



A SYSTEM DESIGN FOR PACKAGING WASTES DURING THE PROCESS OF SOURCE SEGREGATION AND A COMPARATIVE FINANCIAL ANALYSIS

DOI: 10.17261/Pressacademia.2018.868

PAP- V.7-2018(21)-p.131-138

Hatice Camgoz Akdag¹, Emin Kazdaloglu², Elif Yenihayat³, Aziz Kemal Konyalioglu⁴

¹Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

camgozakdag@itu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9818-6012

²Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

eminkazdaloglu@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4091-2525

³Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

elifyenihayat@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5010-3663

⁴Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

konyalioglu@itu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2443-5063

To cite this document

Camgoz-Akdag, H., Kazdaloglu, E., Yenihayat, E., Konyalioglu K. (2018). A system design for packaging wastes during the process of source segregation and a comparative financial analysis. PressAcademia Procedia (PAP), V.7, p.131-138.

Permament link to this document: <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2018.868>

Copyright: Published by PressAcademia and limited licenced re-use rights only.

ABSTRACT

Purpose- In this study, existing systems both in Turkey and in the World for the management of packaging waste have been examined and a case analysis has been conducted.

Methodology- The cost items of both the existing system and the proposed system of packaging waste management have been analyzed and a financial feasibility study has been carried out for the application stages of the paper.

Findings- It has been noticed that similar problems arise in the waste systems abroad; therefore some countries turn to deposit system for the solution. Likewise, in Turkey the same deposit system containing reverse vending machine has been deemed appropriate for the collection of household packaging waste.

Conclusion- It has been concluded that the current system in our country underperforms especially in the collection of domestic packaging waste.

Keywords: Packaging waste, system design, vending machine, financial analysis.

JEL Codes: M11, O18, O35

AMBALAJ ATIKLARININ KAYNAKTA AYRIŞTIRILMASINA YÖNELİK SİSTEM TASARIMI VE FİNANSAL ANALİZİ

ÖZET

Amaç- Bu çalışmada geri dönüştürülebilir ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılmasına yönelik bir sistem tasarımı hedeflenmektedir.

Yöntem- Mevcut ambalaj atık sisteminin yerine yeni bir sistem önerilmiş, eski sistemle karşılaştırma yapılmış hem de önerilen sistemin maliyet kalemleri belirlenerek, projenin uygulama aşamasına yönelik finansal bir fizibilite çalışması yapılmıştır.

Bulgular- Yurtdışındaki atık sistemlerinde de benzer sorunların ortaya çıktığı ve bu nedenle bazı ülkelerin depozito sistemine yöneldiği tespit edilmiştir. Türkiye'de ise ambalaj atıklarına yönelik mevzuatın ve mevcut sistemin ambalaj atıkları yönetmede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.

Sonuç- Ülkemizdeki mevcut sistemin, özellikle ambalaj atıkları toplanması ve değerlendirilmesinde düşük performans gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ambalaj atığı, sistem tasarımı, otomat, finansal analiz.

JEL Codes: M11, O18, O35

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi için en yaygın uygulamalardan biri olan geri dönüşüm en basit haliyle; insanoğlu tarafından tüketilen atıklardan değerlendirilebilir olanlarının, çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılarak ikincil hammaddeye dönüştürülmesi ve üretim sürecine tekrar dâhil edilmesi olarak tanımlanabilir. Geri dönüşüm çevresel ve özellikle de ekonomik sebeplerden ötürü her zaman insanoğlunun başvurduğu yöntemlerden biri olmuştur. Geçmiş kayıtlar ve bilimsel araştırmalar incelendiğinde geri dönüşümün tarihi M.Ö. 400'lü yıllara kadar dayanmaktadır. Özellikle sanayi devrimi sonrasında, hurda bronz ve diğer metal atıkların tekrardan eritilerek sanayiye kazandırıldığına dair kanıtlar bulunmaktadır. Tüm geri dönüşüm hareketlerinin ana sebebi, üretim için ekstra hammaddenin kullanılması yerine, geri dönüşümden gelen malzemenin kullanılarak sermaye tasarrufu sağlamak istenmesidir. Geri dönüşüm özellikle 1. ve 2. Dünya savaşı sonrası dönemde daha da ön plana çıkmıştır. Mali kısıtlamalar ve savaşlardan kaynaklı malzeme ve kaynak yetersizliği ülkeleri çeşitli kampanyalar, ilanlar ve afişler ile vatandaşları geri dönüşüm konusunda teşvik etmeye sürüklemiştir. 1980'li yıllardan sonra artan enerji maliyetlerinden dolayı geri dönüşüm sağlamak amacıyla yapılan yatırımlar daha çok ciddiye alınmıştır. Günümüzde ise geri dönüşüm bir sektör haline gelmiştir ve sadece Avrupa'da 500 bin insana istihdam sağlamaktadır. 2010'lu yıllardan sonra yapılan araştırmalara göre, Avrupa genelinde ortalama geri dönüşüm oranları %50'ler seviyesine ulaşmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2014). Türkiye ise Avrupa ortalamasının altında kalmaktadır. Bu çalışmada geri dönüştürülebilir ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılmasına yönelik bir sistem tasarımı hedeflenmektedir. Buna göre; geri dönüştürülebileceği halde toprağa gömülen ambalaj atıklarının dögüsel ekonomiye kazandırılması hedeflenmektedir. İkincil olarak, atık ayrıştırma işinin kaynakta yapılarak toplama ayırma tesisi sayısının azaltılması amaçlanmaktadır. Tasarlanan yeni sistem ile beraber artık atıkların daha verimli bir şekilde ayrışacağı umulduğu için etkinlik artışı beklenmektedir.

