



# COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

## Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

### AKILLI ATIK AYRIŞTIRMA UYGULAMASI

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

# AKILLI ATIK AYRIŞTIRMA UYGULAMASI REHBERLİK KILAVUZU

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Akıllı Atık Ayırıştırma Uygulaması” yapmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

## 1. Uygulamanın Tanımı

Akıllı şehir uygulamaları kapsamında hazırlanan bu proje herhangi bir bölge için o bölgede yaşayan sakinlerin ürettiği atıkların, bu iş için yetkilendirilmiş bir kurum tarafından toplandıktan sonra geri dönüşüme hazır hale gelmesi için ambalaj atıklarının ayrıştırılması eylemlerini kapsar. Ambalaj atıklarının geri dönüşüm için hazırlanmasını sağlayacak bu tesisin tasarlanması, tesiste kullanılacak ekipmanların imalatı, kurulumu, devreye alınması ve işletilmesi bu projenin aşamaları olarak sıralanmaktadır. Projenin bahsedilen aşamaları için ön görülen süre 1,5 yıl ve sonraki faz olan projenin ticari ömrü için gerekli bakım işletmeleri 20 yıl olarak kararlaştırılmıştır. Projenin uygulanacağı tesisin inşaatı planlanan bu sürelerden hariç tutulmaktadır.

### 1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Akıllı Atık Ayırıştırma Uygulaması projesinin hazırlık aşamasında ilk olarak projenin adı belirlenir.
- Proje adı belli olduktan sonra projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenerek projenin ne kadar sürede biteceği planlanır.
- Proje uygulamaya alınmadan önce projenin tanıtıcı özeti olan Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişi hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Akıllı Atık Ayırıştırma Uygulaması Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi

Proje Süresi	Proje süresi kurulum yapılacak alana ve tesisin kapasitesine bağı olarak belirlenir. Bu proje için örnek vakada tesisin inşaatı hariç projenin ilk fazı için 1,5 yıl, sonrasında bakım işletmeleri için 20 yıllık bir zaman dilimi planlanmıştır.
Akıllı Şehir Proje Fişi, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup dokuman <a href="http://www.akillisehirler.gov.tr">www.akillisehirler.gov.tr</a> adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.	

## 1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Akıllı Atık Ayrıştırma Uygulaması Projesinin teknik bileşenleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- **Mobil Uygulama:** Atık ayrıştırma işlemini gerçekleştirmek için kullanıcı arabirimi sağlayan bir mobil uygulama. Bu uygulama, kullanıcıların atıklarını doğru bir şekilde ayrıştırmasına yardımcı olacak bilgiler sunmalıdır. Ayrıca kullanıcıların atıkları kaydetmelerine, geri dönüşüm tesisleriyle iletişim kurmalarına ve ödüller kazanmalarına olanak sağlamalıdır.
- **Veritabanı:** Atık ayrıştırma süreciyle ilgili verilerin depolandığı bir veritabanı oluşturularak, kullanıcıların kaydettikleri atık türleri, geri dönüşüm tesisleri ve toplama noktaları gibi bilgileri içermelidir. Ayrıca kullanıcıların puanlarını ve ödüllerini takip etmek için kullanılabilir.
- **Yapay Zekâ (YZ) ve Makine Öğrenimi (MO) Algoritmaları:** Atıkların doğru şekilde ayrıştırılabilmesi için yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmaları kullanılabilir. Bu algoritmalar, kullanıcıların atıklarını fotoğraflayarak veya girdi olarak etiketleyebilir, atık türünü tanımlayabilir ve doğru geri dönüşüm yöntemini önerir. Bu algoritmalar, kullanıcı deneyimini geliştirmek ve ayrıştırma doğruluğunu artırmak için sürekli olarak güncellenebilir.
- **Kullanıcı Geri Bildirim Sistemi:** Kullanıcılara geri dönüşüm sürecinde geribildirim sağlamak için kurulan bir sistemdir. Kullanıcılar, atıklarını doğru bir şekilde ayrıştırıp ayrıştırmadıklarını, puanlarını ve ödüllerini takip edebilmelidirler. Ayrıca, atıklarını doğru bir şekilde ayrıştırmaları durumunda teşvikler ve ödüller sunulmalıdır.
- **Geri Dönüşüm Tesisleri ve Toplama Noktaları Veritabanı:** Kullanıcılara yakınlarındaki geri dönüşüm tesisleri ve atık toplama noktalarının bilgilerini sağlayan bir veritabanı oluşturularak, kullanıcılara en yakın geri dönüşüm tesislerini ve toplama noktalarını bulmalarına yardımcı olmalıdır.
- **Kullanıcı Profili ve Puanlama Sistemi:** Kullanıcıların kaydolabileceği ve profil oluşturabileceği bir sistemdir. Bu sistem, kullanıcıların atık ayrıştırma performansını izleyebilmek ve puanlamak için kullanılabilir. Kullanıcılar daha fazla doğru ayrıştırma yaparak puanlarını ve seviyelerini artırırlar.

- **IoT (Nesnelerin İnterneti) Kullanımı):** Nesnelerin İnterneti, atık kutuları, toplama araçları ve diğer atık yönetimi unsurları arasında gerçek zamanlı iletişimi destekleyerek daha hızlı ve verimli bir atık yönetimi sağlar. Atık konteynerlerinin, akıllı sensörler aracılığıyla internete bağlı olmasıyla gerçek zamanlı bilgiler sağlanır.

Bu bileşenler, bir akıllı atık ayrıştırma uygulaması projesinde kullanılabilecek temel teknik bileşenlerdir. Proje ihtiyaçlarına bağlı olarak başka bileşenler de eklenebilir.

### 1.3. Proje Girdileri

Akıllı Atık Ayrıştırma Uygulaması için proje girdileri şunlardır:

- Kaynakta ayrı toplanmış karışık ambalaj atığı ve cam gibi tesis hammaddeleri,
- Kaynakta ayrı toplanmış karışık ambalaj atığının işleneceği tesis için gerekli mekanik üst yapı yatırımı,
- Bahsi geçen tesisin işletilmesi için gerekli personel ve bu personelin idaresi için gerekli idari personel,
- Personelin tesisi işletmesi için gerekli alet, edevat ve mobil iş araçları

### 1.4. Beklenen Çıktılar

Akıllı Atık Ayrıştırma Uygulaması projesi kapsamında beklenen çıktılar geri dönüştürülen atıkları kapsamaktadır. Bu atıklar aşağıda listelenecek plastik türleri, kâğıt, karton, demir tabanlı metaller ve demir tabanlı olmayan metallerdir:

- PET (Polietilen tereftalat),
- HDPE (Yüksek yoğunluklu polietilen),
- PP (Polipropilen),
- PS (Polistren),
- PVC (Polivinil klorür),
- LDPE film (Alçak yoğunluklu polietilen film),
- Kâğıt,
- Karton,
- Demir tabanlı metaller,
- Demir tabanlı olmayan metaller.

