değerlendirme süreçleri için uygun bir yan ürün niteliğindedir. Böylece lavanta yalnızca yağ üretimiyle sınırlı kalmayıp, **çok yönlü katma değer sağlayan bir hammadde** olarak ele alınmaktadır.

Şema: Lavanta Çiçeklerinden Hidrodistilasyon Yoluyla Uçucu Yağ ve Yan Ürünlerin Elde Edilme Evreleri



Isparta, özellikle Keçiborlu Kuyucak Köyü'nde lavanta üretimiyle bilinir; yıllık üretim 5.000-10.000 ton civarındadır (turizm odaklı). Lavanta atıkları (sap, posa, yaprak) kompostlama veya geri dönüşümle değerlendirilir.

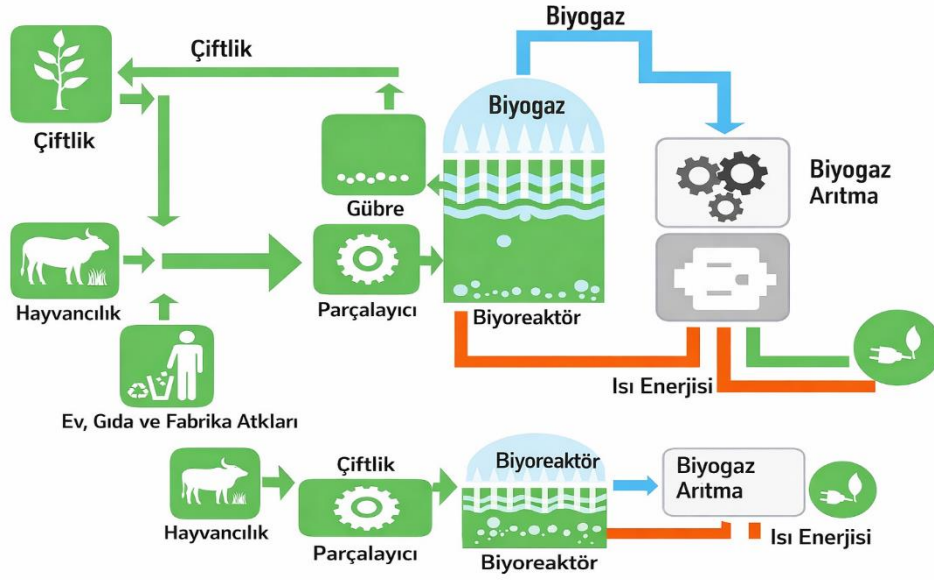
Yöntemler: Atıklar doğal gübreye dönüştürülür, lif tozu tekstil sektöründe (polipropilen iplik katkı) kullanılır veya ekoturizmde ziyaretçilere atık yönetimi eğitimi verilir. Sürdürülebilirlik açısından, damla sulama ile atık minimizasyonu sağlanır. Geri dönüşüm oranı %15-25; atıklar biyogaz veya çevre dostu ürünlere (sabun, yağ) entegre edilebilir. Isparta Belediyesi sıfır atık projelerinde lavanta atıklarını pilot uygulamalarda dahil etmekte.

Organik Atıklardan Biyogaz ve Enerji Üretim Süreci

Bu sistemde çiftlik, hayvancılık ve ev/gıda kaynaklı organik atıklar toplanarak parçalama ve ön işleme tabi tutulur. Hazırlanan hammadde biyoreaktöre alınır ve burada anaerobik sindirim ile biyogaz üretilir. Üretilen biyogaz arıtma ünitesinden geçirilerek elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülür.

Süreç sonunda elde edilen fermente gübre, tekrar tarımsal alanlarda kullanılmak üzere çiftliğe geri kazandırılır. Böylece atıklar bertaraf edilmeden, enerji üretimi ve tarımsal geri dönüşüm sağlayan dögüsel bir sistem oluşturulur.

