

Yeniden Kullanılabilir Ambalajların Sürdürülebilirlik Etkisi: İklimlendirme Sektöründe Bir Uygulama

The Impact of Reusable Packaging on Sustainability: A Case Study in the Air Conditioning Industry

Muhammed Murad Serbest^{1*} 
Mustafa Cahit Ugan¹ 

¹ Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye,
m.muradserbest@gmail.com,
ungan@sakarya.edu.tr,
ror.org/04ttnw109

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author



Öz: Günümüzde, sürdürülebilirliğin önemi hem çevresel kaygılar hem de artan tüketici bilinci nedeniyle öne çıkmıştır. Aynı zamanda, işletmeler yoğun rekabet ortamında kârlılıklarını sürdürme zorunluluğu ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu kapsamda, yeniden kullanılabilir ambalajlar hem çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlamakta hem de ekonomik bakımdan avantaj sunmaktadır. Çalışmada iklimlendirme sektöründe dünyanın önde gelen firmalarından olan Daikin’de yapılan bir örnek olay çalışması ile yeniden kullanılabilir ambalaj kullanımının işletmenin sürdürülebilirlik çalışmalarına katkısı ortaya konulmuştur. Yeniden kullanılan ambalaj miktarını belirlemek için önce üstel düzeltme yöntemi kullanılarak talep tahmini yapılmıştır. Daha sonra ise maliyet, kârlılık ve başa-baş noktası analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler yeniden kullanılabilir ambalaj kullanımının işletmeyi kullanımının dokuzuncu aydan itibaren kara geçirdiğini, önemli finansal kazançlar sağladığını ve çevresel sürdürülebilirliği de desteklediğini göstermiştir. Bu çalışma sonucunda, işletme yöneticileri ve politika yapımcılar için öneriler geliştirilmiştir. Dönüşümlü ambalajların maliyet avantajları ve çevresel faydaları konusunda bilinçlendirme, dönüşümlü ambalaj kullanımını teşvik edecek kamu politikalarının geliştirilmesi, finansal destek programlarının oluşturulması, sürdürülebilir ambalajlara yönelik yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi, ambalaj süreçlerinde akıllı takip sistemleri ve geri kazanım teknolojilerinin uygulanarak süreçlerin daha verimli hale getirilmesi bu önerilerden bazılarıdır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yeniden Kullanılabilir Ambalaj, Talep Tahmini, Başa baş Noktası Analizi

Geliş Tarihi/Received: 27.04.2025
Kabul Tarihi/Accepted: 10.06.2025
Yayınlanma Tarihi/ Available Online:
29.06.2025

Abstract: Today, the importance of sustainability has come to the fore due to environmental concerns and increasing consumer awareness. At the same time, businesses are faced with the necessity of maintaining their profitability in an intensely competitive environment. In this context, reusable packaging contributes to both reducing environmental impacts and offers advantages in economic terms. A case study conducted at Daikin, one of the world’s leading companies in the air conditioning sector, has been used to demonstrate the contribution of reusable packaging to the business’s sustainability efforts. First, a demand estimate was made using the exponential smoothing method to determine the amount of reused packaging. Then, cost, profitability, and break-even point analyses were conducted. The results showed that reusable packaging made the business profitable starting from the ninth month of use, provided significant financial gains, and supported environmental sustainability. As a result of this study, recommendations were developed for business managers and policymakers. Some of these recommendations include raising awareness about the cost advantages and environmental benefits of recyclable packaging, developing public policies that will encourage the use of recyclable packaging, creating financial support programs, strengthening legal regulations for sustainable packaging, and making processes more efficient by implementing smart tracking systems and recycling technologies in packaging processes.

Keywords: Sustainability, Reusable Packaging, Demand Forecasting, Break Even Point Analysis

Extended Abstract

Introduction

With sustainability, the main goal is to transfer existing resources to future generations, and in this context, the goal is to manage them effectively by considering natural resources. Although sustainability is seen as an environmental element, it also includes economic and social dimensions.

The air conditioning sector operates to improve the quality of the air in the environment where people are located. Heating, cooling, adjusting the humidity, cleaning, and balancing the oxygen level of the air constitute the basic working areas of this sector. The air conditioning sector's broad scope also leads to various sub-product groups, which affects packaging usage and brings additional costs.

Although reusable packaging contributes to economic and environmental sustainability, there are very few studies in the current literature that focus on determining the demand for reusable packaging, its financial benefits (see Skerlic & Muha, 2020 for an example), and its environmental impacts (see Asim, 2022 for an example). Addressing this gap was one of the motivations for the present study. More specifically, using a case study method, this research aims to estimate the demand for reusable packaging, identify the break-even point, and conduct cost and profitability analyses. In addition, the contribution of reusable packaging to environmental well-being will also be discussed.

Literature review

There are few studies in the literature on the benefits of reusable packaging. Palmqvist and Karlsson (2022) noted that with the increase in global sustainability awareness, pressure on governments and businesses to reduce carbon emissions has increased. The same authors stated that while global supply chains are shaped by cost-oriented decisions today, sustainability only becomes a priority when it provides financial benefits. Thomas and Eirik (2015) conducted a study on how packaging and returnable packaging are managed by suppliers in the Scandinavian automotive supply chain and determined the factors that are important for efficient packaging management for suppliers, sub-suppliers, and manufacturers. Na et al. (2019) stated that reusable packaging systems are advantageous in terms of cost and environment in low-variability demand and delivery conditions and long-term business relationships. These authors also indicated that this approach could also be applied in closed-loop supply chains outside the automotive sector. Skerlic and Muha (2020) developed a model in the automotive sector that allows the most appropriate option to be determined by comparing different packaging options with cost components. Akabane et al. (2018) examined the financial and environmental impacts of replacing disposable and recyclable packaging in a multinational automotive company. Cottafava et al. (2021) conducted a break-even analysis of the return rate of reusable cups compared to disposable cups.

Method

This study employed a case study method. A case study is a detailed examination of a subject (Punch, 2011). The universe of the research is limited to Daikin, a leading Japanese company in the air conditioning sector of the world. The company operates a factory in Türkiye, and the data were collected from this factory. This research examined the economic feasibility of transporting four different materials in reusable packaging using quantitative methods. The data used belong to the years 2023 and 2026. The data realized between 2023 and 2025, planned by the company between 2025 and 2026, and finally estimated between 2026 and 2028 were used for this article. Also, environmental inferences out of the economic analysis were made.

Four different air conditioner outdoor unit covers, which were determined as the most suitable materials, were examined and it was seen that they could be transported in a package with common dimensions. First, a common reusable packaging size and type were determined for these parts. After

this, the optimum number of packages for future periods was determined using the Exponential Smoothing Model, a quantitative demand forecasting method, and the investment cost was calculated based on the determined number of packages. After calculating the investment cost for reusable and single-use packaging, the investment's break-even point and payback period were determined. Finally, the profitability for the next four years was calculated.

Results

After making a demand forecast with exponential smoothing for reusable packaging material, the break-even point usage amount of the investment was found to be 15,041 units. The investment started to yield a profit for the company as of the ninth month of the use of reusable packaging. The company made a profit about €265,000 in 4 years. The profitability of the investment was calculated as 32.5% in the first year, 156.75% in the second year, 256.66% in the third year, and 356.91% in the fourth year.

Conclusion

The analyses show that using reusable packaging provides significant financial gains to businesses in the long term. In addition, positive effects on environmental sustainability were determined regarding factors such as reducing carbon footprint and waste management. The analyses revealed that using recycled packaging saved approximately 265,000 Euros in four years. This saving is related to reducing costs, optimizing logistics processes, and reducing waste management expenses compared to traditional single-use packaging. In this context, industrial organizations turning to recyclable packaging systems will contribute to economic and environmental sustainability. This work has several implications for managers and policy makers. Industrial enterprises need to accelerate the transition to recyclable packaging systems, adopt closed-loop systems in supply chain management, and invest in innovative solutions to increase resource efficiency in logistics processes. In order to increase the use of recyclable packaging, enterprises should also be made aware of the cost advantages and environmental benefits of recyclable packaging systems. Other implications include developing public policies that will encourage the use of recyclable packaging, creating financial support programs that strengthen legal regulations for sustainable packaging, and making processes more efficient by implementing smart tracking systems and recycling technologies in packaging processes.

1. Giriş

Sürdürülebilir kalkınma, çevre sorunlarının çözülmesini, doğal kaynakların korunmasını, çevre dostu uygulamaların teşvik edilmesini ve ekonomik büyümeyle birlikte toplumsal refahın artırılmasını hedefleyen bir yaklaşımdır (Bozlağan, 2010). Bu çerçevede, sürdürülebilirlik yalnızca çevresel bir kavram olmanın ötesine geçmekte; kaynakların verimli kullanımı, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği ve toplumsal refah gibi çok yönlü boyutları içermektedir. İklimlendirme sektörü, bireylerin yaşadığı ortamın hava kalitesini artırmak amacıyla; havanın ısıtılması, soğutulması, nem oranının dengelenmesi ve zararlı partiküllerden arındırılması gibi çeşitli hizmetler sunmaktadır (Seeley International, 2023). Sektörün geniş ürün yelpazesi, üretim ve dağıtım süreçlerinde yoğun ambalaj kullanımını da beraberinde getirmektedir. Özellikle iklimlendirme sistemlerinin taşınabilirliği ve korunması amacıyla kullanılan ambalaj malzemeleri, hem maliyetleri artırmakta hem de çevresel etkiler doğurmaktadır. Ambalaj sektöründe yaşanan bu artış, kullanılan hammadde miktarının ve atık üretiminin artmasına neden olmaktadır (Serhat Kalkınma Ajansı, 2021). Bu nedenle, ambalajların sürdürülebilirlik ilkesine uygun şekilde tasarlanması ve yönetilmesi, sektörün çevresel etkilerini azaltma ve maliyetleri kontrol altına alma açısından kritik öneme sahiptir. Ambalajlar, ürünlerin korunması, taşınması ve bilgi sunumu gibi işlevleriyle önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda ambalaj tasarımı, estetik ve işlevsel olmak üzere iki yönüyle tüketici deneyimini etkileyebilmektedir. Ambalaj tasarım süreci ise malzeme seçiminden başlayarak grafik tasarımıyla devam etmekte ve pazarlama stratejileriyle bütünleşmektedir (Wyrwa & Barska, 2017; Ambrose & Harris, 2012). Ambalaj