### 1.5. Projenin performans göstergeleri

Akıllı Atık Ayrıştırma Uygulaması projesinin performans göstergelerinin amacı, proje performansının izlenmesi, analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için bir çerçeve sağlamaktır. Bu göstergeler, proje yöneticilerine, yüklenicilere ve diğer ilgili taraflara projenin ilerlemesi hakkında net bir görünüm sağlamaktadır. Bu performans göstergeleri sayesinde, projenin başarısını ölçmek ve gerekli düzeltici önlemleri almak için gereken veriler elde edilmektedir.

Akıllı Atık Ayrıştırma Uygulaması projesinin performans göstergeleri şunlardır:

- **Atık Ayrıştırma Doğruluğu:** Uygulamanın atıkları doğru bir şekilde ayrıştırabilme yeteneği kullanıcıların atıklarını doğru bir şekilde tanımlayabilme oranı üzerinden ölçülebilir. Yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmalarının doğruluk oranı bu göstergenin belirlenmesinde önemli bir faktördür.
- **Kullanıcı Katılımı:** Kullanıcıların uygulamaya ne sıklıkla girdiği, atıklarını kaydettiği, geri dönüşüm tesisleriyle iletişime geçtiği gibi faktörleri kapsamaktadır. Kullanıcı katılımı, uygulamanın etkinliğini ve kabul edilme düzeyini göstermektedir.
- **Geri Dönüşüm Oranı:** Uygulamanın kullanıcıların atıklarını doğru bir şekilde ayrıştırması sonucunda elde edilen geri dönüşüm oranı kullanıcıların atıklarını geri dönüşüm sürecine yönlendirebilme ve geri dönüşüm oranını artırabilme yeteneğini ölçmektedir. Artan geri dönüşüm oranı, uygulamanın çevresel etkisini göstermektedir.
- **Kullanıcı Geri Bildirimleri:** Kullanıcılar, uygulamanın kullanıcı dostu arayüzü, doğruluk düzeyi, veritabanı güncelliği gibi konularda geri bildirimde bulunabilirler. Bu geri bildirimler, uygulamanın iyileştirilmesi ve kullanıcı deneyiminin artırılması için kullanılmaktadır.
- **Puanlama ve Ödüller:** Kullanıcıların atık ayrıştırma sürecinde kazandıkları puanlar ve ödüller kullanıcıların motivasyonunu artırmak ve doğru ayrıştırmaya teşvik etmek amacıyla kullanılabilir. Kullanıcıların elde ettikleri puanlar ve ödüller uygulamanın kullanıcılar üzerindeki etkisini ölçmek için kullanılabilir.
- **Uygulama Performansı:** Uygulamanın hızı, kullanıcı arayüzünün yanıt verme süresi, veritabanı erişimi gibi faktörlerin değerlendirilmesi kullanıcılara, hızlı ve sorunsuz bir deneyim yaşatmak açısından önemlidir.

Bu performans göstergeleri, uygulamanın başarısını ve etkinliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Proje gereksinimlerine bağlı olarak farklı göstergeler de kullanılabilir veya bu göstergelerin alt kategorileri belirlenebilir.

## 2. Proje Kapsamı ve Gerekeçe

### 2.1. Proje Kapsamı

Akıllı Atık Ayrıştırma Uygulaması projesi, çevresel sürdürülebilirlik ve doğal kaynakları koruma amacıyla kullanıcıların atıklarını doğru bir şekilde ayrıştırabilmeleri için mobil bir uygulama geliştirmeyi hedefler. Bu kullanıcı dostu uygulama, kullanıcıların atıklarını kolayca fotoğraflayarak veya manuel olarak girdi vererek atık türünü tanımlar ve doğru geri dönüşüm yöntemlerini önerir. Ayrıca uygulama, kullanıcılara

yakınlarındaki geri dönüşüm tesislerini ve atık toplama noktalarının ayrıntılı bilgilerini sunarak, atıkların uygun bir şekilde yönetilmesine ve geri dönüşüm sürecine entegrasyonunu sağlar. Kullanıcıların performansını izleyerek puanlama sistemiyle ödüller kazanmalarına imkân tanır ve böylece atık ayrıştırma konusundaki bilinçlerini artırır. Bu kapsamlı uygulama, kullanıcıların çevresel etkilerini azaltmalarına yardımcı olurken aynı zamanda toplumun genel geri dönüşüm oranlarını artırma hedefini destekler.

## 2.2. Proje Gerekçesi

Akıllı Atık Ayrıştırma projesinin temel gerekçeleri, çevresel sürdürülebilirliği desteklemek, kaynak verimliliğini artırmak, bilinçlendirme ve eğitim sağlamak, teknolojik ilerlemeleri kullanmak ve toplumsal katılımı teşvik etmek için atık ayrıştırma sürecini kolaylaştırmak ve optimize etmektedir. Bu proje, kullanıcıları atıklarını doğru bir şekilde ayrıştırmaya teşvik ederek geri dönüşüm oranlarını artırmayı, doğal kaynakların korunmasını ve çevre kirliliğinin azaltılmasını hedeflemektedir.

### Amaçlar:

- Atık ayrıştırma bilincini artırmak
- Doğru atık yönetimini teşvik etmek
- Geri dönüşüm oranlarını artırmak
- Teknolojik inovasyonu kullanmak

### Hedefler:

- Kullanıcılara atıklarını doğru bir şekilde sınıflandırmak ve geri dönüşüm sürecine katkıda bulunmak konusunda farkındalık sağlayarak toplumdaki atık ayrıştırma bilincinin artırılması
- Kullanıcıların doğru ayrıştırma yapımlarıyla geri dönüştürülebilir atıkların geri kazanım oranlarının artırılması
- Atık dönüşümünü artırarak atıkların sebep olduğu çevreye olan olumsuz etkileri azaltmak
- Atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılıp geri dönüşüm sürecine dahil edilerek kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayarak, doğal kaynak tüketimini azaltmak ve enerji tasarrufunu sağlamak
- Yapay zekâ, görüntü işleme ve veri analitiği gibi teknolojik ilerlemeleri atık ayrıştırma sürecinde kullanarak daha etkin ve verimli bir uygulama sunmayı hedeflemek
- Toplumun genelinde atık yönetimi konusunda farkındalığı artırarak aktif katılımı teşvik etmek ve uzun vadede sürdürülebilir çevre bilincinin oluşmasını sağlamak

## 2.3. Mevcut Durum

### *Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti*

- Akıllı Atık Ayırıştırma uygulamalarına yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trendlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

### *Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti*

- Türkiye’deki mevcut akıllı atık ayırıştırma uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

### *Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti*

Proje sayesinde kullanıcıları atık ayırıştırma konusunda bilinçlenmeleri, aldıkları eğitimler ve bilinçlendirme faaliyetleri ile bu konularda farkındalıklarının artması, projenin önemli bir başarı göstergesidir. Bu tip projelerin sorunsuz bir biçimde işleyebilmeleri için aynı zamanda doğru çalışır bir teknik altyapıya sahip olmaları da gerekmektedir. İyi tasarlanmamış bir teknik altyapı uzun vadede karşılaşılabilecek teknik arızaları da artıracak ve projenin hem ekonomik hem de teknik olarak sürdürülebilirliğine engel olacaktır.