Şema: Organik Atıklardan Biyogaz ve Enerji Üretim Süreci Şeması



Bu gazın yakılmasıyla iki tür enerji elde edilir:

- **Elektrik Enerjisi:** Jeneratörler vasıtasıyla şebekeye verilir.

Isı Enerjisi: Tesisin kendi ısınmasında veya çevredeki seraların ısıtılmasında (Isparta'daki gül seraları için müthiş bir fırsat!) kullanılır.

Isparta özelinde Hurda Atıklarının Geri Kazanım Ekonomisindeki Yeri

Hurda atıklar, yalnızca bertaraf edilmesi gereken çevresel yükler değil, aynı zamanda geri kazanım ekonomisinin temel hammaddeleridir. Isparta özelinde değerlendirildiğinde; bahçelerde dökülen veya soğuk hava depolarında fire veren meyveler, meyve suyu üretiminden çıkan posalar, belediye kaynaklı kentsel gıda atıkları ve gül yağı üretiminden kalan fabrikasyon artıklar önemli bir biyokütle potansiyeli oluşturmaktadır. **Bu atıkların biyogaz, kompost, hayvan yemi ve organik gübre** gibi alanlarda değerlendirilmesi hem çevresel sürdürülebilirliği güçlendirmekte hem de yerel ekonomiye katma değer kazandırmaktadır. Aşağıdaki tabloda Isparta'da hurda nitelikli organik atıkların yıllara göre gelişimi ve geri kazanım ekonomisi içindeki büyüyen hacmi gösterilmektedir.

Tablo: Hurda Atıklarının Geri Kazanım Ekonomisindeki Yeri (Ton/Yıl)

Atık Kategorisi	2021	2022	2023	2024	2025 (Tahmini)
Hurda Atıklar (Bahçe ve Depo Firesi)	320.000	335.000	350.000	365.000	385.000
Meyve Suyu Fabrika Atıkları	180.000	195.000	210.000	220.000	235.000
Belediye Kaynaklı Kentsel Gıda Atığı	145.000	148.000	152.000	155.000	158.000
Gül Yağı Fabrika Posası	28.000	30.000	32.000	31.000	33.000
TOPLAM	673.000	708.000	744.000	771.000	811.000

Kaynaklar: Isparta İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtları. Soğuk hava deposu işletme verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı sektör raporları. Meyve suyu fabrikaları atık yönetim kayıtları. Belediye çevre durum raporları. TÜİK atık istatistikleri. SDÜ akademik araştırmaları ve gül yağı sektörü çalışmaları.

Hurda Atıklarının Geri Kazanım Ekonomisindeki Yeri: 4. Alt Bölge (Hurda Meyve Atıkları- Bahçe ve Depo Firesi ve Meyve Suyu Fabrika Atıkları) Gelendost Örneği

Gelendost ve Eğirdir ilçelerinde yoğunlaşan elma üretimi ve buna bağlı sanayi faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan **meyve suyu fabrikası atıkları** ile **bahçe ve depo firesi kaynaklı hurda atıklar**, bölge için önemli bir geri kazanım potansiyeli oluşturmaktadır. Bu çalışma, söz konusu atıkların bertaraf edilmesi yerine ekonomik değere dönüştürülmesini hedefleyen **geri kazanım ekonomisi yaklaşımı** çerçevesinde ele alınmasını amaçlamaktadır.

Aşağıdaki tabloda yer alan **2024 yılı verileri** esas alınarak Eğirdir ve Gelendost'taki hurda atıkları geri kazanım ekonomisi kapsamında değerlendirilmiş; bu doğrultuda **Gelendost'ta kurulması planlanan kompost, biyogaz ve yem katkısı üretim tesisleri** için yatırım senaryoları geliştirilmiştir. Analiz sürecinde **4. Alt Bölge yatırım teşvikleri** ile **IPARD destekleri** dikkate alınarak tesislerin teknik kapasitesi, mali yapısı ve bölgesel katma değer potansiyeli ortaya konulmuştur.