Çalışmanın amacına yönelik olarak ilk bölümde, geri dönüşüm kavramının tanımı, kısa tarihçesi, önemi, yararları ve etkilerini genel hatlarıyla açıklanmıştır. Daha sonra geri dönüştürülebilir malzemeler sınıflandırılarak doğaya olan etkileri analiz edilmiş ve her tip malzemenin kendine özgü geri dönüştürülme aşamaları ortaya konulmuştur. Ek olarak, literatür taraması ile Dünya'daki ve Türkiye'deki atık yönetim sistemleri incelenmiştir. Dünya incelemesinde, geri dönüşüm ve atık yönetimi konusunda başarısını bilimsel araştırmalarca ve uluslararası mercilerce tasdik ettirmiş ülkeler ele alınmıştır. Türkiye'deki ambalaj atıklarına yönelik mevzuat incelenmiş, paydaşlar ve yükümlülükleri açıklanmış, birtakım istatistik veriler ışığında değerlendirmeler yapılmıştır.

Diğer yandan, sistemde bulunan çeşitli paydaşlarla yapılmış görüşmeler kaleme alınmış ve hem mevcut sistem hem de önerilen sistem için SWOT analizleri yapılmıştır. Böylece mevcut durumun uygulamadaki zayıf ve eksik yönleri uzman görüşler ile desteklenmiştir ve her iki sistem için durum analizleri yapılmıştır. Sistem tasarımı bölümünde ise depozito sistemi hakkında literatür taraması yapılarak sistemin ambalaj atıklarının geri dönüşümü konusunda nasıl bir etkiye sahip olduğunun üzerinde durulmuştur. Sistemin en büyük parçalarından olan geri dönüşüm otomatları hakkında detaylı araştırma yapıp tüm fonksiyonları ve tasarımı hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Demografik yapı, eğitim seviyesi ve sosyo-kültürel yapı dikkate alınarak pilot bölge seçilip analizi yapılmıştır. Daha sonra otomatların konumu belirlenerek atıkların toplanması için en optimize rota belirlenmiştir.

Son aşamada ise, mevcut sistem ile önerilen sistemin maliyet kalemleri çıkartılarak karşılaştırma yapılmıştır. Finansal analiz kısmında yatırımın önümüzdeki 5 yıl için getirisi projekte edilerek geri dönüşü hesaplanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yapılan araştırmalara göre; ambalaj atığı yönetimi konusu ele alındığında birden fazla fenomenin dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır: Ambalaj atıklarının toplanması, bertaraf edilmesi, yeniden işlenmesi gibi yaşam dögüsü; ambalaj atıklarının daha hiç ortaya çıkmadan miktarının azaltılması ve bu ambalajların imal edilmesi amacıyla kullanılan doğal kaynakların korunması; ülkelerin ambalaj atıklarının yönetimi konusunda takındıkları tavırlar olarak ele alınabilir. Cabral ve diğerlerine göre, Avrupa'da atık depolama alanlarının kapasitesindeki azalış ile beraber ortaya çıkan evsel ambalaj atıklarındaki artış 1970'lerde Avrupa'da atık yönetimi konusunda bir devrim yaratıyor (2014, ss. 4-5). Avrupa Atık Depolama Alanı Kuruluşu ve Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Kuruluşları da, belediyeler çöp alanlarına giden atık miktarını azaltmayı amaçlamaktadır diyerek bunu desteklemektedir. (Bovea ve Powell, 2006, s. 115). Ca ve diğerleri ise, ambalaj atıklarının geri dönüşümü hammadde tüketimini ve hava, su ve toprak kirliliğini azaltarak atık depolama alanlarının ömrünü uzatıp belediyelere finansal bakımdan katma değer sağlayacaktır demiştir (2014, s. 2). Dong ve diğerleri ise, yaşam standartlarının gelişmesiyle yakıt kullanımı kömürden doğalgaza kayar ancak bu süreçte ambalaj atıklarının miktarının artması –çevresel bakımdan- doğalgazın kömüre karşı olan avantajını yok kılar ve ambalaj atıklarının toplanarak geri dönüşümünün sağlanması için teşvik edici bir unsur olarak görülmesini sağlar demiştir (2006, s. 68). Neumayer göre ise de, ideal atık yönetimi için atıkların önlenmesine öncelik vermek yerine, atıkların geri dönüşümüne odaklanmanın ambalaj atığı yönetiminin yeterince iyi ele alınmadığını gösterdiğini savunmaktadır (2000, s. 25). Ambalaj atıklarının yaşam dögüsüne ilişkin, Darnay ve Franklin; ambalaj atıklarının öncelikli amacının üretilen ürünleri ilk üreticiden son kullanıcıya taşımak olduğunu, çoğu ambalaj atığının tedarik zincirinde yalnızca bir kere dögü yaptığını belirtmiştir. Bundan dolayı ambalaj atığı yönetimi katı atık yönetimi başlığı altında da önemli bir rol oynamaktadır (1969, s. 5). Çevre araştırma, geliştirme ve danışman kuruluşuna göre, bir ambalaj atığının tekrar kullanım düzeyini sınırlayan kritik faktörler: teknik, ekonomik ve pazarlamaya ilişkin faktörlerdir (2003, s. 28). Ambalaj atıklarının önemli bir kısmı doğada biyolojik olarak parçalanmadığından 11 'Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu' ön plana çıkmaktadır. Bu sorumluluğa göre, ambalajları piyasaya süren tüm ekonomik paydaşlar oluşması muhtemel atıkların yönetimi ve iyileştirilmesinden sorumludur (Cabral ve diğerleri, 2014, ss. 2-3). Da Cruz ve diğerleri de ek olarak, 'Genişletilmiş üretici sorumluluğu', bir ürün sorumluluğunun o ürünün üretiminden sorumlu olan üretici tarafından üstlenildiği yaşam dögüsünün tüketim sonrası aşamasına kadar genişletildiği bir çevre politikası yaklaşımıdır demiştir. Atıkların yaşam ömürlerinin birbirinden farklı olabilmelerinden dolayı, belediyelerin atık yönetim sistemlerini atıkların yaşam dögülerini baz alarak yapmaları gerekmektedir. Bir ürünün yaşam dögüsü 'beşikten mezara' kavramı ile ele alındığından belediyelerin atık sistemlerini tasarlarken ambalaj atıklarının çevresel ve finansal dögüsünü de dikkate almalıdır. Ayrıca belediyelerin atık yönetimlerinin ve geri dönüşüm sistemlerinin finansal (ayrıştırma tesislerin inşaa ve işletme masrafları) ve ekonomik (depolama alanlarının daha az kullanımı ile sağlanan tasarruf) açıdan etkilere sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bundan dolayı yerel atık yönetiminde atıkların yaşam dögülerinin yanı sıra yaratacağı mali kalemler de dikkate alınmalıdır (2014, ss. 4-7).