Projenin başarısı, yerel yönetimler, geri dönüşüm tesisleri, atık yönetimi şirketleri ve sivil toplum kuruluşları gibi ilgili paydaşlarla işbirliği yapılmasına bağlıdır. Ortaklıklar sayesinde daha fazla kaynak, bilgi ve deneyim paylaşımı sağlanarak projenin etkinliğinin artırılması potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca, projenin hedef kitleye yeterince duyurulmaması veya iletişimin etkili bir şekilde yapılmaması da başarısızlığa sebebiyet verecek etkenler arasında yer alabilir. Proje hakkında etkili pazarlama stratejileri ve iletişim kanalları kullanılarak hedef kitleye ulaşmak, önemli bir konudur.

Bu durumlar, Akıllı Atık Ayırıştırma projesinin başarısını etkileyebilecek faktörler arasındadır. Başarı için kullanıcı katılımı, teknik altyapı, işbirliği ve destek gibi faktörlere özen gösterilmesi önemlidir. Aynı şekilde, başarısızlık nedenlerine karşı da önlemler alınmalı ve sürekli iyileştirme çabaları gösterilmelidir.

### *Literatür Araştırması*

Atık yönetimi ve işlenmesi günümüz literatüründe günden güne daha çok ele alınan bir konudur. Atık depolama alanlarının sahip olduğu risklerin bölgedeki yenidoğan sağlığı, kanser, mide bulantısı ve migren gibi pek çok rahatsızlıkları tetiklemekte olduğu araştırmalarda görülmektedir. Öte yandan bu alanlar aracılığıyla çevreye salınmış olan metan ve karbondioksit gibi sera gazları hem hava kalitesini kötüleştirip çevreyi kirletmekte hem de bölgenin mevcut bitki örtüsüne zarar vermektedir. Dolayısıyla, bu alanların yönetimi ve işletilmesi hem toplum sağlığı hem de iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada önemli rol oynar [1].

Atık dönüşüm sistemlerinin hem ekolojik hem de ekonomik pek çok faydası vardır. Atıkların dönüştürülüp ekonomiye tekrar geri kazandırılması tasarrufu ve verimli kaynak tüketimini sağlar. Bu süreçlerin planlanmasında dikkat edilmesi gerekenler hem atıkların bertarafının doğru ve çevreye minimum zarar verecek şekilde tasarlanması hem de ekonomik alanda karşılaşılabilecek olumsuzlukların minimize edilmeye çalışılmasıdır [2].

Atık dönüşümünü ve işlenmesini sağlamak için gereken ilk aşama atıkların ayrıştırılmasıdır. Atıkların ayrıştırılması hem dönüştürme ve işleme işlemlerini kolaylaştıracak hem de bu maddelerden ticari fayda sağlayacak plastik üreticileri, kâğıt, karton ve oluklu üreticilerinin yararına olacaktır.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın da 2017 yılında hazırlamış olduğu Sıfır Atık El Kitabında ve üzerine çeşitli çalışmalar yürüttüğü sıfır atık konusu da atık ayrıştırma ve dönüştürme süreçleri ile direkt olarak ilişkilidir [3]. Sıfır atık politikaları kaynakların verimli tüketimini, atık üretiminin önüne geçilmesini ya da toplanıp çeşitli süreçlerde geçerek dönüştürülmesini hedeflerini kapsar. Bu temel prensiplerin atık toplama ve depolama tesisleri için de önemli olduğu göz önünde bulundurulmalıdır [2].

Tüm bunlardan özetle, projenin bağlantılı olduğu başlıca alanlar şunlardır:

- Atık yönetimi
- Geri dönüşüm ve çevre koruma
- Yapay zekâ ve makine öğrenmesi
- Görüntü işleme
- Mobil uygulama geliştirme
- Veri analitiği
- IoT (Nesnelerin İnterneti)
- Toplum katılımı
- Eğitim ve bilinçlendirme

## 2.4. İhtiyaç Analizi

### *Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi*

Akıllı Atık Ayrıştırma projesine duyulan ihtiyaç, günümüzde artan atık miktarı ve atık yönetimi sorunlarının öneminin gittikçe artmasından ve depolama sorunlarından kaynaklanmaktadır. Hızla büyüyen nüfus, artan tüketim alışkanlıkları ve endüstrileşme, atık miktarını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu durum, doğal kaynakların hızla tükenmesine, çevre kirliliğinin artmasına ve ekosistemlerin tahrip olmasına yol açmaktadır. Akıllı Atık Ayrıştırma projesi, atık yönetimi ve geri dönüşümün önemini vurgulamakta ve bu soruna etkili bir çözüm sunmaktadır. Proje, kullanıcıları



bilinçlendirmek, atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılmasını teşvik etmek ve geri dönüşüm sürecini kolaylaştırmak amacıyla geliştirilmiştir.

Bu proje, teknoloji temelli çözümlerle desteklenmektedir. Yapay zekâ, görüntü işleme ve veri analitiği gibi teknolojiler, atıkların türünü ve özelliklerini tanımlamak, doğru ayrıştırma yöntemlerini önermek ve kullanıcılara geri dönüşüm sürecinde rehberlik etmek için kullanılmaktadır. Akıllı Atık Ayrıştırma projesi, bir dizi fayda sunmaktadır. Doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamak, enerji tasarrufu elde etmek, çevre kirliliğini azaltmak, sera gazı emisyonlarını düşürmek ve ekonomik olarak değerli materyallerin geri kazanımını teşvik etmek bu faydaların bazılarıdır. Bunların yanında, projenin sosyal boyutu da önemlidir. Kullanıcıların atık ayrıştırma ve geri dönüşüm konusunda bilinçlenmeleri, çevre dostu davranışların yaygınlaşması ve toplumun sürdürülebilirlik konusunda daha duyarlı olması sağlanmaktadır.

### ***Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntıların tespiti***

- Projenin, tedarik sürecindeki aracı kurumlardan kaynaklanan fiyat değişimine etkisinin analiz edilmesi
- Akıllı Atık Ayrıştırma teknolojilerinin yaygın kullanımı için gereksinimlerin belirlenmesi
- Akıllı Atık Ayrıştırma teknolojilerinin uygulanacağı bölgelerde yaşanacak uygulama zorluklarının belirlenmesi

### ***Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti***

- **Güçlü Yönler**
  - Yapay zekâ, görüntü işleme ve veri analitiği gibi teknolojileri kullanarak atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılmasını sağlamaktadır. Teknoloji için içine katıldığında insan hatası kaynaklı hatalar azalır ve atık ayrıştırma süreci ve miktarı daha verimli hale gelir.
  - Kullanıcıları atıklarını doğru bir şekilde sınıflandırmaya teşvik etmekte ve geri dönüşüm sürecine dahil olmalarını sağlamaktadır. Bu da geri dönüşüm oranlarının artmasına ve değerli materyallerin geri kazanımının artırılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca yerinde ayrıştırma ile sürece yapılacak yatırım oranı azalabilmektedir.
  - Teknoloji ve inovasyona dayalı çözümleri benimseyerek atık ayrıştırma sürecini iyileştirmekte ve kullanıcı deneyimini geliştirmektedir.
  - Kullanıcılara doğru ayrıştırma yöntemleri, geri dönüşümün önemi ve çevresel etkiler hakkında bilgi vererek, toplumun atık ayrıştırma konusunda bilinçlenmesi ve davranışlarının değişmesini sağlamaktadır.