Tablo: Eğirdir ve Gelendost Organik Atık Potansiyeli (2024 Ton/Yıl varsayımından hareketle)

Atık Kategorisi	2024 Ton/Yıl
Hurda Atıklar (Bahçe ve Depo Firesi)	365.000
Meyve Suyu Fabrika Atıkları	220.000

Hurda Atıklar (Bahçe ve Depo Firesi) ve Meyve Suyu Fabrika Atıkları Birlikte değerlendirilerek Ön kabul: **Yatırım Senaryoları** 2024 yılı hammadde potansiyeli =**Hurda atık 365.000 ton + Fabrika atığı 220.000 ton = 585.000 ton/yıl**

2024 bazlı atık potansiyeli, Gelendost özelinde **yeşil enerji dönüşümü, bölgesel teşvikler (4. Alt Bölge)** ve **IPARD kırsal kalkınma destekleri** ile birlikte ele alındığında, proje artık sadece bir üretim yatırımı değil, **stratejik bir dönüşüm projesi** haline gelebilir.

Yukarıdaki Atık Verileriyle IPARD Hibesi ve 4. Alt Bölge Teşvikleri Dahil Gelendost Geri Kazanım Tesisleri Yatırım Maliyeti Dağılımı:

Aşağıdaki tabloda, Gelendost'ta kurulması planlanan ve **brüt yatırım tutarı 400 milyon TL** olarak öngörülen kompost, biyogaz ve yem katkısı üretim tesislerine ait tahmini yatırım maliyetleri yer almaktadır. Bölgesel teşvikler sonrasında **net yatırım tutarı 280 milyon TL'ye** düşmektedir.

4.Alt Bölge teşvikleri ve IPARD hibeleri dikkate alındığında, IPARD kapsamında sağlanacak **%50 oranındaki hibe** ile yatırımcı tarafından karşılanacak sermaye ihtiyacı **140 milyon TL seviyesine** inmektedir. Bu finansman yapısı, projelerin finansal erişilebilirliğini artırmakta ve yatırım riskini önemli ölçüde azaltmaktadır.

Tablo: Gelendost Geri Kazanım Tesisleri – Yatırım Maliyeti ve Teşvik Dağılımı

Üretim Türü	Brüt Yatırım (TL)	4. Bölge Teşvik İndirimi (%30)	Teşvik Sonrası Tutar (TL)	IPARD Hibesi (%50)	Yatırımcı Sermayesi (TL)
Kompost	85.000.000	-25.500.000	59.500.000	-29.750.000	29.750.000
Biyogaz	220.000.000	-66.000.000	154.000.000	-77.000.000	77.000.000
Yem Katkısı	95.000.000	-28.500.000	66.500.000	-33.250.000	33.250.000
TOPLAM	400.000.000	-120.000.000	280.000.000	-140.000.000	140.000.000

Yorum – Finansal Etki

Bu yapı sayesinde;400 milyon TL'lik yatırım, önce teşviklerle **280 milyon TL'ye**, ardından IPARD hibesiyle **140 milyon TL sermaye ihtiyacına** inmektedir. Yani yatırım maliyetinin **%65'i kamu destekleriyle karşılanmaktadır**. Bu da Gelendost projelerini banka ve yatırımcı açısından oldukça cazip hale getirir.