Ambalaj atıklarının bertarafı ile ilgili güvenilir maliyet hesabı yapılması için atıkların toplanması, taşınması ve elden geçirilmesi gibi aşamaların detaylı bir biçimde ifade edilmesi gerekir. Maliyet hesabı için; elden çıkarılacak ambalaj atıklarının miktarı, materyallerin toplanmasıyla ilgili analiz, farklı atık işleme süreçlerinde malzemelerin atılması karşı direnç analizi yapılmaktadır (Darnay ve Franklin, 1969, s. 110). Ancak; Pearce ve Turner farklı bir bakış açısıyla olayı ele alarak, ürünlerin paketlenmesinde kullanılan ambalajların cinsine göre de çevresel etkilerin farklılaştığını ve 'Genişletilen Üretici Sorumluluğu' kavramının yalnızca çifte vergilendirmeye yol açtığını söylemiştir. Yapılan ekonomik analizlerin çok miktardaki ambalaj atığının geri dönüşümü veya bu atıkların yarattığı çevresel etkilerin azaltılması ürünlerin fiyatlarında anlamlı bir farklılık yaratmayacağı gözlenir demiştir (1992, ss. 2-12). Darnay ve Franklin, tüketim sonucunda ortaya çıkan ambalaj atıklarının -yapılan regresyon analizi ülkelerin ekonomik ve demografik indikatörleriyle pozitif korele olduğunu göstermiştir (1969, s. 3). Avrupa Yatırım Bankası araştırmasına göre, yerel yönetimlerin ambalaj atık yönetimi ile ilgili maliyetleri azalması için hâlihazırda bulunan finansal modellerden birisini kullanması verimliliği arttırmaktadır (2012, s. 53). Liukkonen ambalaj atıklarının en verimli ve otomatize şekilde geri 12 dönüştürülmesi açısından, 'Reverse Vending Machine' adı verilen ters ödeme makinelerinin kullanılması geri dönüşüm işlemini otomatikleştirerek kolaylaştırmaktadır (2015, s. 1). Layman raporu konu hakkında eklemede bulunarak, geri ödeme makineleri insanların farkındalığını arttırarak adeta bir motivasyon kaynağı olmakta ve böylelikle ambalaj atıklarının geri dönüşümü sürecini hızlandırmaktadır demiştir. (2006, s. 6).

3.YÖNTEM VE UYGULAMA

3.1. SWOT ANALİZİ

Yapılan araştırmalar ve görüşmeler sonucunda, Türkiye'de mevcut ambalaj atığı yönetim sisteminin SWOT analizi yapılmıştır. Böylece, iç ve dış etkenler açısından sistemin sahip olduğu olumlu ve olumsuz yanlar ortaya konmuş ve sistem üzerinde nasıl düzenlemeler yapılabileceği, yerine getirilmesi planlanan yeni sürecin halihazırdaki sisteme nasıl entegre edilebileceği üzerine fikir yürütülmüştür.

Şekil 1: Mevcut Sistemin SWOT Analizi



3.2. Sistem Tasarımı

Buna bağlı olarak, geri dönüşüm otomatı sistemi tasarlanırken yapılmış olan SWOT analizi ele alınmıştır. Geri dönüşüm otomatı teknolojisinin kullanılması, temelde ambalaj atığı yönetimi sürecinde yer alan ara basamakları sistemden büyük oranda çıkartarak süreyi ve maliyeti azaltan bir süreç otomasyonudur. Ayrıca bir diğer faydası ürünün daha 49 sürecin başında optik tanınması ve barkod taraması yapılacağından geri dönüşüm merkezine gönderimine kadarki süreçte atıklar üzerinde operatörlerin kontrolü artacaktır. Sistem ürünü satın alan kişiden bağımsız olarak düşünüldüğünde, satın alan veya herhangi bir başka kişiye ekonomik fayda sağlayabilen 'geri ödeyenin hakkı' ilkesine göre geliştirilmiştir. Bu, geri ödeme otomatlarının toplumun çevreye karşı olan duyarlılığını arttırdığını göstermektedir (Stojanov, 2015, ss.212-213).

Ger i dönüşüm otomatlarının 2 farklı uygulama yöntemi vardır. Birincisi, perakendeci tarafından satın alınan geri dönüşüm otomatlarının yine perakendeciye depozito sağlaması üzerine bir sistemdir. Perakendeci kompanse ettiği depozitoları dolduruculara, şişeyicilere, ithalatçılara ve geri dönüşümcülere geri öder. İkinci yöntem ise projenin kapsamı neticesinde ilerlenmek istenen seçenek olup geri dönüşüm otomatlarının kamuya açık yerlere yerleştirilmesi üzerine kurulmuştur. Bu yaklaşımla, 7 gün 24 saatlik çalışma kapasitesine ulaşılmakta ve geleceğe yönelik olarak da ambalaj toplama kapasitesi artmaktadır. 7-24 çalışmanın bir sonucu olarak, otomatların belli bir doluluk kapasitesine ulaştıktan sonra merkezi sisteme bilgi göndermesi, arıza ve teknik bakımla ilgili talep oluşturması, mevcut kapasite durumu hakkında bilgi vermesi gibi bildirimlerde bulunması beklenmektedir (Stojanov, 2015, s. 213) Geri dönüşüm otomatı sistemi kullanılımasının ana rollerinden biri de, geri ödeme sürecinin otomatize edilmesi ve kullanıcıların ilgisini çekmek amacıyla ekonomik enstrümanların kullanılmasıdır. Bir diğer deyişle, otomatlar sayesinde somutlaştırılan depozito sistemi sorumluluğun bir kısmının son tüketiciye devredildiği kullanılmış ambalaj atıklarının toplanması için ekonomik fayda sağlayan genişletilmiş bir üretici sorumluluğudur (Kjaer ve diğerleri, 2012, s.17). Bununla birlikte, sistemin sağladığı esneklik sayesinde mekanik ve teknolojik anlamda geri dönüşüm otomatlarındaki kısıtlamaların çoğu yakın gelecekte aşılabilir durmaktadır. (Stojanov, 2015, s. 214) İlaveten, geri dönüşüm otomatları standartlaştırma yoluna gidilerek tek bir materyal türü için özelleştirilebilirken; ürün yelpazesi genişletilerek farklı materyaller için de tasarlanabilir. Aynı bağlamda, bu otomatlar her türlü ambalaj atığının (şekil, hacim, dış çap ve yükseklik) –makinenin fonksiyonları sınırlanmasın a evrensel bir yaklaşım getirmekte ve sistemin içindeki paydaşları cezbetmektedir (Stojanov, 2015, s. 218). 50 Sonuç olarak, geri dönüşüm otomatlarının kullanımı sürdürülebilir bir çevre oluşturmak amacıyla ticari işletmeler tarafından uygulanabilecek bir yöntemdir. Depozito yöntemi, piyasaya ambalaj atığı süren şirketlerin doğal kaynakların korunması yönündeki taahhütlerini göstermektedir.