- Doğal kaynakların korunması, enerji tasarrufu ve çevre kirliliğinin azaltılması gibi faktörlerle çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunmaktadır.
- Atık ayrıştırma süreciyle ilgili verileri toplayıp, analiz edip, izleyerek atık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi konularında faydalar sağlamaktadır.
- **Zayıf Yönler**
  - Gelişmiş teknolojilere dayanıp, geniş çapta teknolojiye erişimi gerektirdiğinden dolayı teknolojiye erişimin sınırlı ve altyapı eksiklikleri nedeniyle projelerin uygulanmasının zor olduğu yerlerde uygulanması mümkün olmayacaktır.
  - Projenin kurulum ve başlangıç maliyetleri yüksek olabilir. Bu hesaplamaları fizibilite çalışmalarında doğru gerçekleştirmek ve fayda maliyet analizinden çıkacak sonuca göre yatırım yapmak daha uygun olacaktır.
  - Projenin uygulanması kullanıcıların alışkanlıklarını değiştirmesi ve atık ayrıştırma konusunda bilinçlenmelerine bağlı olduğundan, buna direnen ya da yeterli bilgi birikimine sahip olmayan bireyler sebebiyle projeye aktif katılım gösterilmeyebilir.
  - Sensörlerin doğru şekilde çalışmaması, verilerin doğru bir şekilde analiz edilmemesi ve/veya projede tasarlanan kullanıcı arayüzlerinin kullanıcı dostu olmaması gibi teknik sorunlar ya da uyumluluk sorunları projenin etkinliğini etkileyebilir.
  - Bazı bölgelerde atık altyapısının yetersiz olması veya lojistik sorunlar yaşanması, atıkların toplanması, taşınması, depolanması ve geri dönüştürme tesislerine ulaştırılması gibi aşamaların düzgün bir şekilde yerine getirilmemesine sebep olabilir.
  - Farklı toplumlar ve bölgeler, atık yönetimi konusunda farklı düzeylerde bilince sahip olabileceklerinden, projenin yerel ihtiyaçlara uygun çözümler sunması dikkat edilmesi gereken bir konudur.

## 2.5. Talep Analizi

### ***Proje ile üretilecek ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti***

Akıllı Atık Ayrıştırma Projelerinin kurulması için talebi belirleyen temel etkenler ve göstergeler çeşitli boyutlarda ortaya çıkmaktadır. Öncelikle, artan atık hacmi birincil bir etkendir. Nüfusun ve tüketimin sürekli artmasıyla birlikte, atık miktarı da büyük ölçüde artmaktadır. Bu durum, atık yönetimine daha etkili ve verimli çözümler arayışını tetiklemektedir. İkinci olarak, yasal düzenlemeler ve politikalar akıllı atık ayrıştırma projelerine olan talebi etkileyen önemli bir etkendir. Hükümetler, çevre koruma ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda atık yönetimi konusunda düzenlemeler yapmaktadır. Bu düzenlemeler, geri dönüşümü teşvik eden politikalar, vergi avantajları veya zorunlu ayrıştırma gereklilikleri gibi önlemleri içerebilir. Üçüncü olarak, maliyet ve maliyet tasarrufu faktörü önemlidir. Geleneksel atık yönetimi yöntemleri genellikle maliyetli olabilir. Akıllı atık ayrıştırma projeleri ise geri

dönüşüm ve enerji üretimi gibi süreçlerle ekonomik faydalar sağlayabilir. Bu projeler, maliyet tasarrufu sağladığı için talebi artırır. Sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler de büyük bir rol oynamaktadır. Toplumun ve şirketlerin sürdürülebilirlik ve çevre koruma konusundaki bilinci artmaktadır. Akıllı atık ayrıştırma projeleri, atıkların etkili bir şekilde yönetilmesini ve çevresel etkilerin azaltılmasını sağlar. Bu nedenle, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için talep oluşur. Ayrıca, teknolojik ilerlemeler bu projelerin talebini artırır. Optik tanıma sistemleri, sensörler, robotik teknoloji ve veri analitiği gibi ileri teknolojilerin kullanımı, akıllı atık ayrıştırma projelerinin daha etkili ve verimli bir şekilde uygulanabilmesini sağlar. Son olarak, toplumsal farkındalık ve eğitim önemli bir etkidir. Atık yönetimi konusunda toplumsal farkındalığın artması ve eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi, akıllı atık ayrıştırma projelerine olan talebi etkiler. Bilinçli ve bilgili bir toplum, bu projelerin önemini ve faydalarını daha iyi anlayarak talepte artışa neden olabilir. Açıklanan tüm bu faktörler, aşağıdaki maddelerde listelenmektedir:

- Artan atık hacmi
- Yasal düzenlemeler ve politikalar
- Maliyet azaltım hedefleri ve tasarruflar gibi ekonomik faktörler
- Teknolojik ilerlemeler
- Sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler
- Toplum bilinçlendirme ve eğitim
- Ortaklıklar ve kamu-özel sektör işbirlikleri

#### ***Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti***

Geleceğe yönelik nüfus, ekonomi ve teknoloji öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.

### **3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi**

#### ***Fiziki/Mekânsal Büyüklük***

- Fiziki/mekânsal büyüklük projenin gerçekleşeceği tesisin büyüklüğüne bağlıdır. Tesis büyüklüğünü belirleyen faktörler ise aşağıdaki başlıkta sıralanmaktadır.
- Projenin yukarıdaki başlıklarda belirtilmiş girdi ve çıktılar göz önüne alındığında ihtiyaç duyduğu alan 34 metre x 98 metre bir bina içerisinde, atık kabul alanı da dahil edilerek yaklaşık 3350 m<sup>2</sup>'lik bir alana ihtiyacı vardır.