Not: Gelendost için Tablodaki 4. Alt bölge ve IPARD destek Avantajları

Destek Unsuru	Oran / Süre
Yatırıma Katkı Oranı	%30 (yatırıma katkı üzerinden))
KDV ve Gümrük Vergisi Muafiyeti	Mevcut tam muafiyet)
Vergi İndirimi (Gelir / Kurumlar Vergisi)	%70 oranında katkı (belli sektörlerde)
SGK İşveren Hissesi Desteği	5–6 yıl (bölgesel düzeye göre)
Faiz / Kâr Payı Desteği Program	TL kredilerde belirli puan desteği
4. Alt Bölge Yatırım Teşvikleri	Tipik Hibe / Destek
IPARD Hibesi	%30 yatırıma katkı + KDV/Gümrük muafiyetleri + SGK, vergi indirimleri.
	%50 – %65 (bazı projelerde %60+ seviyeler de mümkün)

Gelendost 585.000 Ton/Yıl Organik Atık varsayımından hareketle Yeşil Enerji Üretim Senaryosu (2024 verileriyle)

Tablo: Gelendost Biyogaz Tesisi – Teknik, Enerji, Gelir, Karbon ve Yatırım Özeti

Kategori	Kalem	Değer	Açıklama
Teknik Varsayımlar	Toplam Hammadde	585.000 ton / yıl	Organik tarım + meyve suyu atıkları
	Biyogaz Verimi	110 Nm³ / ton	Ortalama üretim katsayısı
	Elektrik Dönüşümü	2,1 kWh / Nm³	Biyogazdan elektrik karşılığı
	Çalışma Süresi	8.000 saat / yıl	Kapasite kullanım varsayımı
Enerji Üretimi	Elektrik Satış Fiyatı	2,8 TL / kWh	YEKA / YEKDEM varsayımı
	Toplam Biyogaz Yıllık Elektrik Üretimi	64.350.000 Nm³ / yıl 135.135.000 kWh (135 GWh)	585.000 × 110 Biyogaz → elektrik dönüşümü
	Sürekli Güç Karşılığı	≈ 16,9 MW	135.135.000 / 8.000
	Hane Karşılığı	≈ 50.000 konut	Ortalama tüketim eşdeğeri
Gelir Senaryosu	Yıllık Elektrik Üretimi	135.135.000 kWh	Net üretim
	Birim Satış Fiyatı	2,8 TL / kWh	Referans piyasa değeri

Kategori	Kalem	Değer	Açıklama
	Yıllık Enerji Geliri	378.378.000 TL	Elektrik satış geliri
Karbon Etkisi	Şebeke Emisyon Faktörü	0,42 ton CO₂ / MWh	Türkiye ortalaması
	Üretilen Enerji	135.135 MWh	Yıllık üretim
	Önlenen CO₂ Salımı	≈ 56.750 ton / yıl	Karbon azaltımı
	Araç Eşdeğeri	≈ 25.000 araç / yıl	Trafikten çekilmiş etkisi
Yatırım Ölçeği	Kurulu Güç	16,9 MW	Hesaplanan kapasite
	Birim Yatırım	28.000.000 TL / MW	Ortalama biyogaz yatırım bedeli
	Toplam Brüt Yatırım	≈ 473.000.000 TL	Teşvik ve IPARD hariç

6. Senaryo Yorumu

585.000 ton/yıl organik atık potansiyeline dayalı olarak Gelendost'ta kurulacak biyogaz temelli yeşil enerji tesisi, yaklaşık 17 MW kurulu güç ve yıllık 135 GWh elektrik üretimi sağlayabilmektedir. Bu üretim, bölgenin enerji arz güvenliğini güçlendirirken fosil yakıt kullanımını azaltmakta ve yılda yaklaşık 56 bin ton CO₂ salımını önlemektedir. YEKDEM, 4. Alt Bölge teşvikleri ve IPARD hibeleri ile desteklendiğinde yatırımın geri dönüş süresi önemli ölçüde kısalmakta ve Gelendost'un yenilenebilir enerji merkezi olma potansiyeli güçlenmektedir.