Çalışma kapsamında tasarlanması hedeflenen geri dönüşüm otomatlarının fonksiyonları otomatların çalışma mekanizmalarıyla ilgili yapılan araştırmalar, görüşmeler ve değerlendirmeler (benchmark) sonucunda belirlenmiştir. Buna göre önden-uca (front-end) geri dönüşüm otomatının tasarlanması kararlaştırılmıştır.

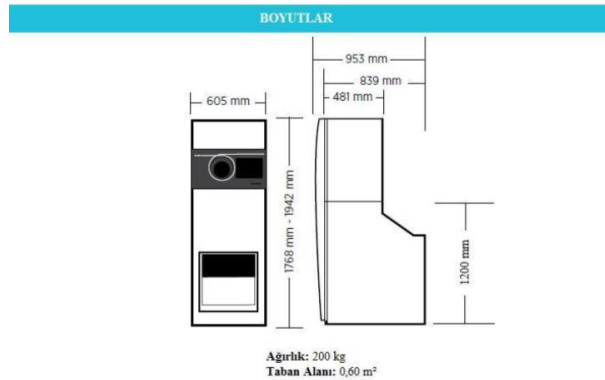
Şekil 2: Geri Dönüşüm Otomatlarıyla Tasarlanan Depozito Sistemi



Geri dönüşüm otomatı fonksiyon kısıtları çerçevesinde olabildiğince ergonomik şekilde tasarlanacaktır. Otomatın 1900mm x 605 mm x 953 mm boyutlarında tasarlanmasına karar verilmiştir. Depo haznesinin yüksekliği ise 1200 mm olacaktır. Otomatın ağırlığı 200 kilogram olup taban alanı yaklaşık olarak 0,60 m²'dir. Depo haznesi ise 0,839m*0,605m*1,200m = 0,609 m³'tür. Buna göre yaklaşık 600 litrelik depolama haznesi olacaktır.

Sisteme göre tasarlanacak olan geri dönüşüm otomatı ise, fonksiyon kısıtları çerçevesinde olabildiğince ergonomik şekilde tasarlanacaktır. Otomatın 1900mm x 605 mm x 953 mm boyutlarında tasarlanmasına karar verilmiştir. Depo haznesinin yüksekliği ise 1200 mm olacaktır. Otomatın ağırlığı 200-kilogram olup taban alanı yaklaşık olarak 0,60 m²'dir. Depo haznesi ise 0,839m*0,605m*1,200m = 0,609 m³'tür. Buna göre yaklaşık 600 litrelik depolama haznesi olacaktır.

Şekil 3: Tasarlanan Otomat Boyutları



3.3. Finansal Analiz

Nakit akış tablolarını oluşturabilmek için öncelikle gelir hesaplamaları yapılmıştır. Mevcut sistem ve önerilen sistem için, gelir kalemleri ve miktarları eşit kabul edilmiştir. Dolayısıyla, sistemlerin finansal tabloları aynı gelir tablosu üzerinden yapılmıştır. Serhan Maden'in araştırmasına göre, 60 ton/yıl kapasiteli ve bir belediye ile çalışan bir toplama ayırma tesisinin yıllık gelirleri Tablo 1'deki gibidir. Bu gelirler arasında, geri dönüşüm gelirleri ve belgelendirme gelirleri bulunmaktadır. Buna göre toplam belgelendirme gelirleri 121.181,42 TL ve toplam geri dönüşüm gelirleri 1.764.254,49 TL'dir. (Maden, 2014, s.80) Fakat bu gelirler arasında, plastik, cam ve alüminyuma ek olarak karton ve metal malzemeleri de bulunmaktadır. Yeni sistemde karton ve metal toplama işlemi gerçekleştirilmeyeceği için, bu iki malzemenin gelirleri elimine edilmiş ve açılan kapasite plastik, cam ve alüminyum miktarları artırılarak değerlendirilmiştir. Buna göre hesaplamalar tekrar yapıldığında, toplam belgelendirme geliri 99,725.87 TL ve toplam geri dönüşüm geliri 2,081,536 TL olarak bulunmuştur. Bu ikisinin toplanmasıyla, yıllık TAT (Toplama Ayırma Tesisi) geliri 2,181,262 TL olmaktadır. Yeni sistemde otomatların toplam kapasitesi 20,7 ton olduğu için, gerekli oran-orantı yapıldığında bu kapasiteye karşılık gelen yıllık TAT geliri 752.535 TL'dir.