#### ***Kapasitenin Belirlenmesi***

Akıllı Atık Ayrıştırma projesi için kapasitenin belirlenmesindeki kriterler aşağıda verilmiştir:

- Projenin hedeflediği bölgede oluşan atık miktarı

- Dönüştürülecek atık çeşitlerinin belirlenmesi
- Projenin gerçekleştirileceği alanın mevcut altyapı ve tesis durumu
- Projenin fiziksel kapasitesine bağlı olarak kullanılacak teknoloji ve ekipmanların gerekliliklerinin belirlenmesi
- Projenin gerçekleştirilmesi için gerekli olan personel ve kaynakların belirlenmesi

### ***Yapısal Proje Gereksinimleri***

Akıllı Atık Ayrıştırma projesi için yapısal proje gereksinimleri şunlardır:

- Projeye uygun bir altyapı planlanması
- Bina ve tesis tasarımının yapılması
- Atık depolama ve taşıma sistemlerinin projelendirilmesi
- Projede ihtiyaç duyulacak ayrıştırma ekipmanlarının belirlenmesi
- Veri ve iletişim altyapısının projelendirilmesi
- Proje için gerekli görülen güvenlik önlemlerinin alınması ve iş sağlığına dikkat edilmesi

### ***Yazılım ve Donanım Gereksinimleri***

Akıllı Atık Ayrıştırma projesi için yazılım ve donanım gereksinimleri şunlardır:

- Mobil uygulama
- Veri analitiği ve işlem yazılımları
- Sensörler
- Akıllı konteynerler
- Veri iletişim altyapısı
- Veri depolama ve sunucu sistemi

### ***Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.***

Akıllı atık ayrıştırma projelerinde kullanılabilecek bazı alternatif teknolojiler şunlardır:

- **Optik Tanıma Sistemleri:** Optik tanıma sistemleri, görüntü işleme ve yapay zekâ teknolojilerini kullanarak atıkları otomatik olarak tanımlamaya ve ayrıştırmaya yardımcı olur. Bu sistemler, malzeme türlerini, renkleri ve şekilleri analiz ederek atıkları doğru şekilde sınıflandırır.
- **Robotik Ayrıştırma Sistemleri:** Robotik ayrıştırma sistemleri, robot teknolojisi ve yapay zekâ kullanarak atıkları otomatik olarak ayrıştırır. Robotlar, atıkları farklı kategorilere ayırırken, insan müdahalesine ihtiyaç duymadan yüksek hız ve doğrulukla çalışabilirler.
- **Sensör Tabanlı Sistemler:** Sensör tabanlı sistemler, atık akışını izlemek ve analiz etmek için sensör teknolojilerini kullanır. Bu sensörler, atık kutularında doluluk seviyelerini,

ağırlıklarını veya diğer parametreleri izleyerek atık toplama süreçlerini optimize eder ve verimliliği artırır.

- **Akıllı Konteynerler:** Akıllı konteynerler, entegre sensörler ve iletişim teknolojileriyle donatılmış atık konteynerleridir. Bu konteynerler, doluluk seviyelerini izler, boşaltma zamanlamasını optimize eder ve atık toplama sürecini daha verimli hale getirir.
- **Mobil Uygulamalar ve Platformlar:** Mobil uygulamalar ve platformlar, kullanıcılara atık ayrıştırma konusunda rehberlik etmek, bilgi sağlamak ve geri dönüşüm noktalarını bulmak için kullanılabilir. Bu uygulamalar, kullanıcıların atıklarını doğru şekilde sınıflandırmasına ve geri dönüşüm sürecine katkıda bulunmasına yardımcı olur.
- **Veri Analitiği ve Yapay Zekâ:** Veri analitiği ve yapay zekâ teknolojileri, atık ayrıştırma projelerinde büyük veri analizini, öngörülerini ve optimize edilmiş süreçleri sağlar. Bu teknolojiler, atık yönetim süreçlerini izlemek, analiz etmek ve iyileştirmek için kullanılabilir.

Bu alternatif teknolojiler, akıllı atık ayrıştırma projelerinin verimliliğini artırabilir, insan hatasını azaltabilir ve atıkların doğru şekilde yönetilmesine katkıda bulunabilir. Ancak projenin ihtiyaçlarına ve uygulama alanına bağlı olarak, farklı teknolojilerin bir kombinasyonu da kullanılabilir.

***Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.***

- 1) *Teknoloji yeni mi?*
- 2) *Teknoloji yerli mi?*
- 3) *Teknoloji yerli değilse yerleştirilebilir mi?*
- 4) *Bina ve İşletme İhtiyaçları*
- 5) *Esneklik*
- 6) *Ölçeklendirme kolaylığı*
- 7) *Teknik uyum*
- 8) *Entegrasyon kolaylığı*

***Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.***

Bu raporda örnek vaka olarak ele alınan tesis kapasite ve işleme bakımından incelendiğinde, tesisin saatte 7 ton atık dönüştürebildiği öngörülmektedir. Buna göre, bir günde 8 saat çalışacağı varsayılan bir tesis, tek vardiyada 56 ton atık işleyebilmektedir. Bu hesaplama, bir yılda bakım ve onarım günleri ile tatiller çıkarılarak hesaplandığında, 330 günde 18.480 ton kapasite ile çalışacağı planlanmaktadır. Vardiya sayısı iki katına çıkartılarak, ayrıca bir yatırım maliyeti yapılmadan bu oran iki katına çıkarılabilir.

Bahsedilen bu tam otomatik sistem yerine yarı-otomatik bir sistem kullanılabilir. Ancak bu durumda teknik yeterliliği diğer duruma kıyasla daha yüksek olmadığından, verimde düşüğe sebep olacaktır. Bir diğer deyişle, toplam kapasite %30 oranda düşecektir. Ayıklama miktarını ve ayıklama kalitesini düşürecek bir diğer etken, nihai ayıklamada insan kaynağının kullanılması durumudur.

Yukarıda bahsedilen yöntemlere alternatif olarak, projenin otomatize sürdürülmesini sağlayan optik ayırıcı makinelerin sayısının azaltılması da maliyeti düşüren bir diğer etkidir. Ayrıca, ayrıştırılan atıkların çeşitliliği de azalabilir. Bu durumda yine verim düşecek ve üretilen atık miktarı bundan olumsuz etkilenecektir.

Tüm bu seçeneklerin ortak olarak ilerleyeceği akış temelde aşağıdaki gibi ilerleyecektir.