atıkları yönetmeliklere göre atıklar, ambalaj niteliklerine sahip olan ve atık haline gelen ürünleri ifade etmektedir. Söz konusu atıklar, plastik, kağıt, cam, metal, kompozit ve ahşap gibi çeşitli malzemelerden oluşmaktadır. Her bir malzemenin geri dönüşüm süreci farklılık göstermektedir ve bu süreç, malzemelerin yeniden kullanımını, geri kazanımını ve dönüştürülmesini içermektedir (Bouzon vd., 2015). Sürdürülebilirlik ambalaj tasarımı ve atık yönetimi ile yakından ilişkilendirilmektedir. Bu yaklaşım, tüketici davranışlarını şekillendirmekte ve çevresel bilinci artırırken ambalaj malzemelerinin çevre üzerindeki etkilerini minimize etmeyi hedeflemektedir (Rashid vd., 2015). Ambalaj sektörü, sürdürülebilirlik kriterlerini karşılayacak şekilde malzeme seçimi ve tasarım yöntemlerini sürekli olarak geliştirmeye yönelik çabalarını sürdürmektedir. Bu bağlamda azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüştürme, sürdürülebilir bir çevre yaratma amacına hizmet eden üç temel strateji olarak öne çıkmaktadır. Bu hem tüketici sağlığı ve güvenliği hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır (Keskin vd., 2020). İklimlendirme sektöründe yeniden kullanılabilir ambalajların kullanılması bu sektördeki mali yüklerin hafifletilmesine imkân tanımakta aynı zamanda çevre kirliliğinin de azaltılmasına destek olmaktadır. Özellikle plastikten üretilen bu tür ambalajlar, tekstil, kimya, ilaç, gıda ve içecek gibi birçok sektörde güvenli ürün akışını sağlarlar. Bu sistemler, tek kullanımlık ambalaj malzemelerine olan bağımlılığı azaltarak atık miktarını minimize ederler ve negatif çevresel etkileri minimize etmeye katkıda bulunurlar. Ayrıca, tekrar kullanılabilir ambalajların tersine lojistikte kullanılması, çevresel sürdürülebilirliği desteklemenin yanı sıra, uzun vadede ambalaj maliyetlerinin düşürülerek ekonomik açıdan avantaj sağlanmasına neden olmaktadır.

Yeniden kullanılabilir ambalajların ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe katkılarına rağmen mevcut yazında bunlara olan talebin belirlenmesi, finansal faydaları (örneğin, Skerlic & Muha, 2020) ve çevresel etkileri (örneğin, Asim, 2022) konularında çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Literatürde, özellikle iklimlendirme sektörü özelinde yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerinin kullanımına yönelik kapsamlı uygulamalı çalışmaların bulunmaması, bu araştırmayı özgün kılan bir diğer önemli unsurdur. Sektöre özgü lojistik dinamikler, ürün çeşitliliği ve ambalajlama gereksinimleri dikkate alındığında, bu çalışma hem sektörel bir boşluğu doldurmakta hem de yeniden kullanılabilir ambalaj uygulamalarının pratikteki etkinliğini gözler önüne sermektedir. Bu alandaki boşluğun doldurulması bu çalışma için bir motivasyon olmuştur. Daha spesifik olarak bu çalışmada bir örnek olay yöntemi ile yeniden kullanılabilir ambalajlar için talep tahmini, gerekli minimum talep düzeyi ve maliyet ve karlılık analizleri yapılmış ve bu analizler sonucu da ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe olan katkıları ortaya konulmuştur.

Çalışmanın devamında, ilk olarak yeniden kullanılabilir ambalajlar ve sürdürülebilirlik ilişkisine dair literatür incelenerek kavramsal bir çerçeve sunulmuştur. Ardından, araştırmanın yöntemi açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, iklimlendirme sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilen örnek olay çalışmasına yer verilmiş; bu kapsamda talep tahmini, maliyet analizi ve başa baş noktası gibi analizler gerçekleştirilmiştir. Son olarak, elde edilen bulgular doğrultusunda sonuçlar ve uygulayıcılara yönelik öneriler sunulmuştur.

2. Kavramsal Çerçeve ve Literatür Taraması

2.1. Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir üretim

Dünya çapında gözlenen nüfus artışı, küreselleşme ve kaydedilen teknolojik ilerlemelerin enerji ve doğal kaynaklara olan ihtiyacı artırması yenilenemeyen enerji kaynaklarına yönelmeye neden olmaktadır. Yenilenemeyen kaynakların kullanılmasıyla gelecek nesiller adına yaşanabilir bir dünya bırakma prensibi güçleşmiş ve sürdürülebilirlik kavramı belirginleşmiştir (Erdede vd., 2014). İnsanoğlunun dünya üzerindeki varlığını devam ettirebilmesi adına yaşamsal kaynakların korunması, gözetilmesi ve sonraki nesillere aktarılabilir hale getirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda öne çıkan sürdürülebilirlik olgusu, mevcut kaynakların gelecek nüfus için korunmasını amaçlamakta ve bu yöndeki adımları içermektedir. Sürdürülebilirlik kavramının uluslararası alanda büyük önem taşıyan

Brundtland Raporu'ndaki tanımı "*sürdürülebilir gelişme, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama becerisini riske atmadan, günümüz ihtiyaçlarını karşılamayı garanti altına almaktır*" şeklindedir (Aracı & Yüksel, 2016).

Sürdürülebilirlik kavramına yönelik tanımlamaların büyük bir kısmı benzerlik göstermekte olup genelde çevrenin ve doğal kaynakların korunması üzerinde şekillenmektedir (Darlıyerli, 2020).

Sürdürülebilirliğin ekolojik, sosyal ve ekonomik olmak üzere üç bileşeni bulunmaktadır. Çevrenin dengesinin korunmasını amaçlayan sürdürülebilirlik faaliyetleri ekolojik bileşenin içeriğini oluşturmaktadır. Bu bileşen kapsamında doğada var olan su ve doğalgaz gibi kaynakların miktarının dengede tutulması amaçlanmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakların kullanımının teşvik edilmesi de ekolojik bileşen çerçevesinde değerlendirilebilmektedir (Bilgili, 2017). Finansal açıdan var olan giderlerin en aza indirilmesiyle verimliliğin artırılması, ekonomik sürdürülebilirliğin temel amaçları arasında gösterilebilmektedir. Bu bağlamda kaynakların etkin bir şekilde değerlendirilmesi ve hammadde kaynaklarının korunması, sürdürülebilirlik olgusunu desteklerken çevreye zarar veren birtakım atıkların oluşmasına da neden olmaktadır. Dolayısıyla da ekonomik sürdürülebilirlik adına atıkların etkin bir şekilde yönetilmesi aynı zamanda çevresel ve toplumsal sürdürülebilirliğin sağlanmasına da yardımcı olmaktadır (Başdil Güneş, 2017). Toplumsal görüşlerin değerlendirmeye alınması, her bir bireye eşit fırsatlar ve haklar sunulması, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin alınması, çoğulculuğun benimsenmesi, kültürel kimliğin gözetilmesi ve paylaşımcılıkla hoşgörülü birlik anlayışı, sürdürülebilirliğin sosyal bileşenini oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle sosyal sürdürülebilirlik kapsamında kişilerin bir bütünlük içinde olmaları beklenmekte ve toplumsal devamlılığın sağlanması hedeflenmektedir (Gedik, 2020).

Sürdürülebilir üretim, sürdürülebilir gelişim anlayışının bir uzantısı olarak ele alınmaktadır ve bu kavram ilk defa 1992'de Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (UNCED) gündeme gelmiştir. Massachusetts Üniversitesi Lowell'deki Lowell Sürdürülebilir Üretim Merkezi (LCSP) tarafından sürdürülebilir üretim, "*Çevreyi kirletmeyen yöntem ve sistemlerle ürün ve hizmetlerin üretilmesi; enerji ve doğal kaynakların muhafazası; ekonomik sürdürülebilirlik; çalışanlar, topluluklar ve tüketiciler için sağlıklı ve güvenli bir ortam sağlanması; ve tüm bireyler için sosyal ve yaratıcı faydalar sunulması*" şeklinde açıklanmaktadır (Veleva & Ellenbecker, 2001). Diğer taraftan Cambridge Üniversitesi'ne bağlı İmalat Enstitüsü, sürdürülebilir üretim metotlarını teknolojilerin geliştirilmesi sürecinde herhangi bir sera gazı salınımı, yenilenemeyen kaynak kullanımı ya da toksik atık oluşumuna izin vermeyen yöntemler olarak tanımlanmıştır (Allwood, 2005).

2.2. Yeniden kullanılabilir ambalaj

Sürdürülebilirlik anlayışının benimsenmesiyle oluşturulan yeniden kullanılabilir ambalajlar sadece bir defa kullanılan ambalajlara alternatif olarak geliştirilmişlerdir. Bu ambalajlar bir kere kullanıldıktan sonra herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmadan yalnızca temizlenerek kullanılabilirler (Palabıyık & Altunbaş, 2004). Yeniden kullanılabilir raflar, paletler ve konteynırlar da bu ambalaj türüne örnek teşkil etmektedir (Reusable Packaging Association [RPA], 2015). Yeniden kullanılan ambalajlar çoğu zaman işleyiciler ve üreticiler, müşteriler ve tedarikçiler arasında önceden planlanmış tedarik zincirlerinde kullanılmaktadırlar. Plastik, metal ve ahşap gibi malzemelerin kullanılmasıyla hazırlanan ambalajlar, lojistik sisteminde karşı karşıya kalınan zorlu koşullara rağmen taşınan ürünün muhafaza edilip korunmasını sağlamaktadır (RPA, 2015). Thierry ve arkadaşları (1995) yeniden kullanımı dört farklı biçimde ele almaktadır: tamir, doğrudan yeniden kullanım, yeniden üretim ve geri dönüşüm. Bu noktada sözü edilen yeniden kullanım malzemelerin tekrardan kullanımını ifade etmekte olup bir ürünün kullanılması sonrasında mevcut ambalajın atığa dönüşmeden yeniden kullanılmasını ifade etmektedir. Örneğin gıda sektöründe sıklıkla kullanılan cam şişelerin toplanarak temizlenmesinin ardından tekrar doldurularak kullanılması, yeniden kullanmaya bir örnek teşkil etmektedir.

RPA (2015) tedarik zincirinin her aşamasında yeniden kullanılabilir ambalajların kullanımının ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan birçok fayda sağlayacağını belirtmektedir. Maliyet yönünden ele alındığında da bazı tasarruflar mümkündür. Bu ambalajların defalarca kullanımı ek ambalaj masraflarının meydana gelmesini önlemektedir. Ayrıca amaçlarına uygun olarak tasarlanmış ve dayanıklı konteynerlerin kullanımı nakliye ve elleçleme süreçlerinde hasar görebilecek ürünlerle ilgili maliyetleri düşürmektedir. Diğer yandan bu ambalajlar sayesinde depolama alanlarının daha etkili kullanımı mümkün olmakta, azalan yer ihtiyacı sayesinde depolama giderleri de azalmaktadır. Bununla birlikte özellikle tekrarlı kullanım ile nakliye ve elleçleme süreçlerinde meydana gelebilecek hasarlara karşı dayanıklılık açısından bu ambalajların sağlam malzemeden yapılması gerekmektedir. Bu da bu tür ambalajlara yapılan başlangıç yatırımlarının yüksek olmasına sebep olmaktadır.