Yeni sistemin kurulum maliyetlerini, alınacak otomatlar ve atık toplama aracı oluşturacaktır. 18 adet otomat 35.000 TL'den 630.000 TL etmektedir. Atık toplama rotası ve sefer sayısı bölümünde ulaşılan kütle ve hacim kısıtları neticesinde, Ford Trucks'ın 2533 Modelli katı atık toplama aracının satın alınmasına karar verilmiştir. Bu araç 18+1,5 m³ hidrolik taşıma hacmine sahip ve 25 tona kadar ağırlık taşıma kapasitesine sahiptir. Ford Trucks bayisinden alınan bilgilere göre, toplama aracının tüm donanımları, KDV ve ÖTV dahil liste fiyatı, 307.000 TL'dir. Dolayısıyla yeni sistem için toplam kurulum maliyeti, yaklaşık 937.000 TL olacaktır.

Tablo 1: Bir Belediye ile Çalışan Bir Toplama Ayırma Tesisinin Yıllık Gelirleri

YILLIK GELİR HESABI		ATIK MİKTARI	BEKLENELEN GELİR
ATIK TIPI	TL / TON	A BELEDİYESİ	A BELEDİYESİ
KARTON (opp)	300	1.362,26	408.677,34 TL
PET	1100	518,250	570.075,28 TL
PE	750	112,534	84.400,50 TL
PS	550	151,032	83.067,60 TL
PP	425	162,878	69.223,15 TL
METAL	550	340,564	187.310,20 TL
ALÜMİNYUM	1300	275,412	358.035,60 TL
CAM	90	38,498	3.464,82 TL
Belgelendirme G.			121.181,42 TL
	TOP.		1.885.435,90 TL

Otomat sisteminin işletim giderlerini, toplama aracının yakıt gideri, aracın bakım gideri ve işçi giderleri (şoför ve otomatlardan atıkları araca boşaltmaktan sorumlu kişi), bakım ve onarım masrafları ve bakım işçilik gideri, parçaların amortismanı, elektrik gideri, gerekli alan için ödenecek kira bedeli, idari ve işletme giderleri ve vergilendirme oluşturmaktadır. Tüm bu maliyet kalemleri Tablo 3'te detaylı olarak hesaplanmıştır.

Kamyonlarda kullanılan yakıt türü dizel motorundur ve güncel birim fiyatı 5,08 TL'dir. Buradan hareketle, aylık yakıt gideri 3.048 TL, yıllık yakıt gideri ise 36.576 TL olarak hesaplanmıştır. Araç bakım gideri ise, TAT bakım giderlerinden yola çıkılarak yıllık 12.000 TL olarak ele alınacaktır. Ek olarak, ağır yük kamyonlarının (yüksüz ağırlığı 6 ton ve üzeri olanların) amortismanı 5 yıldır. Bu bilgiden yola çıkılarak, 307000 TL'lik toplama aracının aylık bazda giderinin 5.116 TL olduğu belirlenmiştir.

Toplama aracında ve bakım&onarım işlerinde olmak üzere toplam 3 adet çalışan istihdam edilecektir. Bakım işlemleri haftalık ve 6 aylık bakım olarak 2'ye ayrılmıştır. Uzmanlardan elde edilen görüşler neticesinde, elektrik motoru, hidrolik sistem ve elektrik aksamının 6 ayda bir çalışma mekanizmasının elden geçirilmesi, yağlanması yapılması, bilyelerinin kontrol edilmesi, motorun sesinin dinlenmesi gibi yarım gün süresince bakımdan geçirilmesi şarttır. Haftalık bazda da hazne bakımı ve teknolojik fonksiyonlarının kontrolü yapılacaktır. 6 aylık bakım 1 haftalık periyot içerisinde bakımdan sorumlu işçinin tüm otomatları dolaşarak daha önceden anlatılmış olan bakım süreçlerini işletmesi şeklinde gerçekleşecektir. Haftalık bakımlar ise daha kısa sürecek olup 2 günde tamamlanabilecektir. Bakımda kullanılan bu işçi aktif olarak çalışmadığı zamanlarda herhangi bir arıza durumuyla karşılaşılma ihtimaline karşı yedekte tutulacaktır. Çalıştırılan tüm işçiler asgari ücrete tabi olacaklardır. 2018 brüt asgari ücreti 2.029TL olarak açıklanmıştır. Buna göre, aylık işçilik gideri $2.029 \times 3 = 6.087$ TL'dir. Yıllık işçilik maliyeti ise, 73.044 TL'dir. Otomatın bakım onarımı için ayrılan bütçe ise yıllık 30.000 TL seviyesindedir. Elektrik giderleri 3 zamanlı tarife üzerinden hesaplanmaktadır. 1 kWh için birim fiyatlar gündüz tarifesinde (06.00-17.00 aralığında-11 saat) 0.3922 TL, akşam tarifesinde (17.00-22.00-5 saat) 0.6094 TL, gece tarifesinde (22.00-06.00- 8 saat) 0.2356 TL'dir. Otomata ambalaj atığı atılmadığı süre boyunca harcayacağı enerji ise 0.045 kilowatttır. Ambalaj atığının hidrolik ile preslenmesi süresince ise 0,35 kilowatt güç harcamaktadır. Bundan dolayı otomatın stand-by halde harcadığı günlük enerji $(0.045 \times 11 \times 0.3922) + (0.045 \times 5 \times 0.6094) + (0.045 \times 8 \times 0.2356) = 0.41$ TL'lik güç harcamaktadır. Otomatın gündüz tarifesi boyunca 2 saatini, akşam tarifi boyunca 2,5 saatini ve gece tarifi boyunca da 1,5 saatini aktif çalışma ile geçireceği yaklaşımı ile (tüm sistemin çalıştığı varsayılıyor); Elektrik motorlarının gerekli bakımlarının yapılması onların ömürlerini oldukça uzatmaktadır. Birçok örnekte elektrik motorlarının ve onların aksamlarının 10'larca yıl bozulmadan çalıştığı görülmektedir. Bu yüzden amortisman hesabında yalnızca sensörler dikkate alınacaktır. Kullanılacak sensörün fiyatı yaklaşık olarak 1600 dolardır ve bu sensörlerin ömürleri yaklaşık 5 yıldır. 3.78 \$/TL kurundan 6.050 TL etmektedir. Yıllık bazda ise $6050/5 = 1210$ TL'lik gider vardır. Ayda yaklaşık 100 TL'lik gider tekbül etmektedir.