- Teknik ve finansal projelerin fizibilite çalışmaları ve en uygun çözümde karar kılınması,
- Tasarıma ve şehir koşullarına uygun arazinin belirlenmesi ve inşaat yapımına uygun hale getirilmesi,
- Alt yapının inşaatı,
- Üst yapının inşaatı,
- Lisansın alınması,
- Tesis ekipmanlarının imalatı,
- Tesisin kurulumu,
- Tesisin devreye alınması,
- Devir teslim

Atık ayrıştırma işleminin daha çok atık üreten kalabalık nüfuslu belediyelerde tam otomatik bir ayrıştırma sisteminin kullanılması en optimal çözüm olmaktadır. Genel hatları ile bahsedilen bu tesisin işleyişi aşağıdaki gibidir:

- 1) Hane halkı ve işletmelerden toplanan ambalaj atıkları tesiste belirtilen atık resepsiyon alanına dökülür.
- 2) Atık kabul alanında biriktirilen malzeme poşet açıcı makinesine beslenir. Bu makinenin işlevi, atığın içinde bulunduğu poşetleri açmaktır. Aynı zamanda dozajlama yapan bu makine ayıklama verimini de arttırır. Besleme kısmında bunker bulunması sebebi ile besleme işlemini yapan operatör için de işlemleri kolaylaştırır.
- 3) Poşet açıcıda poşetler açıldıktan sonra atık ön ayıklama platformuna gelir. Bu noktada, kaba olarak tabir edilen büyük boyutlu atıklar (Karton, LDPE film vb.) ve istenilmeyen malzemeler (Taş, toprak, seramik) atık akışından ayrıştırılır.
- 4) Ön ayıklama sonrasında atık disk eleğe gelir. Disk elek üçgen formda disklerin, miller üzerinde belirli aralıklarla dizilmesi şeklinde tasarlanmış bir elektir. Dişli zincir bağlantılarıyla birbirlerine bağlanmış

miller, disklerin senkronize bir düzende dönmesini sağlar. Bu hareket elek üzerine dökülen malzemenin ebadına göre elenmesini sağlar. Elek aralığından küçük malzeme boşluklardan düşerken, büyük malzemeler (Karton, Kâğıt, Naylon Film, vb.) disklerin hareketi sebebiyle ön tarafa atılır. Büyük malzemeler ayıklama platformuna gönderilirken, elekten dökülen malzeme balistik ayırıcıya gönderilir.

- 5) Disk elekte elenen malzeme, hacimsel özelliğine bağlı olarak ayıklanmak üzere balistik ayırıcıya gelir. Balistik ayırıcılar 2 boyutlu olarak tabir edilen kâğıt karton mukavva vb. gibi malzemeler ile 3 boyutlu olarak tabir edilen pet şişe teneke kola kutusu vb. ve belli bir ölçüden küçük malzemeleri de birbirinden ayırmaya yarayan sistemlerdir. Balistik ayırıcılarda hareketli palet eksantrik bir uzuv ile dönme hareketi yapmalıdır. Bu dönme hareketi ile üzerine gelen çöpü hem yoğunluk hem atalet hem de çöpün geometrisine bağlı olarak 3 türlü ayırma işlemi gerçekleştirmelidir. Yoğunluğu fazla ve bütün parçalar kısaca 3 boyutlu malzemeler paletin vurma hareketi ile aşağı tarafa, yoğunluğu az ve düz parçalar kısaca 2 boyutlu malzemeler yukarı tarafa, boyutu genelde belirli bir ölçüden küçük parçalar ise paletteki deliklerden alt tarafa olmak üzere üç şekilde ayırma işlemi gerçekleşmelidir.
- 6) Balistik ayırıcıda ayıklanan 2 ve 3 boyutlu malzemeler, optik ayırıcıda 2 boyutluda kâğıt olmayanlar, LDPE Film olarak ve 3 boyutluda sırasıyla PET Şeffaf, PET Renkli, HDPE, PP, olmak üzere ayıklanmalıdır. Optik ayırıcılar, hızlı konveyörlerinin üzerinde bulunan optik okuyucunun malzemeyi tanınması ve malzeme konveyörden dökülürken okuyucuya tanımlanan malzemenin nozüllerden üflenen havayla ayıklanması prensibine dayanan makinelerdir. Optik ayırıcılarda ayıklanan malzemeler son bir kalite kontrol için ayıklama platformuna gönderilecektir. Burada ayıklanan malzemeler önceden belirlenmiş ayıklama hollerinde biriktirilecektir
- 7) Balistik ayırıcıda ayrıştırılan 3 boyutlu malzeme, demir tabanlı metallerin ayıklanması için manyetik konveyör etki alanından geçirilmelidir. Manyetik konveyör her türlü büyük demir malzemeyi konveyör bant üzerinden alarak otomatik olarak dışarı atılmasını sağlar. Manyetik alan mesafelerinin daha fazla olması nedeniyle sabit mıknatıslara göre daha uzak mesafede etkili olmalıdır ve daha büyük demir parçaları yakalayabilmelidir. Mıknatıs etrafında dönen bant sayesinde tutulan demirler sistemden dışarı otomatik olarak atılmalıdır.
- 8) Manyetik ayırıcıdan sonra demir tabanlı metallerin ayıklanması için eddy akımı ile manyetik alan oluşturarak demir tabanlı olmayan metallerin ayıklanmasını sağlayan ECS makinesi kullanılmalıdır. ECS'den sonra ise 3 boyutlu hattı yukarı da bahsedilen Optik ayırıcılara devam eder.
- 9) Balya presi ayıklama platformunda biriktirilen malzemenin otomatik bunker konveyörler aracılığıyla pres besleme konveyörüne aktarılması aracılığıyla beslenecektir. Balya presi cinsine göre ayrıştırılmış malzemelerin balya haline getirilerek muhafaza alanlarında veya kategorilerine göre endüstriyel tesislere taşınmasında önemlidir.

## 4. Finansal Analiz

Üretim açısından zengin bir alt yapıya sahip olan bölgelerde ayıklanan ambalaj atığının geri dönüştürülmesi sonucunda oluşturulan ham maddeler, sürdürülebilir olarak ticari değere sahiptir. Talebi oluşturan temel değişken çoğunlukla bakir hammadde fiyatlarındaki yükseliştir. Ülkemizde döviz endeksinin dalgalanması ve hammaddelerin de döviz ile tedarik edilmesi, ambalaj atığını güçlü bir alternatif kaynak pozisyonuna getirmiştir.

### Örnek Vaka:

İhtiyaç analizi kapsamında **1000 hektarlık, 65.000 konut bulunan ve 200.000 kişinin** yaşayacağı varsayılan proje alanında aşağıdaki maliyetler söz konusu olmaktadır:

Projede örnek vaka olarak planlanan akıllı kentin nüfusu 200.000 olarak belirlenmiştir. Bu da yaklaşık olarak günlük 232.000 kg atığın günlük olarak üretildiğini ifade etmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere günlük üretilen atıkların yaklaşık %25'i ambalaj atığıdır. Buna göre, günlük üretilen ambalaj atığı miktarının yaklaşık olarak 58 ton olarak hesaplanmaktadır. Buna bağlı olarak yıllık üretilen atık miktarı 21.170 tondur. Aşağıdaki hesaplamalar bu istatistiklere göre yapılmıştır.