Yeniden kullanılabilir ambalajlar sağlamlıkları ile iş sağlığı ve güvenliğine katkıda bulunmaları nedeniyle sosyal fayda sağlamaktadırlar (Nordin & Selke, 2010). Çevresel açıdan ise yeniden kullanılabilir ambalajların kullanımı sera gazı salımının düşürülmesine, daha az enerji tüketimine ve atıkların azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Coelho vd., 2020). Tek seferlik kullanılan ambalajların sürdürülebilirlik çerçevesinde yarattığı güçlükler, malzeme seçimlerindeki iyi ile kötü arasındaki mücadeleyi aşarak toplumların hızlı tüketim ve atma eğiliminin çevreye verdiği zarara önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Bu problem yalnızca plastiklerle kısıtlı kalmamakta bir kez kullanıldıktan sonra atık ve kirlilik kaynağına dönüşen geniş bir malzeme yelpazesini de kapsamaktadır. Tek seferlik ambalajlar özellikle gıda sektöründe giderek daha fazla tercih edilmekte ve bu durum, artan çevresel etkilerle başa çıkmak için sürdürülebilir ve yeniden kullanılabilir seçeneklere geçiş yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır (Walker vd., 2021). Bu sorunu ele almak amacıyla döngüsel bir ekonomiye geçişi destekleyen geri dönüşümlü ambalajlar 2019/904 sayılı Avrupa Birliği Direktifi'nde belirtildiği gibi tek kullanımlık plastiklerin çevresel etkilerini azaltma ve yeniden kullanılabilir alternatiflerin benimsenmesini teşvik etme çabalarıyla uyumlu bir şekilde ambalajları dönüştürmek için potansiyel bir çözüm yolu olarak belirginleşmiştir (Halme, 2020). Buna paralel olarak bazı araştırmacılar (Koeijer vd., 2017; Han vd., 2018; Molina-Besch vd., 2019; Hitt vd., 2023) döngüsel ekonomiye geçişte yeniden kullanılabilir ambalajların olumlu rolünü ele alan çalışmalar yapmışlardır. Diğer yandan ambalaj tasarımının sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi de ilgili literatürdeki çeşitli araştırmalarda (Steenis vd., 2017; Sastre vd., 2022) vurgulanmaktadır. Sürdürülebilir ambalaj tasarımının çeşitli özellikleri, biyolojik olarak parçalanabilme, geri dönüştürülmüş materyallerin kullanımı, gıda israfının azaltılması ve enerji verimliliği gibi unsurları içermekte olup tüm bunlar tüketici tercihleri gözetilerek sürdürülebilir bir ambalaj ekosistemine katkı sağlamaktadır (Magnier & Crié, 2015). Tek kullanımlık ürünleri ortadan kaldıran ve ambalajsız alternatifler sunan sürekli gelişmeler, bu yenilikçi seçeneklerin çevresel etkilerinin daha detaylı incelenmesine olanak tanımaktadır.

İklimlendirme sektörü özelinde bir değerlendirme yapıldığında ise bu sektördeki cihazların lojistiğinde plastik kasalar, ahşap paletler ve tekrar tekrar kullanılabilir rafların tercih edilmesinin önemli maliyet avantajları sağlayacağı açıktır. Söz konusu ambalajlar hem ürünlerin korunmasını sağlamakta hem de tekrar kullanılabilir nitelikler taşıyarak ek ambalajlama maliyetlerini düşürmektedir. İklimlendirme sektöründe bu tür ambalajların kullanılmasında temel amaç her ne kadar ekonomik sürdürülebilirliğe katkı sağlamak olsa da çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamakta amaçlanmaktadır. Tek kullanımlık köpük ve plastik ambalajların kullanımının azaltılarak çevre kirliliğinin azaltılması yanına bu ambalajların üretiminde açığa çıkan sera gazlarının da en aza indirilmesi önemlidir.

2.2. Literatür taraması

Yeniden kullanılabilir ambalajların faydaları konusunda uluslararası yazında az sayıda çalışma bulunmaktadır. Palmqvist ve Karlsson (2022) çalışmalarında küresel sürdürülebilirlik farkındalığının artmasıyla birlikte, karbon emisyonlarının azaltılması yönünde devletler ve işletmeler üzerindeki

baskının arttığına dikkat çekmişlerdir. Aynı yazarlar günümüzde küresel tedarik zincirlerinin, maliyet odaklı kararlarla şekillenirken, sürdürülebilirliğin ancak finansal fayda sağladığında öncelik kazandığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, artan sürdürülebilirlik bilinci ve uluslararası düzenlemelerin (örneğin COP26 ve Paris Anlaşması) karbon emisyonlarının 2050 yılına kadar %45 oranında azaltılması ve net sıfır hedefinin gerçekleştirilmesini zorunlu kıldığına vurgu yaparak sera gazı (GHG) emisyonlarının azaltılmasının, şirketler için rekabet avantajı hâline geldiğini belirtmişlerdir.

Thomas ve Eirik (2015) İskandinavya otomotiv tedarik zincirindeki tedarikçilerde ambalaj ve iade edilebilir ambalajların nasıl yönetildiği üzerine bir araştırma yaparak tedarikçiler, alt tedarikçiler ve üretici firmalar açısından verimli bir ambalaj yönetimi için önemli olan faktörleri belirlemişlerdir. Çalışmada ambalajın genellikle koruma ve kalite güvencesi açısından önemsenmekte olduğu ancak operasyonel verimlilik faktörünün geri planda kaldığı bulgusuna ulaşılmıştır. Yine çalışmada iç, dış ve gelen malzeme akışlarında kullanılan ambalaj türleri ve yönetim uygulamalarının farklılık gösterdiği bulunmuştur. Son olarak bu çalışmada, geri dönüşlü ambalaj yönetiminin başarısı için yakınlık, hacim, standardizasyon, kontrol sistemleri ve sürdürülebilirliğin kilit faktörler olduğu bulunmuştur.

Na ve arkadaşları (2019) düşük değişkenliğe sahip talep ve teslimat koşullarında ve uzun vadeli iş ilişkilerinde yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerinin maliyet ve çevresel açıdan avantajlı olduğunu ve bu yaklaşımın otomotiv sektörü dışındaki kapalı döngü tedarik zincirlerinde de uygulanabileceğini belirtmişlerdir.

Skerlic ve Muha (2020), otomotiv sektöründe yaptıkları çalışmalarında, farklı ambalaj seçeneklerini maliyet bileşenleriyle karşılaştırarak en uygun seçeneğin belirlenmesini sağlayan bir model geliştirmişlerdir. Model, uluslararası otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir üretici firmada test edilerek, geri dönüştürülebilir, katlanabilir ve tek kullanımlık ambalaj sistemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu örnek çalışma da yeniden kullanılabilir malzemelerin maliyet avantajı hesaplamalarla ortaya konmuştur.

Akabane ve arkadaşları (2018) çok uluslu bir otomotiv firmasında geri dönüşlü ambalajların tek kullanımlık ambalajlarla ikame edilmesinin finansal ve çevresel etkilerini incelemişlerdir. Bu yazarlar yaptıkları vaka çalışmasında yeniden kullanılabilir ambalaj kullanımının ilk yılda 36 ton karton tasarrufu ve %41,18 maliyet tasarrufu sağladığını bulmuşlardır. Bu yazarlar ayrıca ambalaj konusundaki en iyi çözümün, yerel koşullara ve yaşam döngüsü analizlerine dayalı olarak vaka bazlı belirlenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Cottafava ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, tek kullanımlık bardaklara kıyasla yeniden kullanılabilir bardakların iade oranı için başa baş analizi yapılmıştır.

3. Yöntem

Bu çalışmada iklimlendirme sektöründe yeniden kullanılabilir ambalajların kârlılık ve sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini incelemek için örnek olay yöntemi kullanılacaktır. Örnek olay çalışması; bir konunun ayrıntılı biçimde incelenmesidir (Punch, 2011). Örnek olay yöntemi, belirli bir bağlamda karmaşık olguların derinlemesine anlaşılmasına olanak tanıdığı için bu çalışmada tercih edilmiştir (Yin, 2018). Yeniden kullanılabilir ambalaj sistemleri, çok boyutlu yapıları ve bağlamsal farklılıkları nedeniyle özellikle uygulamaya dayalı analizleri gerektirmektedir. Bu yöntem, araştırmacılara gerçek hayat koşulları içerisinde olayları açıklama ve yorumlama fırsatı sunar (Stake, 1995).

Araştırmanın evreni, Türkiye’de iklimlendirme sektöründe faaliyet gösteren ve dünyanın öncü firmalarından birisi olan Daikin firması ile sınırlıdır ve veriler bu işletmeden toplanmıştır. Firma özelinde yürütülen bu çalışma, yalnızca teorik bir değerlendirme sunmakla kalmayıp, uygulamadaki gerçek veriler üzerinden kapsamlı analizler yapılmasına da imkân tanımaktadır. Bu sayede, elde edilen bulgular hem sektörel özgünlük hem de uygulama odaklılık açısından değer taşımaktadır. Çalışmada dört farklı malzemenin yeniden kullanılabilir ambalajlarla taşınmasının ekonomik fizibilitesi nicel

yöntemler kullanılarak incelenmiştir. 2023-2026 yılları arasına ait veriler uygulamanın yapıldığı şirketin gerçekleşen ve planlanan tüketim rakamlarıdır. 2023-2025 yılları arasındaki gerçekleşen tüketim verileri gelecek dönemlerin tüketimlerinin tahmin edilmesinde trendlerin, mevsimselliğin anlaşılması için referans değerler olarak kullanılmıştır. 2025-2026 arası şirket tarafından planlanan tüketim adetleri hesaplamaya dahil edilmiştir. Son olarak 2026-2028 arası tüketim tahminlemesi yapılarak çalışma kapsamındaki hesaplamalarda kullanılmıştır.