Devletin sisteme destek olmak için vergilendirmeden muaf tutulacağı varsayımı altında, toplam yıllık gideri 322.328 TL olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2: Önümüzdeki 5 Yıl İçin Tüfe Oranları ve Asgari Ücret tahminleri

FORECAST	2018	2019	2020	2021	2022
Tüfe Oranları	10.50	10.95	11.40	11.85	12.30
Asgari Ücret	2029.5	2102.68	2287.07	2471.46	2655.85

Kurulacak 20.7-ton kapasiteli bir TAT için 5 yıllık finansal tablo 3'teki gibidir. Buna göre, bir TAT tesisinin yatırımı geri ödeme süresi 3,24 yıldır. Bu süre içerisinde, %13'lük bir iskonto oranıyla NPV hesaplandığında pozitif bir sonuç alınmaktadır. Bu TAT'a yatırım yapılabilirliğini göstermektedir. Fakat yaklaşık 3,5 yıllık geri ödeme süresinin kısa bir zaman dilimi olmadığını da belirtmek gerekir.

Tablo 3: Bir Toplama Ayırma Tesisinin Nakit Akış Tablosu

FINANSAL TABLO	2018	2019	2020	2021	2022
Gelirler	376,267.79	831,573.32	922,650.39	1,027,850.11	1,149,665.04
Kurulum Maliyeti	870,000.00				
İşletme Maliyeti	262,861.30	580,938.48	644,565.08	718,057.77	803,157.88
Net Gelir	-756,593.51	250,634.83	278,085.32	309,792.34	346,507.16
Kümülatif Gelir	-756,593.51	-505,958.67	-227,873.35	81,918.98	428,426.14
ROI	31%				
BEP	3.24				
NPV(%13)	110,209.79				

Önerilen yeni sistem için 5 yıllık finansal tablo, Tablo 4'teki gibidir. Buna göre, %13'lük bir iskonto oranıyla NPV hesaplandığında yüksek bir pozitif sayısal değer çıkmaktadır. Bu, projenin olurlu olduğunu ve yatırım yapılabilirliğini göstermektedir. Geri dönüş süresinin 1,88 yıl olması ise, yatırımın kendini kısa bir süre içinde karşılayacağını belirtmektedir.

Tablo 4: Bir Geri Dönüşüm Otomatının Nakit Akış Tablosu

FINANSAL TABLO	2018	2019	2020	2021	2022
Gelirler	376,267.68	831,573.06	922,650.11	1,027,849.80	1,149,664.68
Belgelendirme Geliri	17,202.72	38,018.98	42,182.97	46,992.63	52,561.93
Gerİ Dönüşüm Geliri	359,064.96	793,554.08	880,467.15	980,857.17	1,097,102.76
Toplam Kurulum Maliyeti	937,000.00				
Otomat @18	630,000.00				
Yük Kamyonu @1	307,000.00				
Toplam İşletme Maliyeti	151,419.00	329,605.65	364,052.77	402,573.95	445,849.88
Araç Yakıt Maliyeti	18,288.00	40,417.53	44,844.21	49,957.30	55,877.95
Araç Bakım Maliyeti	6,000.00	13,260.34	14,712.67	16,324.05	18,111.93
Otomat Onarım Maliyeti	15,000.00	33,150.86	36,781.67	40,810.13	45,279.81
Otomat Elektrik Maliyeti	600.00	1,326.03	1,471.27	1,632.41	1,811.19
Şoför ve İşçilik Maliyeti	36,531.00	75,696.60	82,334.64	88,972.68	95,610.72
İdari ve İşletme Maliyeti	75,000.00	165,754.29	183,908.33	204,877.38	229,158.27
Net Gelir	-712,151.33	501,967.42	558,597.34	625,275.85	703,814.80
Kümülatif Gelir	-712,151.33	-210,183.91	348,413.43	973,689.28	1,677,504.09
ROI	53%				
BEP	1.88				
NPV(%13)	1,034,541.61				