Gelendost Örneğinde Biyogaz Tesisi – 4.Bölge Teşvik ve Hibe Sonrası Yatırım Analizi

Tablo: Gelendost Biyogaz Tesisi – Teşvikler Sonrası Yatırım Maliyeti ve Kamu Desteği

Aşama	Hesap Kalemi	Oran	Tutar (TL)	Açıklama
1	Brüt Yatırım	—	473.000.000	Teşviksiz toplam kurulum bedeli
2	4. Bölge Teşvik İndirimi	%30	141.900.000	KDV, vergi, SGK ve faiz destekleri etkisi
	Teşvik Sonrası Net Yatırım	—	331.100.000	Fiili yatırım maliyeti
3	IPARD Hibesi	%50	165.550.000	Net yatırım üzerinden hibe
	Yatırımcı Sermayesi	—	165.550.000	Yatırımcının karşılayacağı tutar
4	Toplam Kamu Desteği	—	307.450.000	Teşvik + hibe toplamı
5	Destek Oranı	—	%65,0	Kamu katkısının yatırım içindeki payı
6	Finansal Kaldıraç Etkisi	—	≈ 2,9 kat	Sermaye etkinliği

Özet Yorum

Bu analiz göstermektedir ki Gelendost'ta planlanan biyogaz yatırımı, teşvik ve hibe mekanizmaları sayesinde klasik bir enerji yatırımı olmaktan çıkıp **yüksek kamu destekli stratejik bir çevre ve enerji projesine** dönüşmektedir.

473 milyon TL düzeyindeki brüt yatırım;4.Bölge teşvikleriyle **331 milyon TL'ye**, IPARD hibesiyle **165,5 milyon TL gerçek sermaye ihtiyacına** inmektedir. Böylece toplam yatırımın **%65'i kamu kaynaklarıyla karşılanmakta**, yatırımcı yalnızca **%35'lik kısmı üstlenmektedir**.

2. Isparta Belediye kentsel Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Verileri (2021-2025)

Isparta'da oluşan kentsel atıkların yaklaşık %45-50'sini biyobozunur organik atıklar (gıda, park ve bahçe atıkları vb.) oluşturmaktadır. Son beş yılda bu atıkların kaynağında ayrıştırılması ve geri kazanımına yönelik uygulamalarda belirgin bir ivme yakalanmıştır. Isparta Belediyesi ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü verilerine göre, 2021-2025 döneminde organik atıkların doğrudan bertarafa gitmesi yerine geri kazanıma yönlendirilmesine yönelik kapasite ve farkındalık artışı sağlanmıştır.

Tablo 1: Belediye Atıkları ve Sıfır Atık Göstergeleri (2021–2025)

Yıl	Toplanan Belediye Atığı (Ton/Yıl)	Geri Kazanılan Organik Atık (Ton)	Sıfır Atık Belgesi Alan Kurum Sayısı
2021	~145.000	~2.500	450+
2022	~148.000	~3.800	620+
2023	~152.000	~5.500	800+
2024	~155.000	~7.200	1.050+
2025*	~158.000*	~9.000*	1.200+*

Kaynakça:2021–2022: TÜİK Çevre İstatistikleri ve Isparta Belediyesi resmi verileri.**2023:** ITSO raporları ve Isparta Belediyesi kayıtları.**2024:** Isparta Belediyesi Faaliyet Raporu tahmini değerleri.**2025:** Sıfır Atık hedefleri doğrultusunda nüfus ve atık artış projeksiyonu

Not: 2024-2025 verileri henüz yılın başında olduğumuz için projeksiyon bazlıdır.

Isparta Belediye kentsel Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Verileri Tablosu Esas Alınarak: Biyogaz (Biyometanizasyon) Enerji Tesis örneği

200.000 Ton/Yıl Kapasiteli Kentsel Atık Varsayımından Hareketle Biyogaz (Biyometanizasyon) Enerji Tesis Teknik İncelemesi

Bu hesaplamada hammadde kompozisyonu; belediye gıda atığı, meyve suyu posası ve gül yağı fabrikası atıklarının ortalaması baz alınarak yapılmıştır.