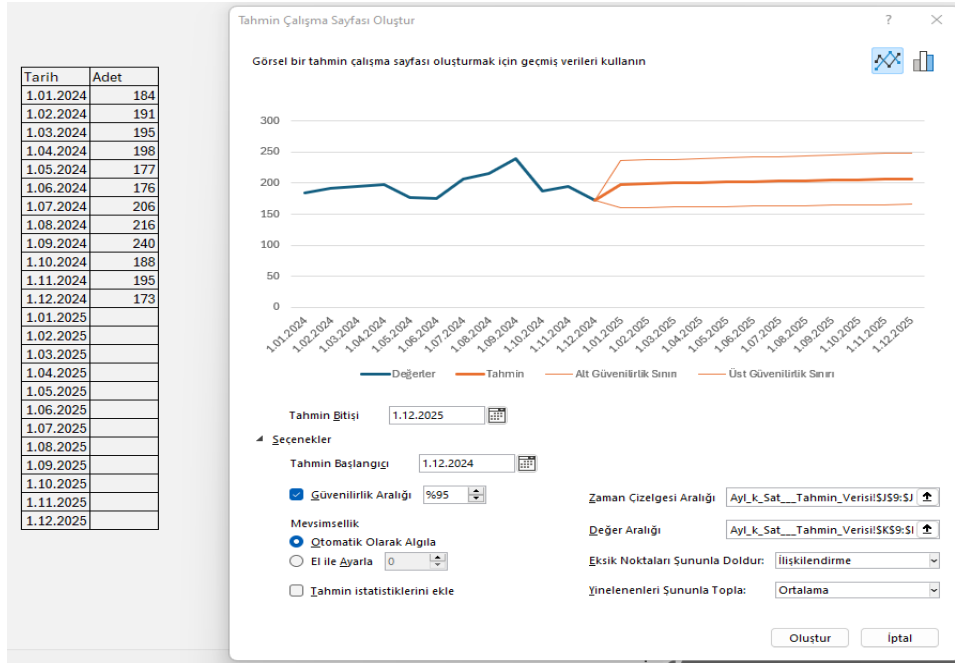
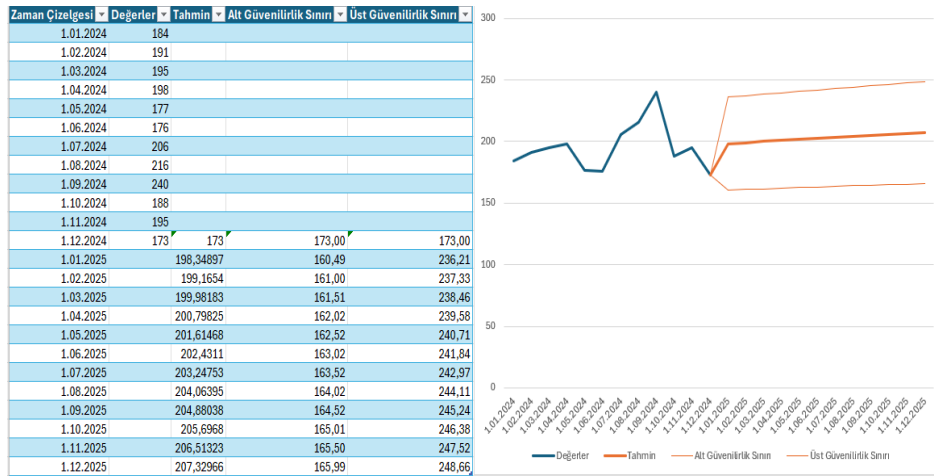
Tedarik edilmekte olan dört farklı parça için önce ortak bir yeniden kullanılabilir ambalaj ölçüsü ve tipi belirlenmiştir. Bunun akabinde nicel talep tahmin yöntemlerinden birisi olan Üstel Düzeltme Modeli kullanılarak gelecek dönemler için optimum ambalaj sayısı belirlenmiş ve belirlenen ambalaj sayısına göre de yatırım maliyeti hesaplanmıştır. Yatırım maliyetinin hesaplanmasının ardından geri dönüşümlü ambalajın kullanılmadığı durumda ambalaj maliyetleri hesap edilmiş ve yatırımın başa baş noktası ve geri ödeme süresi belirlenmiştir. Son olarak gelecek dört yıl için karlılık hesabı yapılmıştır.

3.1. Üssel düzeltme tekniği

Çalışmada kantitatif tahmin tekniklerinden birisi olan üssel düzeltme tekniği kullanılmıştır. Üssel düzeltme analizi bir zaman serisi modelidir. Zaman serileri analizinde, tahmini yapılacak değışkene ilişkin geçmiş veriler belirli bir veri seyri elde etmek üzere analiz edilmektedir. Bu nedenle tahminleme sadece geçmiş verilerin bu amaçla analiz edilmesine ve yapılacak tahminlerde kullanılmasına dayanmaktadır (Meydan, 2007). Herhangi bir zaman serisi belli zamanlarda ve genelde eşit aralıklarla alınan gözlemlerden oluşur. Söz konusu gözlemler rassal gözlemler değil belirli zamanlarda sistemli bir şekilde elde edilen gözlemlerdir. Zaman serilerinin gelecekte alacağı değerlerin tahmininde kullanılan üstel düzeltme yöntemi serideki değerlere farklı ağırlıklar veren bir tahmin tekniğidir ve son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır. Az sayıda veri gereksinimi yöntemin önemli yararlarıdır. Bir zaman serisindeki bütün dönemlere eşit ağırlık vermek yerine, son dönemlere ilk dönemlere göre daha fazla ağırlık veren bu yöntem, tahminde son dönemlere ait değerlerin daha etkili olacağı esasını benimsemektedir. (Şehamet Bülbül, 2014).

Üssel düzeltme tekniği ETS olarak da isimlendirilmektedir. Burada ETS'nin açılımı Error, Trend ve Seasonality olup Türkçeye Hata, Trend ve Mevsimsellik olarak çevrilmektedir. ETS yöntemi ile, hata, trend ve mevsimsellik bileşenlerinin birbirleriyle nasıl özel olarak etkileşime girdiğini tanımlanmaktadır (Yılmaz & Çilengiroğlu, 2022).

Microsoft Office Excel programı zaman serisi verilerine dayalı olarak geleceğe dönük tahminler yapmak için ETS kullanmakta ve bu yöntem Holt-Winters yönteminin otomatikleştirilmiş ve optimize edilmiş bir versiyonuna dayanmaktadır. Bu ETS Hyndman ve arkadaşlarının geliştirdiği State Space Exponential Smoothing yöntemini baz almaktadır (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Buna göre, Excel veride mevsimsellik olup olmadığını otomatik algılamakta ve uygun parametreleri (alfa, beta, gamma) optimize ederek tahmini gerçekleştirmektedir.

Şekil 1*Excel'de Talep Tahmini Oluşturulmasına Örnek***Şekil 2***Excel ile Talep Tahmini Sonucu*

ETS'nin Microsoft Excel'de kullanım adımları aşağıdaki gibidir:

1. Geçmiş verileri içeren bir tablo hazırlanır (örneğin, satışlar).
2. Veriler seçilir.
3. Üst menüden Veri > Tahmin Sayfası (Data > Forecast Sheet) sekmesi tıklanır.
4. Excel, çizgi veya sütun grafik şeklinde tahmini görselleştirir.
5. Kullanıcı, tahminin ne kadar ileriye yapılacağını belirleyebilir (örneğin 12 ay).
6. "Oluştur" tıklanarak tahmin grafiği ve tablolar eklenir.

Microsoft Excel'de üssel düzeltme yöntemi ile talep tahmini oluşturulması ve sonuçları Şekil 1 ve Şekil 2 de verilmiştir.

3.2. Başa baş noktası ve geri ödemesi süresi

Başa baş noktası toplam gelirle toplam maliyetin birbirine eşit olduğu nokta olup kâr'a geçiş noktası olarak da bilinmektedir. Başa başnoktası kâr ya da zararın olmadığı noktadaki satış miktarını ya da tutarını bulmak için kullanılır. Bu çalışmada Başa baş noktası yeniden kullanılabilir ambalajlarla ilgili toplam maliyet ve tek kullanımlık ambalajların toplam maliyet rakamları karşılaştırılması suretiyle bulunmuştur. Geri Ödemesi Süresinin Bulunması yönteminde ilk yatırım tutarının ne kadar süre içinde geri alınabileceği bulunmaktadır. Hesaplanan geri ödeme süresi yatırımcının beklediği yıl kadar veya daha kısa ise yatırım projesi kabul edilir, aksi halde reddedilir. Buna göre, geri ödeme süresi yöntemi temelde projenin karlılığından ziyade projenin likiditesini göstermektedir (Yılmaz, 1993). Yatırımın geri Ödemesi Süresinin Bulunması aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

GÖS (Geri Ödeme Süresi) = (Projenin yatırım tutarı – Hurda değ.) / (Yıllık ortalama net kar + Yıllık amortisman payları)

Bu formül, yatırımın geri ödeme süresini belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Yılmaz, 1993).

Çalışma kapsamında yapılan örnek uygulamada hurda değeri ve amortismanın dikkate alınmaması ve zaman serilerine göre karlılığın sabit olmaması nedeniyle yatırımın geri dönüş oranı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

1. Aylık bazda tasarruflar toplanması
2. Kümülatif tasarrufun, yatırım maliyetine eşit olduğu ilk ayın bulunması

Bu bilgilere dayanarak yatırımın geri dönüş süresi aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$\text{Payback Period} = \min \left\{ t : \sum_{i=1}^t C_{\text{single-use},i} \geq C_{\text{reuse}} \right\}$$

Yeniden kullanılabilir ambalaj yatırımı için kârlılık analizi yaparken, yatırımın geri dönüş süresi, net kâr veya toplam tasarruf gibi kriterler üzerinden hesaplama yapılabilmektedir. Özellikle, tek kullanımlık ambalajların değişken maliyetli olması bu hesaplamayı daha anlamlı hâle getirmektedir.

Temel Değişkenler:

I = Yeniden kullanılabilir ambalajın toplam yatırım maliyeti (sabit)

C_t = tek kullanımlık ambalajın toplam maliyeti (aylık)

S_t = Yatırımın kar/zarar durumu

Aylık tasarruf hesabı:

$$S_t = I - C_t$$

Yukarıdaki formül kullanılarak yeniden kullanılabilir ambalajdan sağlanan aylık tasarrufların kümülatif toplamaları alınarak yıllık toplam tasarruf miktarı hesaplanabilir. Yıllık tasarrufların yatırım maliyetine bölünmesiyle yıllık karlılık oranı hesaplanabilir.

4. Örnek Olay

4.1. Daikin Türkiye

Daikin, 1924 yılında Japonya'da kurulmuş ve zamanla dünyanın önde gelen iklimlendirme sistemleri üreticilerinden biri haline gelmiştir. Şirket, iklimlendirme alanında hem konut hem de ticari çözümler sunmakta, aynı zamanda çevre dostu teknolojilere yaptığı yatırımlarla dikkat çekmektedir (Daikin Global, 2024). Daikin'in küresel ölçekte büyüme stratejisi çerçevesinde, 2011 yılında Türkiye merkezli Airfel firmasını satın alarak Türkiye pazarına girişi, Daikin'in Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika (EMEA) bölgesindeki etkinliğini artırma hedefinin önemli bir adımı olmuştur (Invest in Türkiye, 2012).

Bu satın alma ile birlikte, Sakarya'nın Hendek ilçesinde yer alan üretim tesisi Daikin Türkiye Fabrikası adıyla faaliyet göstermeye başlamıştır. Yaklaşık 100.000 m²'lik bir alan üzerine kurulu olan fabrika, ev tipi split klima, kombi, fancoil, VRV sistemleri ve havalandırma cihazları gibi geniş bir ürün gamını üretmektedir (Daikin Türkiye, t.y.). Üretim süreçlerinde ileri otomasyon sistemleri kullanılmakta olup, Ar-Ge, kalite kontrol, lojistik ve mühendislik birimleri entegre bir yapı içinde faaliyet göstermektedir.

Daikin Türkiye, küresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda üretim süreçlerini sürekli olarak çevreye duyarlı şekilde yeniden yapılandırmaktadır. Şirketin genel stratejisinde yer alan "Environmental Vision 2050" programı, karbon nötr bir üretim modeli oluşturmayı hedeflemekte ve bu vizyon, Türkiye fabrikasında da somut uygulamalarla hayata geçirilmektedir (Daikin Global, t.y.).

Fabrikada uygulanan sürdürülebilir üretim politikaları arasında, enerji verimliliği yüksek ekipman kullanımı, üretim sırasında oluşan atıkların geri dönüşüm oranının artırılması ve su tasarrufunu sağlayan sistemlerin entegrasyonu yer almaktadır. Ayrıca, tesisin çatısına kurulan güneş panelleri sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılarak karbon ayak izi azaltılmaktadır (Dünya Gazetesi, 2022).

Bunlara ek olarak, Daikin Türkiye'nin Ar-Ge merkezi, enerji verimli ve çevreye duyarlı yeni nesil ürünlerin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Bu merkez, yalnızca Türkiye için değil, EMEA bölgesine hizmet veren stratejik bir inovasyon üssü niteliğindedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023). Çevresel sürdürülebilirlik, yalnızca üretim süreçlerinde değil; tedarik zinciri yönetimi, lojistik planlama ve ürün yaşam döngüsü analizlerinde de temel kriter olarak benimsenmektedir.

Daikin Türkiye, bu kapsamda ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi gibi uluslararası çevre ve enerji standartlarına uygunluk belgelerine sahiptir. Bu belgeler, şirketin çevresel etkilerini sistematik olarak kontrol altında tuttuğunu ve sürekli iyileştirme faaliyetlerine açık olduğunu göstermektedir (Daikin Türkiye, t.y.).

Sonuç olarak, Daikin Türkiye Fabrikası yalnızca üretim kapasitesi ile değil, sürdürülebilirlik yaklaşımıyla da sektöründe örnek teşkil etmektedir. Doğa dostu üretim, enerji verimliliği ve çevresel sorumluluk ilkeleri, fabrikanın hem yerel hem küresel rekabet gücünü artıran temel unsurlar arasında yer almaktadır.

4.2. Malzemelerin seçimi ve miktarlarının hesaplanması

Yeniden kullanılabilir ambalajla taşınacak olan malzemelerin seçiminde aşağıdaki kriterlere göre karar verilmiştir.

- Malzemelerin kullanım miktarlarının yüksek olması
- Malzemelerin hacimlerinin küçük olmaması
- Malzemelerin ortak bir ambalajla taşınmaya uygun olmaları
- Tedarikçi lokasyonunun en fazla bir günlük mesafede olması

Bu çerçevede, klima dış ünitelerinin plastik kapakları (Şekil 3) en uygun malzemeler olarak belirlenmiştir. Çalışmada dört farklı klima dış ünite kapağı incelenmiş ve bunların ortak ölçülerde bir ambalajla taşınmalarının mümkün olduğu görülmüştür.

Şekil 3

Klima Dış Ünitesi



Bu dört parçanın ölçüleri birbirinden farklı olmakla birlikte ortak ölçülerde bir ambalajla taşınmalarında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Malzemelerin ölçüleri ve ortak ambalaj ölçülerine göre ambalaj içi miktarlar Tablo 1 de paylaşılmıştır.

Tablo 1

Malzeme/Ambalaj/Miktar Tablosu

Malzeme	Ambalaj Ölçüsü	Ambalaj İçi Miktar
Malzeme 1	1200X800X800 mm	33
Malzeme 2	1200X800X800 mm	19
Malzeme 3	1200X800X800 mm	26
Malzeme 4	1200X800X800 mm	44

Yeniden kullanılabilir ambalaj için gereken kasa miktarının hesaplanması Tablo 2’de verilmiştir. Hesaplama aşağıdaki kısıtlara göre yapılmıştır.

Hesaplama Kısıtları:

- Model bazında ihtiyaç duyulan ambalaj miktarı hesaplanırken geçmiş dönem + firmanın üretim planı olan Eylül 2026’ya kadar olan üretim miktarları dikkate alınmıştır.
- Firmadan veri alınamamış olan dönem için (Ekim 2026-Aralık 2028) malzeme tüketim ve ambalaj ihtiyaç miktarları %95 güven aralığında üssel düzeltme yöntemi kullanılarak Microsoft Excel kullanılarak tahmin edilmiştir ve sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5’de verilmiştir. Şekil 4’de dikey ekseninde malzeme tüketim miktarları, yatay ekseninde ise zaman periyodu yer almaktadır.

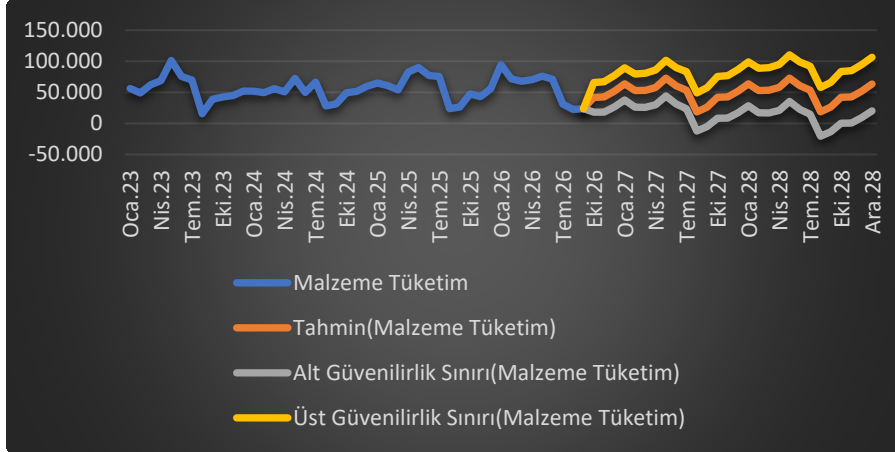
Tablo 2*Gerçekleşen/Planlanan Ambalaj Kullanımları*

Yıl	Ay	Zaman Serisi	Malzeme 1	Ambalaj Miktarı	Malzeme 2	Ambalaj Miktarı	Malzeme 3	Ambalaj Miktarı	Malzeme 4	Ambalaj Miktarı	Malzeme Toplamı	Ambalaj Toplamı
2023	1	1	13.161	399	12.387	652	0	0	30.847	701	56.395	1.752
2023	2	2	8.380	254	11.885	626	0	0	28.686	652	48.951	1.531
2023	3	3	13.505	409	14.592	768	0	0	34.142	776	62.239	1.953
2023	4	4	23.222	704	12.889	678	0	0	32.769	745	68.880	2.127
2023	5	5	22.512	682	19.536	1.028	0	0	59.295	1.348	101.343	3.058
2023	6	6	22.672	687	21.013	1.106	0	0	31.985	727	75.670	2.520
2023	7	7	21.998	667	17.171	904	0	0	30.767	699	69.936	2.270
2023	8	8	2.137	65	3.503	184	0	0	9.929	226	15.569	475
2023	9	9	8.698	264	6.621	348	0	0	23.665	538	38.984	1.150
2023	10	10	3.777	114	7.658	403	145	6	31.036	705	42.616	1.228
2023	11	11	2.769	84	8.823	464	21.652	833	11.737	267	44.981	1.648
2023	12	12	4.950	150	15.185	799	16.659	641	15.410	350	52.204	1.940
2024	1	13	7.122	216	6.555	345	10.850	417	27.271	620	51.798	1.598
2024	2	14	6.890	209	10.127	533	9.197	354	23.419	532	49.633	1.628
2024	3	15	12.951	392	11.636	612	2.141	82	29.237	664	55.965	1.752
2024	4	16	1.833	56	10.996	579	14.857	571	23.121	525	50.807	1.731
2024	5	17	11.411	346	9.910	522	14.994	577	36.188	822	72.503	2.267
2024	6	18	4.811	146	10.139	534	13.869	533	20.990	477	49.809	1.690
2024	7	19	849	26	22.266	1.172	7.415	285	36.005	818	66.535	2.301
2024	8	20	627	19	9.640	507	8.751	337	9.080	206	28.098	1.069
2024	9	21	1.887	57	13.144	692	5.764	222	10.390	236	31.185	1.207
2024	10	22	1.093	33	8.504	448	15.431	594	24.354	554	49.382	1.628
2024	11	23	1.828	55	18.523	975	2.068	80	29.159	663	51.578	1.773
2024	12	24	1.004	30	16.853	887	5.542	213	36.567	831	59.966	1.962
2025	1	25	6.081	184	6.919	364	24.348	936	27.678	629	65.026	2.114
2025	2	26	4.284	130	5.261	277	23.216	893	28.276	643	61.037	1.942
2025	3	27	3.041	92	4.359	229	22.609	870	24.045	546	54.054	1.738
2025	4	28	4.553	138	10.672	562	29.440	1.132	38.060	865	82.725	2.697
2025	5	29	2.378	72	9.840	518	25.696	988	52.184	1.186	90.098	2.764
2025	6	30	435	13	10.848	571	17.568	676	48.224	1.096	77.075	2.356
2025	7	31	2.842	86	6.576	346	20.704	796	45.584	1.036	75.706	2.265
2025	8	32	1.653	50	5.488	289	7.904	304	8.844	201	23.889	844
2025	9	33	1.334	40	2.944	155	8.576	330	13.640	310	26.494	835
2025	10	34	2.639	80	6.640	349	15.872	610	22.440	510	47.591	1.550
2025	11	35	1.798	54	5.776	304	13.888	534	21.692	493	43.154	1.386
2025	12	36	3.335	101	7.024	370	19.328	743	26.048	592	55.735	1.806
2026	1	37	7.946	241	8.448	445	32.160	1.237	45.892	1.043	94.446	2.965
2026	2	38	6.322	192	6.256	329	25.120	966	34.100	775	71.798	2.262
2026	3	39	5.974	181	6.912	364	22.432	863	32.560	740	67.878	2.148
2026	4	40	4.611	140	7.552	397	24.928	959	33.308	757	70.399	2.253
2026	5	41	5.220	158	9.312	490	25.824	993	35.860	815	76.216	2.457
2026	6	42	4.698	142	8.960	472	23.616	908	33.836	769	71.110	2.291
2026	7	43	1.450	44	5.424	285	8.928	343	15.224	346	31.026	1.019
2026	8	44	1.073	33	3.920	206	6.496	250	11.088	252	22.577	741
2026	9	45	1.131	34	4.144	218	6.848	263	11.704	266	23.827	782

- Şekil 5' de ise dikey eksenle ambalaj tüketimi, yatay eksenle ise zaman periyodu yer almaktadır. Trendlerin, mevsimselliğin anlaşılması için tahmin verileri 2023 yılından başlatılmıştır. Zaman serisinin geriye doğru uzatılması tahmindeki trendlerin daha iyi analiz edilmesini ve tahminlemesini sağlar. Bu sebeple tahmin için kullanılacak veriler 2023 yılından başlatılmış, 2026 Eylül ayına kadar şirketin gerçekleştirdiği tüketim ve planladığı tüketim miktarlarının üzerine 2026 Eylül – 2028 Aralık dönemi için tahminlemeler yapılmıştır.

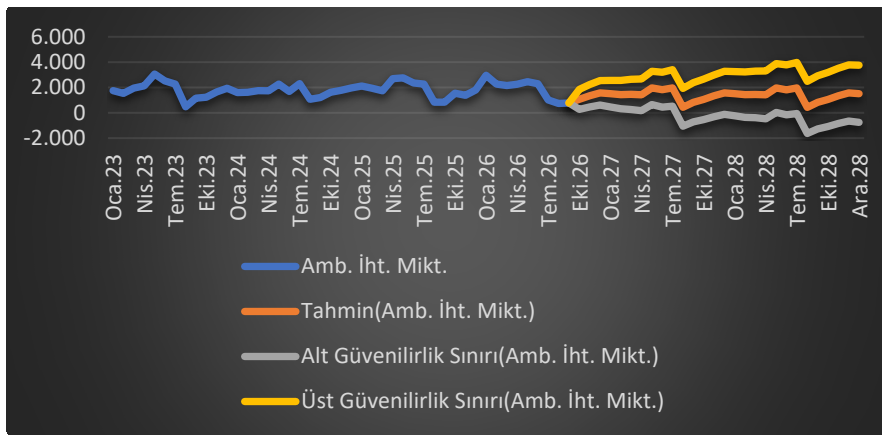
Şekil 4

Malzeme Tüketim Tahmini



Şekil 5

Ambalaj Tüketim Tahmini



- Tüketimin en yüksek tahmin edildiği ay olan Ocak 2026 dönemi için hesaplanan ortalama günlük tüketim verisine göre en az 1 gün fabrika stok +1 gün yol +1 gün tedarikçi stok +1 gün fabrika emniyet stoğu olacak şekilde en az 4 günlük üretim miktarını stoklayacak kadar ambalaj yatırımı yapılmalıdır. Bu hesaplama ambalaj ihtiyaç miktarı/gün verisinin 4 ile çarpılması ile elde edilir.
- Ocak 2026 dönemi için tahmin edilen günlük ambalaj ihtiyaç miktarı 114 olarak tahmin edilmiştir. 4 günlük stok tutulması için gerekli olan ambalaj miktarı 456 adettir.
- 456 adet ambalaj ihtiyacı hesabı dikkate alınarak ve kırılma, hurda olma gibi durumları da dikkate alarak 500 adet ambalaj yatırımı yapılmasına karar verilmiş ve yatırımın geri dönüş oranı ve karlılığı hesaplamaları aşağıda yapılmıştır.
- Şekil 6'da gerçekleşen, firmanın üretim planında yer alan planlanan ve bizim tahmin ettiğimiz malzeme tüketim, ambalaj ihtiyaç miktarı ve ambalaj ihtiyaç miktarı/gün verileri verilmiştir.

Şekil 6*Gerçekleşen, Planlanan ve Tahmin edilen Malzeme Tüketim, Ambalaj İhtiyaç Miktarı*

Ay/Yıl	Veri	Malzeme Tüketim	Amb. İht. Mikt.	Ambalaj İhtiyaç Miktarı/Gün	Ay/Yıl	Veri	Malzeme Tüketim	Amb. İht. Mikt.	Ambalaj İhtiyaç Miktarı/Gün
Oca.25	Gerçekleşen	65.026	2.114	81	Oca.27	Tahmin	63.660	1.511	58
Şub.25	Gerçekleşen	61.037	1.942	75	Şub.27	Tahmin	52.878	1.438	55
Mar.25	Planlanan	54.054	1.738	67	Mar.27	Tahmin	53.273	1.453	56
Nis.25	Planlanan	82.725	2.697	104	Nis.27	Tahmin	57.918	1.420	55
May.25	Planlanan	90.098	2.764	106	May.27	Tahmin	72.818	1.965	76
Haz.25	Planlanan	77.075	2.356	91	Haz.27	Tahmin	60.517	1.821	70
Tem.25	Planlanan	75.706	2.265	87	Tem.27	Tahmin	53.461	1.964	76
Ağu.25	Planlanan	23.889	844	60	Ağu.27	Tahmin	18.516	431	17
Eyl.25	Planlanan	26.494	835	32	Eyl.27	Tahmin	26.235	832	32
Eki.25	Planlanan	47.591	1.550	60	Eki.27	Tahmin	42.021	1.059	41
Kas.25	Planlanan	43.154	1.386	53	Kas.27	Tahmin	42.671	1.343	52
Ara.25	Planlanan	55.735	1.806	69	Ara.27	Tahmin	51.940	1.574	61
Oca.26	Planlanan	94.446	2.965	114	Oca.28	Tahmin	63.734	1.507	58
Şub.26	Planlanan	71.798	2.262	87	Şub.28	Tahmin	52.952	1.433	55
Mar.26	Planlanan	67.878	2.148	83	Mar.28	Tahmin	53.347	1.449	56
Nis.26	Planlanan	70.399	2.253	87	Nis.28	Tahmin	57.992	1.416	54
May.26	Planlanan	76.216	2.457	94	May.28	Tahmin	72.892	1.961	75
Haz.26	Planlanan	71.110	2.291	88	Haz.28	Tahmin	60.591	1.817	70
Tem.26	Planlanan	31.026	1.019	39	Tem.28	Tahmin	53.536	1.960	75
Ağu.26	Planlanan	22.577	741	53	Ağu.28	Tahmin	18.590	526	20
Eyl.26	Planlanan	23.827	782	30	Eyl.28	Tahmin	26.310	838	32
Eki.26	Tahmin	41.947	1.063	41	Eki.28	Tahmin	42.096	1.055	41
Kas.26	Tahmin	42.597	1.347	52	Kas.28	Tahmin	42.746	1.339	51
Ara.26	Tahmin	51.866	1.578	61	Ara.28	Tahmin	52.015	1.570	60

4.3. Başa baş noktası ve karlılık analizi

500 adet yeniden kullanılabilir ambalaj için yatırım maliyeti 74.000 Euro, tek kullanımlık ambalaj için birim fiyat 6,05 Euro dur. Yeniden kullanılabilir ambalajların tedarikçiye geri gönderilmesinin maliyeti 8 adet için 8 Euro ve bir adet tek kullanımlık ambalajın hurda satış fiyatı 0,13 Euro dur.

Yeniden kullanılabilir ambalaj yatırım maliyeti (sabit maliyet):

$YK_{yatırım} = 74.000$ Euro

Tek kullanımlık ambalaj birim maliyeti:

$TK_{birim} = 6,05$ Euro

Hurda satış fiyatı:

$TK_{hurda} = 0,13$ Euro

Geri gönderim maliyeti

$M_{geri} = 1,00$ Euro / adet

Yeniden kullanılabilir ambalajların geri gönderilmesi tır sevkiyatları ile yapılmakta olup maliyet hesaplaması yapılırken taban hesabı yapılır. Bir tıra 33 sıra (taban) yeniden kullanılabilir ambalaj malzemesi yüklenir ve her bir sırada üst üste 8 adet yeniden kullanılabilir ambalaj istiflenebilir. Bir sıranın (tabanın) maliyeti 8 Euro, 1 adedin ise 1 Euro'dur. Formülde adet olarak başa baş noktası hesaplaması yapılırken geri gönderimin nakliye maliyeti 8 âdete 8 Euro, 1 adete 1 Euro olarak hesaplanmıştır. Operasyonda, fiili durumda yüklemeler hep 8 sıra olacak şekilde yapılmakta, kalan kasalar ise bir sonraki sevkiyatla gönderilmektedir. Diğer yandan, tabloda hesaplama yaparken tedarikçiye sevk edilecek olan ambalajların toplam miktarı 8'e bölünmüş, sonuç yukarı yuvarlanarak hesaplanmıştır. Tabana yerleştirilecek olan ambalaj sayısı 8'in altında kalsa da, gerçekleşecek olan maliyet 8 Euro olacaktır. Örneğin 83 adet ambalajın geri gönderilmesi için kullanılacak taban sayısı 11 adettir. 8 sıra üst üste 8'er adet, bir sıra ise 3 adet olacak şekilde yüklenir ve gerçekleşen nakliye maliyeti 88 Euro olmaktadır.

Değişken:

x: kullanım miktarı (adet)

Tek Kullanımlık Ambalaj Toplam Maliyeti:

$$TKM(x)=x*(6,05-0,13)=x*5,92$$

Yeniden Kullanılabilir Ambalaj Toplam Maliyeti:

$$TKM(x)=YKM(x)$$

$$x*5,92=74.000+x*1$$

$$5,92x-x=74.000$$

$$4,92x=74000$$

$$x=74000/4,92\approx15.041 \text{ adet}$$

500 adetlik yeniden kullanılabilir ambalaj malzemesi yatırımının başa baş noktası kullanım miktarı 15.041 adettir. Bu verilere göre her iki alternatif durumun zaman/maliyet durumunu ve dönüşümlü ambalaj malzemesi yatırımının karlılığı tablosu Şekil 7' de detaylı olarak hesaplanmıştır.

Şekil 7.*Zaman/Maliyet Tablosu*

Yıl	Ay	Ambalaj İhtiyaç Miktarı	Geri Dönüşümlü Ambalaj			Karton Ambalaj			Kar/Zarar(€)
			Sabit Yatırım Maliyeti (€)	Tedarikçiye İade Maliyeti (€)	Kümülatif Maliyet (€)	Kümülatif Maliyet (€)	Hurda Karton Satış Bedeli (€)	Kümülatif Maliyet (€)	
2025	1	2114	74.000,00	2.120,00	76.120,00	12.789,70	1.374,10	11.415,60	-64.704,40
2025	2	1942	74.000,00	1.944,00	78.064,00	23.164,70	1.262,30	21.902,40	-56.161,60
2025	3	1738	74.000,00	1.744,00	79.808,00	32.417,30	1.129,70	31.287,60	-48.520,40
2025	4	2697	74.000,00	2.704,00	82.512,00	47.604,45	1.753,05	45.851,40	-36.660,60
2025	5	2764	74.000,00	2.768,00	85.280,00	62.573,60	1.796,60	60.777,00	-24.503,00
2025	6	2356	74.000,00	2.360,00	87.640,00	75.030,80	1.531,40	73.499,40	-14.140,60
2025	7	2265	74.000,00	2.272,00	89.912,00	87.202,65	1.472,25	85.730,40	-4.181,60
2025	8	844	74.000,00	848,00	90.760,00	90.836,60	548,60	90.288,00	-472,00
2025	9	835	74.000,00	840,00	91.600,00	95.339,75	542,75	94.797,00	3.197,00
2025	10	1550	74.000,00	1.552,00	93.152,00	104.174,50	1.007,50	103.167,00	10.015,00
2025	11	1386	74.000,00	1.392,00	94.544,00	111.552,30	900,90	110.651,40	16.107,40
2025	12	1806	74.000,00	1.808,00	96.352,00	121.577,70	1.173,90	120.403,80	24.051,80
2026	1	2965	74.000,00	2.968,00	99.320,00	138.342,05	1.927,25	136.414,80	37.094,80
2026	2	2262	74.000,00	2.264,00	101.584,00	150.099,90	1.470,30	148.629,60	47.045,60
2026	3	2148	74.000,00	2.152,00	103.736,00	161.625,00	1.396,20	160.228,80	56.492,80
2026	4	2253	74.000,00	2.256,00	105.992,00	173.859,45	1.464,45	172.395,00	66.403,00
2026	5	2457	74.000,00	2.464,00	108.456,00	187.259,85	1.597,05	185.662,80	77.206,80
2026	6	2291	74.000,00	2.296,00	110.752,00	199.523,35	1.489,15	198.034,20	87.282,20
2026	7	1019	74.000,00	1.024,00	111.776,00	204.199,15	662,35	203.536,80	91.760,80
2026	8	741	74.000,00	744,00	112.520,00	208.019,85	481,65	207.538,20	95.018,20
2026	9	782	74.000,00	784,00	113.304,00	212.269,30	508,30	211.761,00	98.457,00
2026	10	1063	74.000,00	1.064,00	114.368,00	218.192,15	690,95	217.501,20	103.133,20
2026	11	1347	74.000,00	1.352,00	115.720,00	225.650,55	875,55	224.775,00	109.055,00
2026	12	1578	74.000,00	1.584,00	117.304,00	234.321,90	1.025,70	233.296,20	115.992,20
2027	1	1511	74.000,00	1.512,00	118.816,00	242.437,75	982,15	241.455,60	122.639,60
2027	2	1438	74.000,00	1.440,00	120.256,00	250.155,50	934,70	249.220,80	128.964,80
2027	3	1453	74.000,00	1.456,00	121.712,00	258.011,45	944,45	257.067,00	135.355,00
2027	4	1420	74.000,00	1.424,00	123.136,00	265.658,00	923,00	264.735,00	141.599,00
2027	5	1965	74.000,00	1.968,00	125.104,00	276.623,25	1.277,25	275.346,00	150.242,00
2027	6	1821	74.000,00	1.824,00	126.928,00	286.363,05	1.183,65	285.179,40	158.251,40
2027	7	1964	74.000,00	1.968,00	128.896,00	297.061,60	1.276,60	295.785,00	166.889,00
2027	8	431	74.000,00	432,00	129.328,00	298.392,55	280,15	298.112,40	168.784,40
2027	9	832	74.000,00	832,00	130.160,00	303.146,00	540,80	302.605,20	172.445,20
2027	10	1059	74.000,00	1.064,00	131.224,00	309.012,15	688,35	308.323,80	177.099,80
2027	11	1343	74.000,00	1.344,00	132.568,00	316.448,95	872,95	315.576,00	183.008,00
2027	12	1574	74.000,00	1.576,00	134.144,00	325.098,70	1.023,10	324.075,60	189.931,60
2028	1	1507	74.000,00	1.512,00	135.656,00	333.192,95	979,55	332.213,40	196.557,40
2028	2	1433	74.000,00	1.440,00	137.096,00	340.883,05	931,45	339.951,60	202.855,60
2028	3	1449	74.000,00	1.456,00	138.552,00	348.718,05	941,85	347.776,20	209.224,20
2028	4	1416	74.000,00	1.416,00	139.968,00	356.343,00	920,40	355.422,60	215.454,60
2028	5	1961	74.000,00	1.968,00	141.936,00	367.286,65	1.274,65	366.012,00	224.076,00
2028	6	1817	74.000,00	1.824,00	143.760,00	377.004,85	1.181,05	375.823,80	232.063,80
2028	7	1960	74.000,00	1.960,00	145.720,00	387.681,80	1.274,00	386.407,80	240.687,80
2028	8	526	74.000,00	528,00	146.248,00	389.590,10	341,90	389.248,20	243.000,20
2028	9	838	74.000,00	840,00	147.088,00	394.318,10	544,70	393.773,40	246.685,40
2028	10	1055	74.000,00	1.056,00	148.144,00	400.156,15	685,75	399.470,40	251.326,40
2028	11	1339	74.000,00	1.344,00	149.488,00	407.571,35	870,35	406.701,00	257.213,00
2028	12	1570	74.000,00	1.576,00	151.064,00	416.199,50	1.020,50	415.179,00	264.115,00

Yatırım 9. aydan itibaren şirkete kar ettirmeye başlamış ve 4 yıl içinde karlılığı 265.000 € ya yakın hesaplanmıştır (Tablo 4). Yatırımın karlılığı ilk yılda %32,5 olarak hesaplanmıştır (Tablo 5).

Tablo 3*Karlılık Tablosu*

	Karlılık €	%
1.Yıl	24.051,80 €	32,50
2.Yıl	115.992,20 €	156,75
3.Yıl	189.931,60 €	256,66
4.Yıl	264.115,00 €	356,91

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, iklimlendirme sektöründe yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerinin ekonomik ve çevresel etkilerini analiz etmektedir. Yapılan maliyet ve kârlılık analizleri, yeniden kullanılabilir ambalaj kullanımının uzun vadede işletmelere önemli finansal kazançlar sağladığını ve çevresel sürdürülebilirliği desteklediğini göstermektedir. Ayrıca, karbon ayak izinin azaltılması ve atık yönetimi gibi faktörler açısından da pozitif etkileri bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında sürdürülebilirlik kavramı, sanayi süreçleri ve tedarik zinciri yönetimi bağlamında ele alınmış, özellikle dönüşümlü ambalajların kullanımı üzerine odaklanılmıştır. Yapılan uygulama sonucunda dönüşümlü ambalaj sistemlerinin işletmeler için yalnızca çevresel sorumluluk bilinciyle değil, aynı zamanda uzun vadeli finansal kazanç sağlama potansiyeli ile de önemli bir strateji olduğunu göstermektedir. Geleneksel tek kullanımlık ambalajlar, hem yüksek maliyetli bir harcama kalemi oluşturmakta hem de atık yönetimi açısından ek yükler getirmektedir. Oysa yeniden kullanılabilir ambalajların kullanımıyla malzeme döngüsünün sürdürülebilir bir yapıya kavuşması, işletmelerin karbon ayak izini düşürmesi ve uzun vadede ekonomik faydalar elde edilmesi mümkündür.

Gerçekleştirilen analizler, dönüşümlü ambalaj kullanımının yapılan örnek uygulamada dört yıl içinde yaklaşık 265 bin Euro tasarruf sağladığını ortaya koymuştur. Bu tasarruf, geleneksel tek kullanımlık ambalajlara kıyasla maliyetlerin azaltılması ve atık yönetimi giderlerinin düşürülmesi gibi faktörlerle ilişkilidir. Bu bağlamda, sanayi kuruluşlarının dönüşümlü ambalaj sistemlerine yönelmesi hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına katkıda bulunacaktır. Çalışmada elde edilen bulgular, bu tür uygulamaların yaygınlaştırılması için farkındalık oluşturulmasının ve uygun teşvik mekanizmalarının geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu doğrultuda sanayi işletmelerinin yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerine geçişi hızlandırması, tedarik zinciri yönetiminde kapalı döngü sistemlerini benimsemesi ve lojistik süreçlerde kaynak verimliliğini artıracak inovatif çözümlere yatırım yapması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, yeniden kullanılabilir ambalaj kullanımının yaygınlaştırılabilmesi için şu adımların atılması gerekmektedir:

- 1. Farkındalık ve Eğitim:** İşletmelerin dönüşümlü ambalaj sistemlerinin maliyet avantajları ve çevresel faydaları konusunda bilinçlendirilmesi, sektör paydaşlarına yönelik eğitim programlarının düzenlenmesi.
- 2. Politika ve Teşvik Mekanizmaları:** Dönüşümlü ambalaj kullanımını teşvik edecek kamu politikalarının geliştirilmesi, finansal destek programlarının oluşturulması ve sürdürülebilir ambalajlara yönelik yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi.
- 3. Teknolojik Entegrasyon:** Ambalaj süreçlerinde akıllı takip sistemleri ve geri kazanım teknolojilerinin uygulanarak süreçlerin daha verimli hale getirilmesi.
- 4. Sektörel İş Birlikleri:** Sanayi kuruluşları, tedarikçiler ve lojistik firmaları arasında dönüşümlü ambalaj kullanımına yönelik kapsamlı iş birlikleri geliştirilmesi ve ortak dönüşüm projelerinin hayata geçirilmesi.

Sonuç olarak, bu çalışmada gerçekleştirilen uygulamanın ortaya koyduğu 265 bin Euro'luk tasarruf örneği, yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerinin işletmeler için kapsamlı bir değer yaratma

potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Sürdürülebilir sanayi ve lojistik yönetimi anlayışının bir parçası olarak yeniden kullanılabilir ambalaj kullanımının yaygınlaştırılması hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliği destekleyen kritik bir adımdır. Bu doğrultuda, yeniden kullanılabilir ambalaj stratejilerinin sanayi sektöründe yaygınlaştırılması, küresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu bir sanayi ekosistemi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Aşağıdaki çalışmalarla literatüre ve sanayi sektörüne çeşitli katkılar sağlanabilir:

1. Farklı Sektörlerde Uygulama ve Karşılaştırmalı Analizler

İklimlendirme dışındaki sektörlerde (otomotiv, gıda, e-ticaret, beyaz eşya vb.) yeniden kullanılabilir ambalaj uygulamalarının ekonomik ve çevresel performanslarının analiz edilmesi.

Sektörler arası karşılaştırmalarla hangi alanlarda sistemin daha avantajlı olduğu belirlenebilir.

2. Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Assessment - LCA)

Dönüşümlü ambalaj sistemlerinin çevresel etkilerinin tüm yaşam döngüsü boyunca değerlendirilmesi.

LCA ile karbon ayak izi, su tüketimi ve enerji kullanımı gibi çevresel parametrelerin detaylı analizi yapılabilir.

3. Tüketici ve Tedarikçi Davranış Analizleri

Yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerine geçişteki en büyük engellerden biri olan davranışsal faktörlerin (alışkanlıklar, algılar, beklentiler) incelenmesi.

Nitel ve nicel araştırmalarla tedarik zinciri aktörlerinin bu sistemlere yaklaşımları analiz edilebilir.

4. Dijital İzlenebilirlik ve Teknoloji Entegrasyonu

Ambalajların takibi için kullanılan RFID, IoT veya blokzincir gibi teknolojilerin sisteme entegrasyonu üzerine uygulamalı çalışmalar.

Dijital çözümlerin geri dönüş oranı, sistem verimliliği ve kayıp oranları üzerindeki etkisinin araştırılması.

5. Ekonomik Modelleme ve Senaryo Analizi

Yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerinin değişen ekonomik koşullar, hammadde fiyatları veya karbon vergisi gibi faktörler altındaki performanslarının senaryolarla analiz edilmesi.

6. Politik Etki ve Regülasyon Analizleri

Devlet destekleri, teşvikler ve yasal düzenlemelerin bu sistemlerin benimsenme oranına etkisinin araştırılması.

Avrupa Yeşil Mutabakatı, EPR (Extended Producer Responsibility) gibi politikaların etkilerinin sektörel düzeyde incelenmesi.

7. Tedarik Zinciri Tasarımının Yeniden Kullanılabilir Ambalajlara Göre Optimize Edilmesi

Kapalı döngü tedarik zincirlerinde depo yönetimi, taşıma rotaları ve geri toplama sistemlerinin yeniden kurgulanması üzerine optimizasyon çalışmaları.

Lojistik maliyet, çevresel etki ve hizmet seviyesi gibi performans kriterlerine göre çok kriterli karar modelleri geliştirilmesi.

Kaynakça

- Akabane, G. K., Bussola, F. J., Galhardi, A. C., Pozo, H., & Neto, J. M. (2018). Returnable packaging as a sustainability factor in the automotive chain: A case study. *Archives of Business Research*, 6(9), 21-31. <https://doi.org/10.14738/abr.69.5092>
- Allwood, J. M. (2005). An approach to scenario analysis of the sustainability of an industrial sector applied to clothing and textiles in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 16(12), 1234-1246. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.06.014>
- Ambrose, G., & Harris, P. (2012). *Grafik tasarımın temelleri*. M. E. Uslu, (Çev.). İnkılap Kitabevi Baskı Tesisleri.
- Aracı, H., & Yüksel, F. (2016). Sürdürülebilirlik performansının ölçülmesi: BİST sürdürülebilirlik endeksindeki işletmelerin sürdürülebilir katma değerinin hesaplanması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(12), 786-801.
- Asim, Z., Shamsi, I. R. A., Wahaj, M., Raza, A., Abul Hasan, S., Siddiqui, S. A., Aladresi, A., Sorooshian, S., & Teck, T. S. (2022). Significance of sustainable packaging: A case-study from a supply chain perspective. *Applied System Innovation*, 5(117). <https://doi.org/10.3390/asi5060117>
- Başdil Güneş, S. (2017). *Türkiye’de LEED ve BREEAM yeşil bina sertifikasına sahip binaların analizi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Haliç Üniversitesi].
- Bilgili, M. Y. (2017). Ekonomik, ekolojik ve sosyal boyutlarıyla sürdürülebilir kalkınma. *Journal of International Social Research*, 10(49), 559-569. <https://doi.org/10.17719/jisr.2017.1608>
- Bouzon, M., Govindan, K., & Rodriguez, C. M. T. (2015). Reducing the extraction of minerals: Reverse logistics in the machinery manufacturing industry sector in Brazil using ISM approach. *Resources Policy*, 46(1), 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2015.02.001>
- Coelho, P. M., Corona, B., ten Klooster, R., & Worrell, E. (2020). Sustainability of reusable packaging: Current situation and trends. *Resources, Conservation & Recycling: X*, 6, 100037. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100037>
- Cottafava, D., Costamagna, M., Baricco, M., Corazza, L., Miceli, D., & Riccardo, L. E. (2021). Assessment of the environmental break-even point for deposit return systems through an LCA analysis of single-use and reusable cups. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 228-241. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.002>
- Daikin Global. (t.y.). *Environmental vision 2050*. https://www.daikin.com/-/media/Project/Daikin/daikin_com/csr/2024/pdf/report/vision2050-pdf.pdf?rev=1&hash=3670603FC839EE48B0F0B97B176123FA
- Daikin Global. (t.y.). *History of Daikin*. <https://www.daikin.com/>
- Daikin Türkiye. (t.y.). *Hakkımızda*. Daikin Türkiye Resmi Web Sitesi. <https://www.daikin.com.tr/daikin-turkiye-hakkinda>
- Darlıyerli, İ. (2020). *Sürdürülebilir restoran tasarımı* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi].
- Dünya Gazetesi. (2022, Temmuz 7). Daikin Türkiye üretim kapasitesini iki katına çıkarıyor. <https://www.dunya.com>
- Erdede, S. B., Erdede, B., & Bektaş, S. (2014). Sürdürülebilir yeşil binalar ve sertifika sistemlerinin değerlendirilmesi. 5. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu*, 14-17 Ekim 2014, İstanbul.

- Gedik, Y. (2020). Sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarla sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 3(3), 196–215.
- Halme, J. (2020). *From Politics to Legislation: Efficiency & Implementation of SUP Directive 2019/904/EU* [Master's thesis, Itä-Suomen yliopisto].
- Han, J. W., Ruiz-Garcia, L., Qian, J. P., & Yang, X. T. (2018). Food packaging: A comprehensive review and future trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4), 860–877. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12343>
- Hitt, C., Douglas, J., & Keoleian, G. (2023). Parametric life cycle assessment modeling of reusable and single-use restaurant food container systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, 106862. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106862>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and practice* (2nd ed.). OTexts. <https://otexts.com/fpp2/>
- Invest in Türkiye. (2012). *Daikin, Türkiye pazarına Airfel'i satın alarak giriş yaptı*. <https://www.invest.gov.tr>
- Keskin, B., Altay, B. N., Kurt, A., & Fleming, P. D. (2020). Kağıt esaslı ambalajlarda sürdürülebilirlik. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 129–137. <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2020.02.05>
- Koeijer, B., Wever, R., & Henseler, J. (2017). Realizing product-packaging combinations in circular systems: Shaping the research agenda. *Packaging Technology and Science*, 30(8), 443–460. <https://doi.org/10.1002/pts.2219>
- Magnier, L., & Crié, D. (2015). Communicating packaging eco-friendliness: An exploration of consumers' perceptions of eco-designed packaging. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 43(4/5), 350–366. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-04-2014-0048>
- Meydan, Y. A. (2007). *Talep tahmin yöntemleri ve orta ölçekli bir işletmede uygulanması* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi].
- Molina-Besch, K., Wikström, F., & Williams, H. (2019). The environmental impact of packaging in food supply chains—Does life cycle assessment of food provide the full picture? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24, 37–50. <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1500-6>
- Na, B., Sim, M. K., & Lee, W. L. (2019). An optimal purchase decision of reusable packaging in the automotive industry. *Sustainability*, 11(23), 6579. <https://doi.org/10.3390/su11236579>
- Nordin, N., & Selke, S. (2010). Social aspect of sustainable packaging. *Packaging Technology and Science*, 23(6), 317–326. <http://dx.doi.org/10.1002/pts.899>
- Palabıyık, H., & Altunbaş, D. (2004). Kentsel katı atıklar ve yönetimi. In U. Yıldırım & M. C. Marin (Eds.), *Çevre sorunlarına çağdaş yaklaşımlar* (s. xx–xx). Beta Basım Yayım.
- Palmqvist, C., & Karlsson, O. (2022). *Implementation & sustainability of returnable packaging in the global manufacturing industry: A case study at Volvo Trucks* [Master's thesis, Uppsala University].
- Punch, K. F. (2011). *Sosyal araştırmalara giriş: Nicel ve nitel yaklaşımlar* (2. baskı). Siyasal Kitabevi.
- Rashid, M. A. A., Othman, M. N. A., Rashid, S. S., & Ali, M. B. (2015). Exploring reduce, recycle and reuse (3Rs) awareness, practice among oil and gas workers and its influence on their productivity. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5, 281–283.
- Reusable Packaging Association (RPA). (2015). *Guidelines and best practices for the safe use of returnable containers in food supply chains*. <https://www.reusables.org/wp->

content/uploads/2016/06/RPA-Guidelines-Best-Practices-for-Safe-Use-of-Returnable-Containers-in-Food-Supply-Chain.pdf

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2023). *Sakarya İl Sanayi Durum Raporu*. <https://www.sanayi.gov.tr>

Sastre, R. M., de Paula, I. C., & Echeveste, M. E. S. (2022). A systematic literature review on packaging sustainability: Contents, opportunities, and guidelines. *Sustainability*, 14(11), 6727. <https://doi.org/10.3390/su14116727>

Skerlic, S., & Muha, H. (2020). A model for managing packaging in the product life cycle in the automotive industry. *Sustainability*, 12(22), 9431. <https://doi.org/10.3390/su12229431>

Steenis, N. D., Van Herpen, E., Van Der Lans, I. A., Ligthart, T. N., & Van Trijp, H. C. (2017). Consumer response to packaging design: The role of packaging materials and graphics in sustainability perceptions and product evaluations. *Journal of Cleaner Production*, 162, 286–298. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.036>

Şehamet, B. (1994). Zaman serilerinde üstel düzeltme modelleri ve bir uygulama. *Öneri Dergisi*, 1(1), 44–54. <https://doi.org/10.14783/maruoneri.698506>

Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J., & Van Wassenhove, L. N. (1995). Strategic issues in product recovery management. *California Management Review*, 37(2), 114–135. <https://doi.org/10.2307/41165792>

Thomas, & Eirik. (2015). *Returnable packaging in the automotive supply chain: From a supplier's perspective* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Jönköping University].

Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2001). Indicators of sustainable production: A new tool for promoting business sustainability. *New Solutions: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy*, 11(1), 41–62. <http://dx.doi.org/10.2190/XQK7-UB3W-3AQE-G4N0>

Walker, T. R., McGuinty, E., Charlebois, S., & Music, J. (2021). Single-use plastic packaging in the Canadian food industry: Consumer behavior and perceptions. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00747-4>

Wyrwa, J., & Barska, A. (2017). Packaging as a source of information about food products. *Procedia Engineering*, 182, 770–779. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.199>

Yılmaz, M. B., & Çilengiroğlu, Ö. B. (2022). Talep tahminleme değişkenlerinin üssel düzeltme yöntemi ile belirlenmesi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 9(22), 92–103. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6948405>

Yılmaz, Z. (1993). *Yatırım projeleri analizi ve yönetimi* (2. baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, No: 35.

Makale Bilgi Formu

Yazarların Notları: Bu çalışma “Yeniden Kullanılabilir Ambalajların Sürdürülebilirlik Etkisi: İklimlendirme Sektöründe Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi Erciyes Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sakarya, 2025” isimli (Yayınlanmamış yüksek lisans) yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Yazarların Katkıları: Muhammed Murad Serbest; çalışmanın konsepti ve tasarımı, veri analizi ve yorumlama, yazı taslağının oluşturulması, teknik destek ve literatür tarama süreçlerine katkıda bulunmuştur. Prof. Dr. Mustafa Cahit Ugan; çalışmanın konsepti ve tasarımı, veri analizi ve yorumlama, yazı taslağının oluşturulması, teknik destek, içeriğin eleştirel incelenmesi ve literatür tarama süreçlerine katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması Bildirimi: Yazarlar tarafından potansiyel çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Yapay Zeka Bildirimi: Bu makale yazılırken hiçbir yapay zeka aracı kullanılmamıştır.

İntihal Beyanı: Bu makale iThenticate tarafından taranmıştır.