İki finansal tabloyu karşılaştırmalı olarak değerlendirmek gerekirse, otomat sisteminin bir TAT tesisine göre kurulum maliyetinin yaklaşık %7,7 daha fazla olduğu görülmektedir. Fakat 5 yıllık işletme maliyetlerine bakıldığında, otomat sisteminin %77'e varan bir maliyet kazancı sağladığı görülmektedir. Bu maliyet kazancı özellikle, lojistik ve idari işletim giderlerindeki azalmadan kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla önerilen sistemde yatırım maliyeti, bir TAT tesisine göre çok daha hızlı bir şekilde geri dönmektedir.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde, hem ambalaj atıklarına yönelik mevzuatın hem de mevcut sistemin ambalaj atıkları yönetmede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Toplama ayırma tesisleri, organize sanayiler ve havaalanları gibi yüksek atık üreten noktalarda toplama işlemlerini olurlu bir şekilde devam ettirebilmektedir. Fakat evsel ambalaj atıklarının toplanması konusunda eksik kalmaktadır. Çünkü bu ambalaj atıklarını kaldırımdan alma maliyeti çok yüksektir. Dolayısıyla, bazı belediyeler ve atık toplama tesisleri hane halklarına yönelik birtakım girişimlerde bulunmuş olsalar dahi, bu girişimler sürdürülebilir olmamıştır. Ambalaj atıklarının gömülmesi yasak olmasına rağmen, diğer atıklarla karışmış olan bu atıkların büyük kısmı toprağa gömülmektedir. Piyasaya sürülen miktarları her geçen gün artmakta olan bu ambalaj atıklarının gömülmesi ile çok yüksek bir ekonomik kayıp yaşanmaktadır. Bu kayıp hem ambalaj atığının ekonomik değerinden hem de gömülmeleri için katlanılan maliyetten kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu atıkların doğada yok olması yüzyıllar sürdüğü için, çevreye de büyük zararlar verilmektedir. Öncelikli olarak yapılması gereken, tabii ki çıkan atığın engellenmesi ve eğer engellenemiyorsa kaynağında ayrıştırma ile desteklenmesidir. Sınırsız olmayan bu kaynaklar dikkatlice kullanılmadığı takdirde, ilerleyen zamanlarda kaynak bulma problemleriyle karşılaşılacağı aşikârdır. Dolayısıyla böyle bir ortamda, kaynak ve enerji tüketiminde azalmaya gidilmesi birinci adım olmalıdır. Hane halklarının tüketici sorumluluğu kapsamında, bir paydaş olarak sürece dâhil edilmesi sağlanmalıdır. Bunun için halkı bilinçlendirme çalışmaları sürdürülmeli ve mevcut sisteme entegre olabilecek yeni bir sistem tasarlanmalıdır. Çünkü literatür araştırmaları ve sistemin içindeki birtakım paydaşlarla yapılan görüşmeler göstermiştir ki, mevcut sistem hane halklarının sürece katılmasını teşvik edememektedir. Yeni sistem tasarlanırken iki yola başvurulabilir: ödül veya ceza sistemi. Bu çalışmada, ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplanması konusunda hane halkını teşvik edilmesi gerektiği görüşüyle ödül sistemi benimsenmiştir. Geri dönüşüm otomatlarına atıkların toplanmasını ve depolanmasını sağlayacak bir depozito 77 sistemi önerilmiştir. Buna göre, içecek ambalajlarına depozito bedelleri eklenecek ve tüketiciler ambalaj atıklarını geri dönüşüm otomatına attığında bu parayı geri temin edecektir. Böylece, tüketicinin de sürece dâhil edilmesi sağlanacaktır. Önerilen sistemin fizibilitesinin yapılabilmesi için pilot bölge belirlenerek, otomatların yerleştirilebileceği AVM, üniversiteler, sahil kenarları ve metrolar gibi insan yoğunluğuna sahip noktalar tespit edilmiştir. Sensörler yardımıyla otomatların doluluk oranı takip edilerek, atık toplama rotaları bu kısıt altında oluşturulmuştur. Tüm maliyet kalemleri ve gelirler değerlendirildiğinde, yeni sistemin finansal açıdan da uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir. Önerilen sistemin finansal sorumluluğu, 'kirlenen öder' prensibi çerçevesinde yetkilendirilmiş kuruluşlara verilecektir. Böylece, hem her bir piyasaya sürenin bu sisteme destek olması sağlanarak yatırımın ekonomik işletmeler arasında bölüştürülmesi sağlanacak, hem de yeni sistemin kontrolü merkezi olarak yönetilebilecektir. Ülkemizde, hali hazırda faaliyetlerine devam etmekte olan yetkilendirilmiş kuruluşlar, her ambalaj türüyle ilgilenmektedir. Fakat bu yetkilendirilmiş kuruluşlar, tek bir ambalaj atığı türünden sorumlu olmalıdır. Böylece, her kuruluşun kendi atık türünde uzmanlaşması sağlanabilecektir. Yeni sistemle birlikte, toplama ayırma tesislerinin sayısının bir miktar azalması ve geri dönüşüm tesislerinin artması beklenmektedir. Dolayısıyla, mevcut durumdaki TAT (Toplama Ayırma Tesis)ler geri dönüşüm tesisine dönüştürülerek değerlendirilebilir. Sokak toplayıcıları ise, bu alanlarda istihdam edilebilir. Çalışmada değinilmesi gereken önemli nokta, hükümetin bu sistemi desteklemesinin gerekliliğidir. Çünkü ekonomik işletmeler, satışlarının düşeceği endişesiyle ürünlerine depozito bedeli eklemek istememektedir. Dolayısıyla bu konu, ekonomik işletmelerin eline bırakılmamalı, devlet tarafından mecburi hale getirilerek çözümlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Ambalaj Komisyonu. (2009). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ambalaj Atıkları Şube Müdürlüğü, I. Ambalaj Komisyonu (Ambalaj Alt Komisyon Raporları), Ankara.
- Allenby, B., Kahhat, R., Kim, J., Williams, E., Xu, M., Zhang, P. (2008). Exploring e-waste management systems in the United States. Resources, Conservation and Recycling 52 (2008), 955-964. doi: 10.1016/j.resconrec.2008.03.002
- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 24.08.2011, Sayısı: 28035.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü (2014). Ulusal geri dönüşüm strateji belgesi ve eylem planı. 2014-2017, Ankara.
- Borat, M. (2011). Deposit application as a means in recycling and resource recovery in solid waste management. Journal of Engineering and Natural Sciences 3(1), 27-35.
- Bovea, M. D., Powell, J. C. (2006). Alternative scenarios to meet demands of sustainable waste management. Journal of Environmental Management 79 (2006), 115. doi: 10.1016/j.jenvman.2005.06.005
- Cabral, M., da Cruz, N. F., Ferreira, S., Marques, R. C., Simoes, P. (2014). Financial flows in the recycling of packaging waste: the case of France. Pol. J. Environ. Stud., 22 (6), 1638.
- Cabral, M., da Cruz, N. F., Ferreira, S., Marques, R. C., Simoes, P. (2014). Packaging waste recycling in Europe: is the industry for it? Waste Management, 34 (2), 2-5. doi: 10.1016/j.wasman.2013.10.035
- CBOT (1996). Chemical composition of container glass.
- Cevko.org.tr. (2017). Orta ölçekli ayırma tesisleri. Aralık 28, 2017 tarihinde http://www.cevko.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=454&Itemid=24 adresinden alındı.
- Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2008). Atık yönetimi eylem planı 2008-2012, Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2012). Şemalarla çevre yönetimi genel müdürlüğü mevzuatı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2012-2017). Ambalaj Bültenleri.
- Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı (2012). Türkiye'de atık yönetimi, atık yönetimi sempozyumu, Antalya.
- Darnay, A., Franklin, W. E. (1969). The role of packaging in solid waste management 1966 to 1976. Kansas City: Midwest Research Institute.
- Da Cruz, N. F., Marques, R. C., Simoes, P. (2014). Economic cost recovery in the recycling of packaging waste: the case of Portugal. Journal of Cleaner Production, 37, 4-7. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.05.043
- Dong, L., Huang, Q., Wanga, Q., Xi, B. (2006). The current situation of solid waste management in China. Chinese Research Academy of Environmental Sciences, 8 (2006), 68. doi: 10.1007/s10163-005-0137-2 enerjienstitusu.com. (2017).
- Elektrik Faturası Nasıl Hesaplanır? Aralık 29, 2017 tarihinde <http://enerjienstitusu.com/elektrik-fiyatlari/> adresinden alındı.
- Enuygun.com. (2018). Mevduat Faiz Oranları. Ocak 2, 2018 tarihinde <https://www.enuygun.com/mevduat/karsilastir/870000-tl-2-yilda-ne-kadar-faiz-getirir/> adresinden alındı.
- European Commission (2001). European packaging waste management system main report (Final Raporu).
- European Commission (2014). General union environment action programme to 2020.
- European Investment Bank (2012). Economic impact of the packaging and packaging waste directive: comparing the recycling systems of Portugal, France, Germany, Romania and the UK.
- Evdenevenakliyat.com.tr. (2018). Kamyonların yakıt tüketimi. Ocak 2, 2018 tarihinde <http://www.evdenevenakliyat.com.tr/araclarin-yakit-tuketimi.html> adresinden alındı.
- Fisher, K. (2006). Impact of energy from waste and recycling policy on UK greenhouse gas emissions (Final Raporu).
- Fordtrucks.com.tr. (2018). Çöp Kamyonu. Ocak 2, 2018 tarihinde <https://www.fordtrucks.com.tr/tr-tr/kamu-ustuyapi/cop-kamyonu> adresinden alındı.
- Friends of the Earth (2008). Recycling: why it's important and how to do it. Website: www.foe.co.uk
- Investaz.com.tr. (2017). Yıllara göre enflasyon oranları nasıl değişti. Aralık 29, 2017 tarihinde <https://www.investaz.com.tr/blog/yillara-gore-enflasyon-oranlari-nasil-degisti/> adresinden alındı.
- Kaya, Y. (2012). Uluslararası çevre anlaşmalarına uyum sorunu. Ezgi Kitabevi Yayınları, Bursa, s. 133-175.
- Kemirtlek, A. (t.y.). Entegre kati atık yönetimi.
- Kjaer, B., Fischer, C., Ryberg, M., Kiorboe, N., Davidsen, C., Skou Andersen, M. (2012). Effectiveness of economic instruments for packaging. Paper No: 4.
- Kutlu Bülbul, H. (2013). Türkiye'nin Avrupa Birliğine giriş sürecinde ambalaj atıkları yönetimi: Bursa örneği. (Yayınlanmış yüksek lisans tezi.)

- Okan Üniversitesi: Sosyal Bilimler Enstitüsü Layman Report (2006). New pet collecting and recycling scheme in Croatia.
- Liukkonen, J. (2015). Machine vision system for a reverse vending machine. (Yayınlanmış yüksek lisans tezi.) Aalto University: School of Electrical Engineering.
- Maden, S. (2014). Ambalaj atıkları toplama ayırma tesislerinin kurulması, maliyet analizleri ve işletilmesi. (Yayınlanmış yüksek lisans tezi.) Yıldız Teknik Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Muhasebetr.com. (2018). Asgari ücret ne kadar?. Ocak 2, 2018 tarihinde <http://www.muhasetr.com/asgari-ucet/> adresinden alındı.
- Murat, S. (t.y.). Kadıköy'ün nüfus ve eğitim yapısı.
- Neumayer, E. (2000). German packaging waste management: a successful voluntary agreement with less successful environmental effects. *European Environment*, 10 (3), 25. doi: 10.1002/1099-0976(200005/06)10:3<152::AID-EET224>3.0.CO;2-N
- New Jersey WasteWise Business Network (2015). The economic benefits of recycling and waste reduction - WasteWise case studies from the private and public sectors.
- Nufusu.com. (2017). İstanbul ilçeleri nüfusu. Aralık 28, 2017 tarihinde nufusu.com/ilceleri/istanbul-ilceleri-nufusu adresinden alındı
- Opet.com.tr. (2018). Akaryakıt fiyatları. Ocak 2, 2018 tarihinde <https://www.opet.com.tr/istanbul-akaryakit-fiyatlari> adresinden alındı.
- Pearce, D., Turner, K. (1992). Packaging waste and the polluter pays principle a taxation solution. CSERGE Discussion Paper WM 92-01. University College London.
- Research Development & Consulting (2003). Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for the different packaging materials in the frame of the packaging and packaging waste directive 94/62/EC (Final Consolidated Report)
- sayilarla.marmara.edu.tr. (2017). Sayılarla Marmara Üniversitesi. Aralık 28, 2017 tarihinde <http://sayilarla.marmara.edu.tr/> adresinden alındı.
- Selke, S. E. (t.y.). Plastics recycling and biodegradable plastics. (Yayınlanmış doktora tezi.) Michigan State University.
- Sozcu.com.tr. (2017). Eğitim düzeyi en yüksek il ve ilçelerimiz. Aralık 28, 2017 tarihinde <http://www.sozcu.com.tr/egitim/egitim-duzeyi-en-yukse-til-ve-ilcelerimiz.html> adresinden alındı.
- Stojanov, M. (2015). Reversible vending: features and world practice. (Yayınlanmış doktora tezi.) University of Economics, Varna.
- TheTimes.co.uk. (2017). Deposits on plastic bottles backed by UN. Aralık 28, 2018 tarihinde <https://www.thetimes.co.uk/article/deposits-on-plastic-bottles-backed-by-un-8cxdgv53s> adresinden alındı.
- Tr.urapcenter.org. (2017). University ranking by academic performance. Aralık 28, 2017 tarihinde http://tr.urapcenter.org/2011/2011_7_dt4.php adresinden alındı.
- Wen, Z., Zhang, H. (2013). The consumption and recycling collection system of PET bottles: A case study of Beijing, China. *Waste Management*, 34 (2014), 987-998. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.07.015>