1. Teknik Verim ve Çıktı Tablosu

Üretim Kalemi	Hesaplama Parametresi	Yıllık Toplam Çıktı
Biyogaz Üretimi	≈ 100 m ³ / ton atık	20.000.000 m ³ /yıl
Metan Gazı (CH ₄)	%55 saflık oranı	11.000.000 m ³ /yıl
Elektrik Enerjisi	1 m ³ biyogaz ≈ 2 kWh	40.000.000 kWh/yıl
Organik Gübre	Atık kütlesinin ≈ %40'ı	80.000 ton/yıl
Termal Enerji (Isı)	Motor soğutma + egzoz geri kazanımı	30.000 MWh _t /yıl

2. Yatırım Teşvikleri ve Yan Ürün Avantajları (3. Bölge ve Öncelikli Yatırım)

Isparta 3. Bölge'de yer almasına rağmen, çevre korumaya yönelik bu tür atık geri kazanım tesisleri "Öncelikli Yatırım" kapsamında bir alt bölge desteği (4. veya 5. Bölge) alabilmektedir.

Tablo:200.000 Ton Kapasiteli Anaerobik Çürütme Tesisi İçin Teşvik ve Yan Fayda Tablosu

Teşvik Kalemi	Tesis İçin Uygulama
KDV ve Gümrük Muafiyeti	Makine ve ekipman alımlarında %0 KDV ve gümrük vergisi avantajı.
Vergi İndirimi	Yatırıma katkı oranına bağlı olarak %30–40 kurumlar vergisi indirimi.
SGK İşveren Hissesi	Personel için 6–7 yıl süreyle prim desteği sağlanması.
Yan Ürün: Organik Gübre	Isparta tarımı için yıllık \approx 80.000 ton yerel gübre üretim potansiyeli.
Yan Ürün: Atık Isı	Tesis bitişğinde 20–30 dönüm sera alanı için ısıtma kapasitesi.

Kaynakça: TÜİK ve Çevre Bakanlığı, Bölgesel Atık ve Gelir Dağılımı Verileri (2024). BDDK ve Teşvik Mevzuatı, Bölgesel Yatırım Verileri (2022). İstihdam ve SGK Teşvik Verileri, Isparta İşgücü Analizi (2022).

3. Finansal ve Çevresel Katkı Özeti

Enerji Geliri: Üretilen 40 milyon kWh elektrik, yaklaşık 15.000-20.000 hanenin yıllık ihtiyacını karşılayabilir ve YEKDEM kapsamında devlet alım garantisi ile nakit akışı sağlar.

Emisyon Azaltımı: Yıllık 200.000 ton atığın doğaya kontrolsüz salınımı yerine tesiste işlenmesi, binlerce ton \$CO_2\$ eşdeğeri metan gazının atmosfere karışmasını engeller.

Koçtepe Entegrasyonu: Bu tesis Koçtepe sahasına kurulduğunda, mevcut LFG hattı ile birleştirilerek hibrit bir enerji santraline dönüştürülebilir.

Türkiye’de Belediyeler Tarafından Uygulanan Biyogaz ve Atıktan Enerji Üretimi

Belediye	Uygulama / Tesis	Kaynak ve Üretim Özeti
Kayseri Büyükşehir Belediyesi (KASKİ)	Atık su çamurundan biyogaz ve elektrik üretimi	Kayseri İleri Biyolojik Atık su Arıtma Tesisi ’nde birincil çamurun çürütülmesiyle biyogaz elde edilerek elektrik üretilmektedir. 2024’te biyogazdan elde edilen elektrik ekonomik değeri \sim 21 milyon TL’ye ulaşmıştır.
Antalya Büyükşehir Belediyesi	Biyokütle ve atık değerlendirme projeleri	Entegre atık değerlendirme tesislerinde evsel katı atıkların organik bileşenlerinin biyokütle ve biyogaz teknolojileriyle bertaraf edilerek enerji üretimine dönüştürülmesi planlanmaktadır.
Gaziantep Büyükşehir Belediyesi	Biyogaz üretim tesisi	Oğuzeli ilçesinde hayvansal ve organik atıklardan biyogaz üretimi yapılarak elektrik ve organik gübre üretimi gerçekleştirilmekte; tesis yaklaşık 1 MW kapasitede elektrik sağlayabilmektedir.
İSTAÇ (İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştiraki)	Biyometanizasyon Tesisi	Marmara Bölgesi’ndeki organik atıkların biyometanizasyonu ile biyogaz üretimi yapılmakta; bu süreçte elektrik enerjisi üretilmekte ve kompost gibi yan ürünler elde edilmektedir.