**Tablo 1.** Yatırım Maliyetleri Özet Tablosu

Yatırım Maliyetleri	
Tesisin yaklaşık ekipman yatırım maliyeti	\$3.080.283,12
Yaklaşık inşaat yatırımı	\$1.080.000,00
Tesisin işletmesinde kullanılacak ekipman maliyetleri	\$307.800,00
<b>Toplam</b>	<b>\$4.468.083,12</b>

**Tablo 2.** Tesis Ekipman Yatırım Maliyeti Kırılım Tablosu

No.	Ekipman İsmi	Miktar	Birim	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
1	Poşet Açıcı	1	Adet	\$69.120,00	\$69.120,00
2	Disk Elek	1	Adet	\$38.880,00	\$38.880,00
3	Balistik Seperatör	1	Adet	\$76.680,00	\$76.680,00
4	Manyetik Konveyör	1	Adet	\$22.680,00	\$22.680,00
5	Optik Ayırıcı Konveyörü	3	Adet	\$20.736,00	\$62.208,00
6	Optik Ayırıcı Konveyörü	2	Adet	\$22.464,00	\$44.928,00
7	Balya Presi	1	Adet	\$155.520,00	\$155.520,00



8	Pet Patlatma	1	Adet	\$10.800,00	\$10.800,00
9	Rulolu Konveyör	136	Metre	\$864,00	\$117.443,01
10	Rulolu Konveyör	0	Metre	\$1.123,20	\$327.657,26
11	Rulolu Konveyör	0	Metre	\$1.209,60	\$90.933,46
12	Zincirli Konveyör	0	Metre	\$1.944,00	\$44.757,74
13	Zincirli Konveyör	0	Metre	\$2.246,40	\$150.958,08
13	Çelik Konstrüksiyon ve Hazneler			\$0,00	\$213.840,00
14	Ayıklama Platformu ve Kabini			\$0,00	\$116.640,00
15	Elektrik Panosu, SCADA ve Kablolama			\$0,00	\$210.600,00
16	Kompresör			\$0,00	\$70.200,00
17	Kurulum & Montaj			\$0,00	\$142.560,00
18	Konaklama, Gıda Giderleri, Kurulum Ekipmanları vb.			\$0,00	\$102.600,00
19	Proje Yönetimi ve Tasarım			\$0,00	\$27.000,00
20	Optik Ayırıcı-NIR/VIS	0	Adet	\$221.400,00	\$781.411,76
21	Optik Ayırıcı-NIR (Satellite)	1	Ünite	\$390.960,00	\$390.960,00
				Toplam Fabrika Teslim	
					\$3.268.377,32
				Nakliye	
					\$38.880,00
				<b>Genel Toplam</b>	
					<b>\$3.307.257,32</b>

**Tablo 3.** Tesis İşletmesinde Kullanılacak Araç Yatırım Maliyeti Kırılım Tablosu

Yatırım Maliyetleri		
	Adet	
Loader	2	\$237.600,00
Forklift	1	\$48.600,00
Otomobil	1	\$21.600,00
<b>Toplam</b>		<b>\$307.800,00</b>

## Yıllık Operasyonel Maliyetler

**Tablo 4.** Yıllık Operasyonel Maliyetler Tablosu

Yıllık Operasyonel Maliyetler	
Personel Giderleri	\$203.294,12
Elektrik Giderleri (350 kW kullanım, 0,74 sent/kWh)	\$88.941,18
Yakıt Giderleri (120 litre/gün)	\$39.388,24
Ekipman Bakım Giderleri	\$31.764,71
Beklenmeyen Masraflar	\$19.058,82
Lisans Giderleri	\$952,94
<b>Toplam</b>	<b>\$383.400,00</b>

**Tablo 5.** Personel Giderleri Kırılım Tablosu

Yıllık Personel Giderleri			
Pozisyon	Kişi Sayısı	Aylık Gider	Giderler
Direktör	1	\$1.360,80	\$1.360,80
Satış Müdürü	1	\$896,40	\$896,40
Makine Mühendisi	1	\$680,40	\$680,40
Formen	1	\$410,40	\$410,40
Bakım Personeli	1	\$367,20	\$367,20
Loader Operatörü	1	\$367,20	\$367,20
Ayıklama Personeli	18	\$362,88	\$5.598,72
Güvenlik Personeli	2	\$313,20	\$626,40
Temizlik Personeli	2	\$313,20	\$626,40
Su Gideri	-		\$723,60
Yemek Gideri	-		\$3.672,00
<b>Aylık Genel Toplam</b>			\$14.396,40
<b>Yıllık Genel Toplam</b>			\$172.756,80

**Tablo 6.** Yıllık üretim tahminleri ve ortalama satış fiyatı üzerinden yıllık gelir tablosu

Yıllık Gelirler			
Malzeme Türü	Yıllık Üretim (Ton)	Satış Fiyatı (Dolar/Ton)	Toplam Gelir
PET (Şeffaf)	932	\$520,94	\$412.585,41
PET (Renkli)	373	\$635,29	\$201.261,18
HDPE (Renkli)	714	\$654,35	\$397.323,11
HDPE(Beyaz)	1677	\$508,24	\$724.540,24
PP (Renkli)	186	\$393,88	\$62.390,96
PP (Beyaz)	466	\$584,47	\$231.450,35
Karışık Kâğıt	2000	\$139,76	\$237.600,00
Karton	2941	\$235,06	\$587.647,06
LDPE Film	1741	\$317,65	\$470.117,65
Metal	435	\$355,76	\$131.632,94
<b>Genel Toplam</b>			<b>\$3.456.548,89</b>

## 5. Ekonomik Analiz

Projenin hem en gelişmiş teknolojilerle yürütülmesi hem finansal olarak en fazla kârı getirecek hem de dünya çapında önemli bir örnek olma niteliği taşımasını sağlayacaktır. Projenin uygulanacağı kentlerin akıllı şehirler konusunda yapacağı bu çalışmalar kentin imajını ve kimliğini olumlu yönde etkileyecektir.

Bu etkiler uzun vadede gelecekte planlanacak yatırımların finansman desteğini daha kolay karşılayacaktır.

Ayrıca, tesisin kurulacağı binanın uygun şekilde planlanmasıyla, bu binanın üst yapılarının bir kısmının sökülüp, başka projeler ya da uygulamalarda değerlendirmek için farklı binalar olarak değerlendirilmesi söz konusu olacaktır.

Son olarak, kurulacak yeni tesisin, bölge halkına veya dışarıdan gelecek bireylere yeni istihdam olanakları sunması beklenmektedir.

Akıllı Atık Ayrıştırma projesinin diğer ekonomik etkileri aşağıda listelenmektedir:

- Atıkların ayrıştırılıp, dönüştürülmesiyle geri dönüşüm gelirlerinin elde edilmesi
- Atıkların doğru şekilde yönetilmesinin sağlanması ve gereksiz atık tüketiminin önüne geçilmesi
- Atıkların yeniden kullanımının teşviki ile maliyetlerin azaltılması ve yeni gelir kaynakları yaratma potansiyelinin oluşması
- Doğru yapılan ayrıştırma ve dönüştürme işlemlerinin doğal kaynakların korunmasına ve çevre kirliliğinin azalmasına katkıda bulunması
- Akıllı atık ayrıştırma projelerinin, atık yönetimi alanında yeni iş fırsatları yaratıp, yeşil teknoloji sektörünün büyümesine ve istihdamın artmasına katkı sağlaması

## 6. Sosyal Etkinin Analizi

Akıllı atık ayrıştırma projesinin sosyal etkileri aşağıdaki gibidir:

- Bilinçli tüketim ve geri dönüşüm kültürü oluşturması
- Toplumsal katılım ve işbirliğini sağlaması
- İstihdam olanakları yaratma potansiyeli
- Sağlık ve çevrenin iyileştirilmesi
- Toplumun tüm kesimlerini kapsayıcı ve eşit fırsatlar sunan bir sistem olması
- Topluma çevre eğitimi ve farkındalık sağlama fırsatı sunması

## 7. Çevresel Etkinin Analizi

Akıllı Atık Ayrıştırma projesinin ekonomik etkileri şunlardır:

- Atıkların doğru şekilde ayrıştırılması ve geri dönüşüm sürecine dahil edilmesi
- Geri dönüşüm sürecine dahil edilen malzemelerin tekrar kullanılması sayesinde doğal kaynakların tüketiminin azalmasına ve kaynakların korunmasına katkıda bulunması

- Geri dönüşüm sürecinin enerji tasarrufu sağlanmasıyla enerji kaynaklarının korunmasına ve karbon emisyonlarının azalmasına katkıda bulunması
- Geri dönüşüm sürecine alınan atıklar doğru bir şekilde işlenmesi ve çevreye zarar vermeden yeniden kullanılabilmesi
- Sera etkisini azaltarak iklim krizi ile mücadeleye katkıda bulunması
- Atıkların doğru şekilde yönetilmesi ve geri dönüşüm sürecine alınmasıyla atıkların su kaynaklarına ve topraklara sızmasına engel olması
- Örnek projedeki tesisin atık ayrıştırma kapasitesine göre, bölgedeki yıllık atık miktarı 18.480 ton azalmasıyla yaklaşık olarak 154.000 m3 hacimdeki bir alanın evsel atık için kullanılabilecek hale gelmesi
- Ambalaj atığının düzenli depolama alanında azalması landfill gazı üretiminde verimi arttırdığı için düzenli depolama yönetiminde büyük faydalar sağlaması

## 8. Risk Analizi

Akıllı Atık Ayrıştırma projesi de her projede olduğu gibi bazı riskler barındırmaktadır. Bu riskler finansal, teknolojik ve yönetsel olarak aşağıdaki tabloda listelenmektedir. Risklerin ölçülendirilmesi 1 ve 5 arasında yapılmıştır. Tabloda yer alan riskler ele alınırken, 1 en düşük etkiyi ve tekrarlama ihtimalini belirtirken, 5 en büyük etkiyi ve en fazla tekrarlama ihtimalini belirtmektedir.

**Tablo 7.** Risk Analizi

Konu	Oluşma Sıklığı Olasılığı	Proje Üzerindeki Etkisi
Teknolojideki Ani Değişimler	1	1
Mali Problemler	2	1
Hukuki ve Mevzuat Değişiklikleri	1	5
Altyapı ve Yatırım Gecikmeleri	1	2
Hammadde Fiyatlarındaki Değişim, Dalgalanma	3	3
İşgücü Döngüsü	3	2

Tabloda yer alan maddelere daha detaylı bakıldığında, teknolojik gelişmelerin ani değişmesi projeyi etkileme olasılığının düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum projenin zaten gelişmiş teknolojiye uyumluluk gösteren ekipmanlarla desteklendiğini ve dünyada bu alanda büyük ölçekli ar-ge çalışmalarının yapılmadığını açıklar niteliktedir.

Bu proje bir üretim alanı olduğundan ve hammadde kaynağı halkın ürettiği atıklar olduğundan, işletmeyi ve projeyi etkileyecek kritik bir mali problem bulunmamaktadır. Benzer şekilde altyapı ve

yatırım gecikmeleri sadece projenin süresinde bir soruna sebep olma ihtimali taşırken, proje genelinde bir problem oluşturmamaktadır.

Hukuki aksaklıklar ve mevzuat değişimleri nadiren meydana gelse de, projeye etki düzeyi en yüksek seviyededir. Öte yandan, hammadde fiyatlarındaki değişimler, üretilecek olan ürünler genel sektör kabulü olarak birbirini dengelemektedir. Bir ürünün fiyatı düşerken diğerinin artması genelde işletmeler için sorun oluşturmazken bu dengenin yönetilmesi konusunda nitelikli işgücünün bulundurulması önem tekil etmektedir.

İşgücü döngüsü ise atığın doğası ve ücretlerin genel olarak düşük olması sebebi ile özellikle ayıklama personeline devir daimî sembolize eder. Bu noktada işgücü planlamasının doğru yapılması ve işgücü için her zaman potansiyelin yüksek tutulması gerekmektedir.

## 9. Genel Deęerlendirme ve Sonuç

Akıllı atık ayrıştırma projeleri, artan atık hacimleri ve sürdürülebilirlik ihtiyaçları karşısında önemli bir çözüm sunmaktadır. Bu projeler, atıkların doğru şekilde sınıflandırılmasını, geri dönüşümün teşvik edilmesini ve atık yönetiminin etkinleştirilmesini hedeflemektedir. Bu projelerin birçok olumlu yanı bulunmaktadır. Öncelikle, çevresel etkilerin azaltılması ve doğal kaynakların korunması sağlanır. Atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı sayesinde çevreye olan etkiler minimize edilir. Ayrıca, enerji tasarrufu sağlanır ve karbon ayak izi azaltılır. Bu projeler aynı zamanda ekonomik getiriler sağlar. Geri dönüştürülebilir atıkların değerlendirilmesiyle ekonomiye katkı sağlanır ve kaynakların daha verimli kullanılması sağlanır. İş güvenliği artar çünkü otomatik sistemler ve robotik teknolojiler, çalışanların maruz kaldığı riskleri azaltır. Akıllı atık ayrıştırma projeleri aynı zamanda toplumsal farkındalığı artırır. Topluma atık yönetimi konusunda bilinç kazandırır ve sürdürülebilir yaşam bilincini yaygınlaştırır. Ancak, projelerin dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Teknolojik altyapının sağlam olması, veri analitiği ve güvenlik önlemlerinin etkin bir şekilde uygulanması önemlidir. Ayrıca, eğitim ve toplum katılımı süreçlerine de özen gösterilmelidir. Bu şekilde atık yönetimi süreçleri daha verimli, sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde gerçekleştirilebilir.

## 10. Kaynakça

- [1] Redman, A. D., & Redman, E. (2022). Possibilities for sustainable household waste management: A case study from Guanajuato, Mexico. *Cleaner Waste Systems*, 2, 100016.  
<https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100016>

[2] Tezel, Ö., & Yıldız, E. (2020). Sürdürülebilir atık yönetimi uygulamalarında dünya ve türkiye karşılaştırması: Edikab örneği. *Social Sciences Research Journal (SSRJ)*, 9(2).

[3] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2017). Sıfır atık el kitapçığı. In *T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı*.

[https://webdosya.csb.gov.tr/db/sifiratik/menu/kitapcik\\_20180604103105.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/sifiratik/menu/kitapcik_20180604103105.pdf)