Belediye	Uygulama / Tesis	Kaynak ve Üretim Özeti
Bursa Büyükşehir Belediyesi	İnegöl Entegre Katı Atık Tesisi	Evsel atıkların ayrıştırılmasıyla organik kısmı biyogaz tesisine verilerek elektrik üretimi sağlanmakta, yılda saatte yaklaşık 2 MW'a kadar üretim yapılmaktadır.
Tokat Belediyesi	Atıksu tesisinde biyogaz kullanımı	Atık su arıtma tesisinde biyogaz depolama ve üretim sistemleri aktif hale getirilmiş, elektrik giderlerinde tasarruf ve enerji kazanımı sağlanmaktadır.

Kaynak:

Genel Değerlendirme

Belediyeler genellikle **atık su arıtma çamuru, evsel organik atıklar** veya **hayvansal / tarımsal atıklar** gibi kaynaklardan biyogaz üretimi yaparak elektrik enerjisine dönüştürme uygulamaları yürütmektedir.

Bu uygulamalar, hem belediyelerin enerji maliyetlerini düşürmelerine hem de çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamalarına yardımcı olmaktadır.

Bazı büyükşehir belediyelerinde entegre *bioenerji projeleri*, organik atık yönetimi ile birlikte enerji üretimini de kapsamaktadır.

KAYNAKÇA

1. Isparta Belediyesi Strateji Geliştirme Müdürlüğü. (2021–2024). *Atık karakterizasyonu analizi ve faaliyet raporları*. Isparta.
2. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. *Entegre Çevre Bilgi Sistemi (EÇBS) ve Sıfır Atık İstatistikleri*.
3. Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (BAKA). *Bölgesel biyokütle enerji potansiyeli ve yatırım haritası*.
4. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). *Belediye atık istatistikleri ve tarımsal üretim verileri*.
5. Isparta Katı Atık Yönetimi Birliği (ISKAB). *Deponi gazı elektrik üretim verileri*.
6. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). *Isparta İli Çevre Durum Raporu*.
7. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). *Isparta İli Çevre Durum Raporu*.
8. Isparta Belediyesi. (2025). *2025–2029 Stratejik Planı*.
9. Çerçioğlu, M. (2019). Sürdürülebilir atık yönetiminde sera atıklarının kompost olarak değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*.
10. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. *Gıda atıklarını atmayın, kompost yapın rehberi*.
11. Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ). *Gül posası ve lavanta üretimi üzerine akademik çalışmalar*.
12. DergiPark. *Elma işleme atıklarının özellikleri ve bertaraf yöntemleri*.
13. GİDAMO. *Türkiye’de meyve suyu sektörü raporu*.
14. Isparta İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. *Gül, lavanta ve meyve üretim istatistikleri*.
15. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. *Biyokütle ve YEKDEM uygulamaları*.
16. TÜBİTAK ve Akademik Yayınlar. *Biyogaz, kompost ve döngüsel ekonomi çalışmaları*.
17. IPARD Program Dokümanları. *Kırsal kalkınma ve tarımsal atık destekleri*.
18. Isparta Valiliği. *Çevre ve tarım sektörü raporları*.
19. ITSÖ (Isparta Ticaret ve Sanayi Odası). *Tarım ve gıda sanayi raporları*.
20. Resmî Web Kaynakları: