

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ**

**İKLİMLENDİRME SEKTÖRÜNDE YENİDEN
KULLANILABİLİR AMBALAJ KULLANIMI:
ÖRNEK UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS

**Muhammed Murad SERBEST
ORCID: 0000-003-1184-7621**

**Enstitü Anabilim Dalı: İşletme Enstitüsü
Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa Cahit UNGAN
ORCID: 0000-003-2041-1344**

EYLÜL – 2025

Muhammed Murad Serbest tarafından hazırlanan “İklimlendirme sektöründe yeniden kullanılabilir Ambalaj kullanımı: Örnek Uygulama” başlıklı bu tez, 11/08/2025 tarihinde Sakarya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Cahit UNGAN

Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyeleri: Dr. Öğr. Üyesi Metin BAYRAM

Sakarya Üniversitesi

Doç. Dr. Hasan ŞAHİN

Bursa Teknik Üniversitesi

 SAKARYA ÜNİVERSİTESİ	T.C. SAKARYA ÜNİVERSİTESİ İŞLETME ENSTİTÜSÜ TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU	Sayfa: 1/1
Öğrencinin		
Adı Soyadı	:	Muhammed Murad Serbest
Öğrenci Numarası	:	Y166004043
Enstitü Anabilim Dalı	:	İşletme
Enstitü Bilim Dalı	:	Üretim Yönetimi ve Pazarlama
Programı	:	Tezli Yüksek Lisans Programı
Tezin Başlığı	:	İKLİMLENDİRME SEKTÖRÜNDE YENİDEN KULLANILABİLİR AMBALAJ KULLANIMI: ÖRNEK UYGULAMA
Benzerlik Oranı	:	%6
Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim. 03 / 06 / 2025 İmza Öğrenci		
Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere gsbttez@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir. Bilgilerinize arz ederim. 03 / 06 / 2025 İmza Danışman		
Uygundur Danışman Unvanı / Adı-Soyadı: Prof. Dr. Mustafa Cahit Ungan Tarih: 03 / 06 / 2025 İmza:		
☐ Kabul Edilmiştir ☐ Reddedilmiştir	Enstitü Birim Sorumlusu Onayı	
EYK Tarih ve No: / / 20.... /		

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca yardımını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa Cahit UNGAN'a minnet ve şükranlarımı sunarım.

Bu akademik çalışma Endüstri Mühendisliği eğitimim boyunca bana maddi ve manevi olarak destek olan ve Endüstri Mühendisi Ünvanı almamda büyük katkıları olan değerli Barış ŞAFAK ve Nalan YILDIZ ŞAFAK'a atfedilmiştir.

Muhammed Murad SERBEST

11.08.2025



İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iii
TABLolar	iv
ŞEKİLLER	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	6
1.1 Sürdürülebilirlik.....	6
1.2. İklimlendirme.....	10
1.3. İklimlendirme Sektörü Yapılanması	12
1.4. İklimlendirme Sektörünün Alt Ürün Grupları	13
1.5. Dünyada ve Türkiye’de İklimlendirme Sektörü	18
1.6. İklimlendirme Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Eylem Planı	20
1.7. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi	22
1.8. Tedarik Zincirinde Sürdürülebilirlik.....	24
BÖLÜM 2. AMBALAJLARIN YENİDEN KULLANIMI	26
2.1. Ambalaj Kavramı.....	26
2.2. Ambalaj Atıklarının Çeşitleri.....	28
2.3. Geri dönüşüm, Geri kazanım ve Yeniden Kullanım.....	31
2.4. Sürdürülebilirliğin Ambalaj ile Olan İlişkisi	32
2.4.1. Geri Dönüştürme	33
2.4.2. Azaltma	34
2.4.3. Yeniden Kullanma	35
2.5. Sürdürülebilir Ambalajlar ve Geri Dönüşüm Süreci	36
2.6. Sürdürülebilir Ambalaj Tasarımları.....	37
2.7. Yeniden Kullanılan Ambalajlama	39
2.7.1. Yeniden Kullanım.....	40
2.7.2. Amacı.....	41
2.7.3. Gerekçesi	42
2.7.4. Yeniden Kullanılan Ambalaj ve Sürdürülebilirlik.....	42
2.7.5. Literatür Araştırması.....	43
BÖLÜM 3. UYGULAMA.....	46

3.1. Daikin Türkiye Hakkında Genel Bilgiler.....	46
3.2. Yöntem.....	47
3.2.1. Talep Tahminleme	48
3.2.1.1. Üstel Düzeltme.....	50
3.2.1.2. Microsoft Excel'de Tahmin Aracı (Forecast Tool) ve Kullanımı	50
3.2.2.Yatırım Gereksinimini Belirleme	53
3.2.3.Geri Ödemesi Süresi Yöntemi	54
3.2.4.Kârlılık Oranı Yöntemi.....	54
3.3. Örnek Uygulama.....	55
3.3.1.Yeniden Kullanılabilir Ambalajla Taşınacak Olan Malzemelerin Seçimi	55
3.3.2.Yeniden Kullanılabilir Ambalaj İçin Yatırım Miktarı Hesaplaması	56
3.3.3.Yeniden Kullanılabilir Ambalaj Yatırımı İçin Başa Baş Noktası, Yatırımın Geri Dönüş Zamanı Ve Kârlılık Analizi	63
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
KAYNAKÇA	69
ÖZGEÇMİŞ.....	83

KISALTMALAR

3R	: Reduce, Reuse, Recycle (Azaltma, Tekrar Kullanma, Geri Dönüştürme)
ASHRAE	: Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği
BM	: Birleşmiş Milletler
EPS	: Ekspande Polistiren Köpük
EYODER	: Enerji Verimliliği ve Yönetimi Derneği
GDT	: Geri Dönüşüm Tesisleri
HDPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen
HVAC	: Isıtma Havalandırma ve İklimlendirme
ISO	: International Standart of Organization (Uluslararası Standart Organizasyonu)
İSİB	: İklimlendirme Sanayi İhracatçıları Birliği
İSKİD	: İklimlendirme Soğutma Klima İmalatçıları Derneği
LCSP	: Lowell Sürdürülebilir Üretim Merkezi
LDPE	: Düşük Yoğunluklu Polietilen
MTMD	: Mekanik Tesisat Müteahhitleri Derneği
OECD	: Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Teşkilatı
PVC	: Polivinil Klorür
TAT	: Tesis Atık Toplama
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
XPS	: Ekstrüde Polistiren Köpük
ÖP1	: Ön Izgara Plastiği_1
ÖP2	: Izgara Plastiği_2
ÖP3	: Ön Izgara Plastiği_3
ÖP4	: Ön Izgara Plastiği_4

TABLÖLAR

Tablo 1: Malzeme/Ambalaj/Miktar Tablosu	56
Tablo 2: Model Bazlı Gerçekleşen/Planlanan Ambalaj Kullanımları.....	57
Tablo 3: Gerçekleşen, Planlanan ve Tahmin edilen Malzeme Tüketim, Ambalaj İhtiyaç Miktarı ve Ambalaj İhtiyaç Miktarı/Gün verileri	61
Tablo 4: Zaman/Maliyet Tablosu	64
Tablo 5: Kârlılık Tablosu	65



ŞEKİLLER

Şekil 1: Örnek Excell Talep Tahmini Oluşturulmasına Örnek.....	52
Şekil 2: Excell Tahmini Sonuçlarına Örnek	52
Şekil 3: Yatırımın Geri Dönüş Hesaplaması İçin Formül	54
Şekil 4: Klima Dış Ünitesi.....	56
Şekil 5: Malzeme Tüketim Tahmini	60
Şekil 6: Ambalaj Tüketim Tahmini	60



ÖZET

Serbest, M. M. (2025). *İklimlendirme sektöründe yeniden kullanılabilir ambalaj kullanımı: Örnek uygulama* (Yayımlanmamış yüksek lisans) Sakarya Üniversitesi.

Sürdürülebilirlik çevresel bir unsur olarak görülse de ekonomik ve sosyal boyutları da içerir. Tekrar kullanılabilir ambalaj ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulursa da mevcut literatürde tekrar kullanılabilir ambalaj talebini, finansal faydalarını (örn. Skerlic ve Muha, 2020) ve çevresel etkilerini (örn. Asim, 2022) belirlemeye yönelik çok az çalışma bulunmaktadır. Bu alandaki boşluğu doldurmak bu çalışmanın motivasyonu olmuştur. Daha spesifik olarak, bir vaka çalışması yöntemi kullanarak, bu çalışma yeniden kullanılabilir ambalaj talebini, eşik noktasını ve maliyet ve kârlılık analizlerini tahmin edecektir.

Bu çalışmada bir vaka çalışması yöntemi kullanılmıştır. Bir vaka çalışması, bir konunun ayrıntılı bir incelemesidir (Punch, 2011). Araştırmanın evreni, dünyanın klima sektöründe lider bir Japon şirketi olan Daikin ile sınırlıdır. Şirket Türkiye'de bir fabrika işletmektedir ve veriler bu fabrikadan toplanmıştır. Bu araştırma, dört farklı malzemenin yeniden kullanılabilir ambalajlarda taşınmasının nicel yöntemler kullanılarak ekonomik fizibilitesini incelemiştir.

En uygun malzeme olarak belirlenen dört farklı klima dış ünite kapağı incelenmiş ve ortak ölçülerde bir paket içerisinde taşınabileceği görülmüştür. Öncelikle bu parçalar için ortak bir yeniden kullanılabilir ambalaj boyutu ve tipi belirlenmiştir. Daha sonra niceliksel talep tahmin yöntemi olan Üstel Düzeltme Modeli kullanılarak gelecek dönemler için optimum paket sayısı belirlenmiş ve belirlenen paket sayısına göre yatırım maliyeti hesaplanmıştır. Yeniden kullanılabilir ve tek kullanımlık ambalajlar için yatırım maliyeti hesaplandıktan sonra yatırımın denge noktası ve geri ödeme süresi belirlenmiştir. Son olarak önümüzdeki dört yıl için kârlılık hesaplanmıştır.

Tekrar kullanılabilir ambalaj malzemesi için üstel düzeltme ile talep tahmini yapıldıktan sonra, yatırımın denge noktası kullanım miktarının 15.041 birim olduğu bulundu. Yatırım, tekrar kullanılabilir ambalaj kullanımının dokuzuncu ayından itibaren şirkete kâr getirmeye başlamaktadır ve 4 yılda yaklaşık 265.000 € kar hesaplanmıştır. Yatırımın karlılığı ilk yıl %32,5, ikinci yıl %156,75, üçüncü yıl %256,66 ve dördüncü yıl %356,91 olarak hesaplanmıştır.

Analizler, yeniden kullanılabilir ambalaj kullanmanın işletmelere uzun vadede önemli finansal kazanımlar sağladığını göstermektedir. Ayrıca karbon ayak izinin azaltılması ve atık yönetimi gibi faktörler açısından çevresel sürdürülebilirlik üzerinde olumlu etkiler belirlenmiştir. Analizler, geri dönüştürülmüş ambalaj kullanmanın dört yılda yaklaşık 265.000 Euro tasarruf sağladığını ortaya koymuştur. Bu çalışmanın yöneticiler ve politika yapıcılar için çeşitli çıkarımları vardır. Geri dönüştürülebilir ambalaj kullanımını artırmak için işletmelerin geri dönüştürülebilir ambalaj sistemlerinin maliyet avantajları ve çevresel faydaları konusunda da bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Diğer çıkarımlar arasında geri dönüştürülebilir ambalaj kullanımını teşvik edecek kamu politikaları geliştirmek, sürdürülebilir ambalaj için yasal düzenlemeleri güçlendirecek finansal destek programları oluşturmak ve ambalajlama süreçlerinde akıllı izleme sistemleri ve geri dönüşüm teknolojileri uygulayarak süreçleri daha verimli hale getirmek yer alıyor.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yeniden Kullanılabilir Ambalaj, Maliyet

ABSTRACT

Serbest, M. M. (2025). *Reusable packaging in the air conditioning industry: A case study* (Unpublished master's). Sakarya University.

Although the sustainability aspect is seen as a given, it also includes economic and social dimensions. Although reusable packaging contributes to economic and sustainability, there are few studies in the existing literature to determine the demand for reusable packaging, its financial benefits (e.g. Skerlic ve Muha, 2020) and growth situations (e.g. Asim, 2022). This has been the motivation that complements students in this field. More specifically, using a case study method, this study will estimate the demand for reusable packaging, equivalent cost, and cost and profitability analysis.

This study used a case study method. A case study is a detailed examination of a topic (Punch, 2011). The universe of the research is limited to Daikin, a leading Japanese company in the world's air conditioning sector. The company operates a factory in Türkiye and the data was collected from this factory. This research examined the economic feasibility of transporting four different materials in reusable packaging using quantitative methods.

Four different air conditioner outdoor unit covers determined as the most suitable material were examined and it was seen that they could be carried in a package with common dimensions. First, a common reusable packaging size and type were determined for these parts. Then, the optimum number of packages for the future periods was determined using the Exponential Smoothing Model, which is a quantitative demand estimation method, and the investment cost was calculated based on the determined number of packages. After calculating the investment cost for reusable and disposable packages, the balance point and payback period of the investment were determined. Finally, profitability was calculated for the next four years.

After the demand forecast for reusable packaging material was made with exponential smoothing, the equilibrium point usage amount of the investment was found to be 15,041 units. The investment starts to bring profit to the company from the ninth month of reusable packaging use and a profit of approximately €265,000 was calculated 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.

The analysis shows that using reusable packaging provides significant financial gains for businesses in the long term. In addition, positive effects on environmental sustainability have been identified in terms of factors such as reducing carbon footprint and waste management. The analysis revealed that using recycled packaging saves approximately 265,000 Euro in four years. This study has several implications for managers and policy makers. In order to increase the use of recyclable packaging, businesses should also be made aware of the cost advantages and environmental benefits of recyclable packaging systems. Other implications include developing public policies to encourage the use of recyclable packaging, creating financial support programs to strengthen legal regulations for sustainable packaging, and making processes more efficient by implementing smart monitoring systems and recycling technologies in packaging processes.

Keywords: Sustainability, Reusable Packaging, Cost

GİRİŞ

Sürdürülebilirlik kavramı mevcut kaynakların gelecek nesillere aktarılmasını temel hedef olarak belirlemekte ve bu bağlamda özellikle doğal kaynakların gözetilerek etkin bir şekilde yönetilmesini amaçlamaktadır. Ayrıca sürdürülebilirlik yalnızca ekonomik bir unsur olarak görülmemekte aynı zamanda sosyal ve çevresel boyutları da içermektedir. Sürdürülebilirliğin çevresel bileşeni su kaynaklarının korunmasını, çevre kirliliğinin azaltılmasını, hava kirliliğinin en aza indirilmesini ve aynı zamanda toplumun çevre ile bütünlüğünün sağlanmasını içermektedir. Ortamlardaki hava kirliliğinin azaltılması, kalitenin artırılması ve nem ile oksijen dengesinin ayarlanması adına ise iklimlendirme faaliyetlerinden yararlanılmaktadır.

İklimlendirme sektörü, kişilerin bulundukları ortamdaki havanın kalitesini, nemini ve tazeliğini değiştirmek amacıyla faaliyet gösteren bir sektördür. Havanın ısıtılması, soğutulması, temizlenmesi ve oksijen seviyesinin dengelenmesi, iklimlendirme sektörünün temel çalışma alanlarını oluşturmaktadır. Bu sektörde çeşitli alt ürün gruplarının bulunması da ambalaj kullanımlarını etkileyerek ek masraflar oluşturmaktadır.

Ambalajlar, ürünlerin korunması, taşınması ve bilgi sunumu gibi işlevlerle önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda ambalaj tasarımı, estetik ve işlevsel olmak üzere çift yönlü bir yaklaşımla tüketici deneyimini etkileyebilmektedir. Tasarım süreci malzeme seçiminden başlayarak grafik tasarımıyla devam etmekte ve pazarlama stratejileriyle bütünleşmektedir (Wyrwa ve Barska, 2017; Ambrose ve Harris, 2012).

Ambalaj atıkları ise yönetmeliklere göre 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 olgusu ambalaj tasarımı ve atık yönetimi ile yakından ilişkilendirilmektedir. Azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüştürme, sürdürülebilir bir çevre yaratma amacına hizmet eden üç temel strateji olarak öne çıkmaktadır. 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 da hem tüketici sağlığı ve güvenliği hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır (Keskin vd., 2020). İklimlendirme sektöründe yenilenebilir ambalajların kullanılması bu sektördeki mali yüklerin hafifletilmesine imkân tanımakta aynı zamanda çevre kirliliğinin azaltılmasına destek olmaktadır.

Çalışmanın Amacı

Bu tez, iklimlendirme sektöründe sürdürülebilirlik ilkelerini teşvik etmek ve yeniden kullanılabilir ambalaj kullanımının nasıl bir değer yaratabileceğini ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. Tezin temel amaçları şunlardır:

Sürdürülebilirlik perspektifi sunmak: Geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilir ambalajların sürdürülebilirlik perspektifinden incelenmesi ve faydalarının analiz edilmesi.

Ekonomik faydayı belirlemek: Yeniden kullanılabilir ambalajların maliyet etkinliğinin detaylı bir şekilde incelenmesi, yatırım maliyetleri ile uzun vadeli kârlılık arasında bir ilişki kurulması. Özellikle başa baş noktası analizlerinin kullanılarak yatırımın geri dönüş potansiyelinin değerlendirilmesi.

Örnek bir sektörel uygulama geliştirmek: İklimlendirme sektörüne özgü bir uygulama tasarlanarak, geri dönüşümlü ambalajlama sisteminin ekonomik ve operasyonel fizibilitesinin kanıtlanması.

Literatüre katkı sağlamak: Bu çalışma, sürdürülebilir ambalajlama sistemlerine ilişkin literatüre özgün katkılar sunmayı hedeflemektedir. Yeniden kullanılabilir ambalajlama sistemleri ile ilgili teorik altyapının derinleştirilmesi ve sektörel uygulama örnekleri ile bu alandaki bilgi boşluğunun doldurulması amaçlanmaktadır. Ayrıca, farklı sektörlerde uygulanabilir bir model sunarak akademik çalışmalara referans oluşturulması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda, tezin amacı, yalnızca sektörel bir uygulama ortaya koymak değil, aynı zamanda bu uygulamanın sürdürülebilirlik ve ekonomik değer yaratma potansiyelini

teorik ve pratik düzeyde analiz ederek literatüre katkı sunmaktır. Böylece, çalışmanın bulguları hem akademik hem de uygulamalı alanlarda anlamlı sonuçlar üretecektir.

Bu tez, uygulamacılara, akademisyenlere ve politika yapıcılara değerli katkılar sunmayı amaçlamaktadır. Uygulamacılar için, yeniden kullanılabilir ambalajların işletme süreçlerine entegrasyonu ve ekonomik avantajlarının yanı sıra çevresel faydalarının nasıl optimize edilebileceği konusunda rehberlik sağlayacaktır. Akademisyenler açısından, literatürdeki eksiklikleri gidermeye ve gelecekteki çalışmalara temel oluşturmaya katkı sunacaktır. Politika yapıcılar için ise, sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda etkili ve uygulanabilir stratejiler geliştirilmesine ışık tutacak önemli bulgular içermektedir.

Çalışmanın Önemi

Sürdürülebilirlik olgusu özellikle kaynakların tükenmesi riskine karşı büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda ele alınan çalışmanın da iklimlendirme sektörü özelinde yeni bir bakış açısı sunarak literatüre önemli katkılarda bulunabileceği öngörülmektedir. Ayrıca ele alınan çalışma kapsamında hesaplanan ekonomik faydalar da rekabetin her geçen gün zorlaştığı ve maliyet yönetiminin öneminin arttığı küresel ticaret ortamında çalışmanın özgün önemini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın Kapsamı

Bu tez, iklimlendirme sektöründe yeniden kullanılabilir ambalajların işletme kârlılığına, sürdürülebilirliğe ve sektörel verimliliğe olan katkılarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında şu üç araştırma sorusuna yanıt aranmaktadır:

Yeniden kullanılabilir ambalajların sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri nelerdir?

Yeniden kullanılabilir ambalaj kullanmak için gerekli minimum talep düzeyi nedir?

Yeniden kullanılabilir ambalajın işletme kârlılığına etkisi nedir?

Tez kapsamında yapılacak analizler, özellikle ikinci ve üçüncü sorulara yönelik teorik ve uygulamalı bulgular ortaya koymaktadır. Sürdürülebilirliğe ilişkin sorular, son yıllarda artan akademik çalışmalar ve mevcut literatürden elde edilen bilgilerle desteklenmiştir.

Yeniden kullanılabilir ambalaj sistemleri, tedarik zincirlerinde çevresel etkileri azaltma ve ekonomik verimliliği artırma açısından önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle plastikten üretilen bu sistemler, tekstil, kimya, ilaç, gıda ve içecek gibi birçok sektörde güvenli ürün akışını sağlar. Bu sistemler, tek kullanımlık ambalaj malzemelerine olan

bağımlılığı azaltarak atık miktarını minimize eder ve çevresel bozulmayı önlemeye katkıda bulunur. Ayrıca, ters lojistikte tekrar kullanılabilir ambalajların benimsenmesi, çevresel sürdürülebilirliği desteklemenin yanı sıra, uzun vadede ambalaj maliyetlerini düşürerek ekonomik açıdan avantaj sağlar. Örneğin: (Asim, 2022) ve arkadaşlarının araştırmalarında, yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerinin çevresel etkilerinin analizi yapılmış ve bu sistemlerin karbon salınımını önemli ölçüde azalttığı ortaya konulmuştur. Benzer şekilde, (Akbane vd, 2018) tarafından yapılan araştırmada, bu ambalajların uzun vadeli kârlılık üzerinde olumlu etkileri olduğu vurgulanmıştır.

Tezin kapsamı, Türkiye’deki iklimlendirme sektöründeki bir firma ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada dört farklı malzemenin yeniden kullanılabilir ambalajlarla taşınmasına ilişkin bir örnek uygulama yapılmıştır. Zaman kısıtı olarak, araştırma 2023-2028 yılları arasındaki verileri ele alınmıştır. Bunun yanı sıra, ambalajların ekonomik fizibilitesi, başa baş analizi ve geleceğe yönelik maliyet/yarar tahminleri de çalışmanın temel odak noktalarını oluşturmuştur.

Literatür taramasına dayalı olarak, yeniden kullanılabilir ambalajlama sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından önemi, çevresel etkileri ve ekonomik avantajları sıklıkla vurgulanmaktadır. Örneğin, Zhu vd. (2022), bu sistemlerin döngüsel ekonomiye geçişte kritik bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Bu çalışma, yerel sektör uygulamalarına ışık tutarken aynı zamanda uluslararası literatüre de değerli bilgiler kazandırmayı amaçlamaktadır.

Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada iklimlendirme sektöründe yeniden kullanılabilir ambalajların kârlılık ve sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini incelemek için örnek uygulama yöntemi kullanılacaktır. Örnek olay çalışması; bir konunun ayrıntılı biçimde incelenmesidir (Punch, 2011). Belirli bir bağlamda karmaşık olguların derinlemesine anlaşılmasına olanak tanıdığı için bu araştırmada örnek olay yöntemi 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. Veriler, talep tahminleri, yatırım için başa baş noktası analizi gibi tekniklerle analiz edilmiştir. 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 ve mevsimselliğin anlaşılması için referans değerler olarak kullanılmıştır. 2025-2026 arası için şirket tarafından planlanan tüketim adetleri hesaplama dahil edilmiştir. Son olarak 2026-2028 arası tüketim tahmin edilerek 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 kârlılık hesabı yapılmıştır.

Çalışmanın Kısıtları

Her araştırmada olduğu gibi bu araştırmanın da bazı kısıtları vardır. Araştırma verileri Türkiye’de iklimlendirme sektöründe faaliyet gösteren bir üretim tesisinden alınmıştır. Bu durum sonuçların genelleştirilmesini güçleştirebilmektedir.

Çalışmada firmanın kullandığı tek talep tahmin yöntemi olan üstel düzeltme yöntemi kullanılmıştır. Diğer tahmin yöntemleri de kullanılarak tahmin hataları hesaplanabilirdi. Başa baş noktası analizinde yeniden kullanılabilir ambalajların fabrika içi taşıma işlemlerine ait işçilik maliyetleriyle enflasyon etkileri dikkate alınmamış, döviz kuru ise sabit kabul edilmiştir. Ayrıca yıllara göre karlılık hesaplaması yapılırken enflasyon etkisi dikkate alınmamıştır. Bu hususların bundan sonraki çalışmalarda dikkate alınması konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

BÖLÜM 1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1 Sürdürülebilirlik

İnsanların yaşamlarını devam ettirebilmek adına ihtiyaç duyduğu birtakım kaynaklar bulunmaktadır. Ancak günümüzde iklim değişikliği, küreselleşme, hastalıklar ve savaşlar gibi nedenlerle bu kaynakların miktarı önemli ölçüde azalmaktadır. Bu da mevcut kaynakların devamlılığını sağlamayı gerektiren sürdürülebilirlik kavramının önemini belirginleştirmektedir. Diğer bir ifadeyle meydana gelen kaynak azalmalarına bağlı olarak belirginleşen sürdürülebilirlik kavramı günümüzün önemli konuları arasında yer almaktadır. Dolayısıyla da bu kapsamlı kavramın alt başlıklar şeklinde açıklanmasının, çalışmanın açıklığı ve anlaşılabilirliği açısından daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramının özellikle 21. yüzyıl itibariyle belirginleşmeye başladığı düşünülmektedir. Buna karşın, Antik Roma döneminde yaşamış olan Vitruvius, mimarlığın yalnızca yapı inşa etmekten ibaret olmadığını, aynı zamanda doğayla uyumlu, işlevsel ve estetik değerlere sahip olması gerektiğini vurgulamıştır. Vitruvius'un bu yaklaşımı, günümüzde sürdürülebilir mimarlık ilkeleriyle örtüşen erken bir düşünsel temel olarak değerlendirilmektedir (Vitruvius, M.Ö.15/2009). Bununla birlikte sürdürülebilirlik kavramının yerleşik hayatta doğaya hükmetmekten ziyade doğa ile iç içe uyum içinde bulunmayı ifade ettiği belirtilmektedir. Buna karşın günümüzdeki sürdürülebilirlik yaklaşımlarındaysa yapılan tasarımların doğayı gözeterek yapılması ve doğayla uyum içinde olması büyük önem taşımaktadır (Akıncıtürk, 2015).

18. yy'da Sanayi Devriminin gerçekleştirilmesiyle hız kazanan teknoloji, nüfus sayısının artışı da tetiklemiştir. Küreselleşme olgusuna ve yükselen yaşam standartlarına bağlı olarak da çeşitli çevre kirlilikleri meydana gelmekte, çarpık kentleşme artmakta ve bu da kaynakların bilinçsiz kullanılmasına yol açmaktadır. Artan nüfusa paralel olarak giderek çoğalan ihtiyaçlar da insanların kaynak kullanımını artırmıştır. Bunun bir sonucu olarak insanların yenilenemeyen kaynaklara yönelmesiyle canlılar açısından büyük bir risk teşkil etmektedir. Birbirleri ile doğrudan ilişkilendirilebilen bu olayların tümü de ekolojik dengenin bozulmasına yol açarak kayda değer bir problem haline gelmiştir (Osmançelebioğlu, 2015).

Öte yandan kaynakların bilinçsizce kullanılması da yukarıda ifade edilen çevresel problemlerin açığa çıkmasına neden olmaktadır. Zira günümüzde de gelişmekte olan çok

sayıda ülkenin sürdürülebilirliği göz ardı ederek kaynak yönetiminde yanlış yöntemleri benimsediği görülmektedir. Bununla birlikte günden güne artan talepler, finansal genişleme bağlamında mevcut koşulların zorlanmasına yol açmaktadır (Ertem, 2020).

Dünya çapında gözlenen nüfus artışı, küreselleşme ve kaydedilen teknolojik ilerlemeler hem enerji ihtiyacını hem de doğal kaynaklara olan ihtiyacı artırmaktadır ki bu da 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. Dolayısıyla sürdürülebilirlik kavramına yönelik tanımlamaların büyük bir kısmı benzerlik göstermekte olup genelde çevrenin ve doğal kaynakların korunması üzerinde şekillenmektedir (Darlıyerli, 2020). Muscoe'nun sürdürülebilirlik konusundaki görüşleri ise sürdürülebilirlik olgusunun hem sosyal hem zamansal hem çevresel hem kültürel hem de toplumsal boyutlarının olduğunu vurgulamaktadır (Bayraktaroğlu, 2014).

Sürdürülebilirliğin kavramsal bir çerçevede değerlendirilmesi ile de bu kavramın “tutmak” anlamında kullanılan “subtenir” kökünden geldiği ve İngilizce karşılığının ise “sustainability” olduğu görülmektedir. Aynı zamanda Fransızcada dayanıklı anlamına gelen “durabilité” kavramının ve Almancada ise kalıcılık anlamında kullanılan “Nachhaltigkeit” kelimesinin sürdürülebilirliği ifade ettiği bilinmektedir. Tüm bunların yanı sıra Gilman da sürdürülebilirliği, toplumların var olan sistemlerinin, kendilerine özgü kaynaklarının tükenmesini önleyen faaliyetler olarak değerlendirmektedir (Bayraktaroğlu, 2014). Diğer taraftan sürdürülebilirlik konusunda çalışmalar yürüten Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayınlanan “Ortak Geleceğimiz” sürdürülebilirliğin genellikle kalkınma kavramıyla bir arada ele aldığı dikkat çekmektedir. Sürdürülebilirlik kavramının uluslararası alanda büyük önem taşıyan Brundtland Raporu'ndaki tanımı ise *“sürdürülebilir gelişme, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama becerisini riske atmadan, günümüz ihtiyaçlarını karşılamayı garanti altına almaktır”* şeklindedir (Aracı ve Yüksel, 2016).

Günümüzde ise gelecek nesiller açısından büyük bir sorun olarak görülen sürdürülebilirlik, bir tercihten ziyade zorunluluk halini almıştır. Bununla birlikte sürdürülebilirlik, yalnızca maddi açıdan devamlılığı ifade etmekten çıkarak insanlık için önemli bir gerekliliğe dönüşmüştür (Lıftın, 2017).

İnsanlığın varoluşundan bu yana enerji ihtiyacı daima süregelen bir gereklilik olmuştur. Buna karşın meydana gelen teknolojik yenilikler ve dönüşümlerse enerjiye olan ihtiyacın önemli ölçüde artmasına yol açmıştır. Bu noktada sürdürülebilirlik artan ihtiyaçlar karşısında mevcut doğa dengesinin korunmasını hedeflemekte olup yenilenemeyen kaynak kullanımlarının azaltılmasını amaçlamaktadır. Sürdürülebilirliğin bileşenlerini oluşturan sosyal, politik ve çevresel yaklaşımlar aynı zamanda sürdürülebilir kentleşme anlayışının de temelini teşkil etmektedirler (Satterthwaite, 1997).

Sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli olan üç bileşen ise şu şekilde özetlenebilmektedir:

i. Ekolojik Bileşen: Çevrenin dengesinin korunmasını amaçlayan sürdürülebilirlik faaliyetleri ekolojik bileşenin içeriğini oluşturmaktadır. Bu bileşen kapsamında doğada var olan su kaynakları ve doğalgaz gibi kaynakların miktarının dengede tutulması amaçlanmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakların kullanımının teşvik edilmesi de ekolojik bileşen çerçevesinde değerlendirilebilmektedir (Bilgili, 2017).

ii. Sosyal Bileşen: Toplumsal görüşlerin değerlendirmeye alınması, her bir bireye eşit fırsatlar ve haklar sunulması, 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).

iii. Ekonomik Bileşen: 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).

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. Ron, 1998 yılında sürdürülebilir üretimi kavramını, gelecek nesillerin ihtiyaç ve arzularına zarar vermeden günümüz toplumunun talep ve gereksinimlerini karşılayan ürünler sunan bir sanayi süreci olarak tanımlamasıyla öne çıkmaktadır (Ron, 1998). Aynı zamanda 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 ve Ellenbecker, 2001).

Diğer taraftan Cambridge Üniversitesi’ne bağlı İmalat Enstitüsü, teknolojilerin geliştirilmesi sürecinde herhangi bir sera gazı salınımı, yenilenemeyen kaynak kullanımı ya da toksik atık oluşumuna izin vermeyen sürdürülebilir üretim metotlarını benimsemiştir (Allwood, 2005). Amerika’daki İleri İmalat Ulusal Konseyi’ne göre ise sürdürülebilir üretim hem sürdürülebilir ürünlerin üretilmesini hem de genel olarak tüm ürünlerin sürdürülebilir yöntemlerle imal edilmesini kapsamaktadır (National Council for Advanced Manufacturing, 2009). Bu kapsamın ilk boyutu enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, yeşil binalar ve benzeri çevreci ürünlerin üretimini içermekte iken ikinci boyut tüm ürünlerin yaşam döngüsü göz önünde bulundurularak üretilmesini vurgulamaktadır. Sürdürülebilir İmalat Danışmanlığı, sürdürülebilir üretimi; teknolojik ve ekonomik hedefler doğrultusunda tüm negatif etkileri azaltmayı veya ortadan kaldırmayı hedefleyen, şirket süreçleri ve kararlarını etkilediği sosyal ve doğal çevreleri hesaba katarak genişleten bir ticari yöntem olarak açıklamaktadır (Leahu-Aluas, 2010).

Garetti ve Taisch, (2012) yılında sürdürülebilir üretimi, çevresel, sosyal ve ekonomik hedeflere uyum sağlayarak insan hayatını iyileştirme ve doğal kaynakları bilinçli kullanma yetisi olarak tanımlamaktadır. Bu süreç uygun yeni teknolojilerin, düzenleyici tedbirlerin ve toplumsal davranışların bir araya gelmesiyle gerçekleşmektedir. Ayrıca Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) 2009 yılında sürdürülebilir üretimin temel prensibinin, ürünlerin toplumsal ve iş dünyasındaki değerini artırırken materyal ve enerji tüketimini ile emisyonları azaltmak olduğunu vurgulamaktadır.

2011 yılında akıllı imalat sistemleri, sürdürülebilir imalatın, global kaynak sınırlamalarını hafifletme, ürünlerin çevre dostu bir yaşam döngüsüne kavuşmasını sağlama ve çevresel etkileri minimize etme amacıyla yenilikçi imalat yöntemleri ve teknolojileri geliştirmeyi hedeflemektedir. Sürdürülebilir üretimle ilgili çeşitli tanımların bulunması, bu kavramın imalat süreçlerinden nasıl kaynaklandığını belirsiz kılmaktadır. Ana zorluklardan biri ise mevcut tanımların çoğunlukla teorik olması ve somut üretim bileşenlerini kapsamamasıdır. Bu tarz tanımlar üretim üzerindeki etkilerini açıklamaya çalışsalar da imalat mühendisliği bakış açısından değerlendirilmemektedir. Sürdürülebilir üretim ve imalat sürdürülebilirliği arasındaki farkları belirlemenin bir yolu da sürdürülebilir üretimin, bir üretici için belirlenen yüksek sürdürülebilirlik hedeflerine işaret etmesidir.

1.2. İklimlendirme

Modern iklimlendirme sistemlerinin temelleri, 20. yüzyılın başlarında Alfred Wolff, Hermann Rietschel, Willis Carrier ve Stuart Cramer gibi öncülerin çalışmaları üzerine kurulmuştur. Cramer ise Kuzey Carolina’da bir tekstil mühendisi olarak çalışırken 1906 yılında “klima” terimini ortaya atmıştır. Carrier ise doğrudan klimayı icat etmiş olmasa da bu alandaki bilimsel yöntemlerin, mühendislik çözümlerinin ve iş süreçlerinin entegrasyonu ile tanınmıştır. Böylece günümüzdeki ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sektörünün temelleri atılmıştır. 1929 yılında Amerikan Isıtma ve Havalandırma Mühendisleri Derneği, iklimlendirmeyi, havanın nemini, sıcaklığını, dağılımını ve temizliğini aynı anda kontrol eden bir süreç olarak tanımlamıştır ve bu tanım günümüze kadar geçerliliğini korumuştur. Bu tanım günümüzde de hâlâ geçerli olmakta ancak 1929 yılından bugüne teknik alanda büyük iyileştirmeler gerçekleştirildiği gözlenmektedir (Stanford III ve Spach, 2019).

İklimlendirme, havalandırma, ısıtma, soğutma ve hava şartlandırma işlemlerini kapsayan HVAC olarak kısaltılmakta ve insanların rahat bir ortamda yaşayıp çalışmalarını sağlayacak teknolojik yöntemler ve yapay çözümler bütünü olarak tarif edilmektedir (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği [TOBB], 2018). İnsanların keyifle vakit geçirebilecekleri ve çalışabilecekleri ortamlar yaratılması amacıyla atmosferik şartlar teknolojik ve yapay yöntemlerle değiştirilerek sağlanan ısıtma ve soğutma işlemleri, yaşam kalitemizi artıran önemli faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Taner, 2005).

İklimlendirme süreci, iç mekân havasının zorunlu olarak kontrol edilerek istenen sıcaklık, nem ve hava kalitesi değerlerine ulaşılmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Bu süreç hem insanlar için konforlu yaşam koşulları oluşturmakta hem de çeşitli iş süreçlerinin gereksinim duyduğu atmosferik koşulları sağlamaktadır (Güney, 2010). Bununla birlikte iklimlendirme, havanın ve insanların bulunduğu ortamın kontrolünü içeren bir mühendislik disiplini olarak tanımlanmaktadır. Bu alan sadece nem ve ısı kontrolünü değil aynı zamanda soğutmayı da kapsamaktadır. Soğutma işlemi ise iklimlendirme sistemlerinde sıklıkla bulunan ancak iklimlendirmeden bağımsız bir süreci ifade etmektedir. Zira bu sistemler havayı doğrudan veya dolaylı yollarla soğutmaktadır. Ancak halk arasında iklimlendirme, genellikle sadece havanın soğutulması ve nemin giderilmesi olarak anlaşılmakta ve bu yüzden HVAC terimi, modern yapıların içinde yer alan çeşitli sistemlere atıfta bulunurken kullanılan en yaygın ifade olarak öne çıkmaktadır (Stanford III ve Spach, 2019).

İklimlendirme işlemi, bitkiler, hayvanlar ve insanlar ya da endüstriyel ürünlerin üretim sürecinde ihtiyaç duyulan atmosferik koşulların otomatik olarak kontrol edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Yamankaradeniz vd., 2012). Uluslararası kullanımda “klima” kelimesi, Türkçede “iklimlendirme” teriminin karşılığı olarak benimsenmiştir. Antik Yunanca’da “eğim” anlamına gelen klima kelimesi, güneş ışınlarının dünyaya çarpma açısını ifade etmektedir. Dünya üzerindeki farklı bölgelere, farklı açılarda ve farklı zamanlarda ulaşan güneş ışınlarının mevsimlerin oluşumu ve iklim koşullarının değişikliği üzerinde doğrudan bir etkisi bulunmaktadır. Astronomi ile ilgilenen bilim insanları da bu fenomeni “klima” yani iklimlendirme olarak adlandırmışlardır. Ortam havasını belirli şartlar altında tutmak amacıyla iç ortam havası ile dış havanın sadece değiştirilmesi işlemine havalandırma; hava üzerinde temizleme, soğutma ve ısıtma gibi işlemler yapılması durumunda ise bu işleme kısmi iklimlendirme denmektedir. Şayet tüm iklim koşulları; temizleme, tazeleme, nem giderme, soğutma, ısıtma, nemlendirme ve hız ayarlama işlemleri yapay yollarla sağlanıyorsa bu durum tam iklimlendirme olarak adlandırılmaktadır. Havalandırma ve iklimlendirme süreçlerinde en önemli etken hava olup tüm işlemler havanın kontrolü üzerinden yürütülmektedir. Havalandırma ve iklimlendirmede odak nokta ise ortam havasının sıcaklık, tazelik, hız, nem ve temizlik koşullarını kontrol etmektir (Doğan, 2018).

İklimlendirme sistemleri, çeşitli mekanizmaları kapsayan geniş kapsamlı yapılar olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemler hava koşullarını düzenlemek amacıyla tasarlanmış olup

her bir elemanın belirli bir işlevi bulunmaktadır. Örneğin bir iklimlendirme merkezinin bileşenleri arasında bulunan ısıtıcı, nemlendirici ve soğutucu gibi unsurlar, bu sistemin temel parçalarını teşkil etmektedir. Böylesine bir yapı da beş temel kategori altında değerlendirilmektedir: hava taşınım kanalları, şartlandırma havası, iklimlendirme merkezi ve yardımcı elemanları, üfleyiciler ve otomatik kontrol mekanizmaları (Doğan, 2021).

1.3. İklimlendirme Sektörü Yapılanması

Türkiye, Cumhuriyet'in ilan edilmesinin ardından sanayi alanında atılımlar yaparak iklimlendirme sektöründe büyüme kaydetmiştir. 1930'lar, iklimlendirme biliminin teknik uygulamalara aktarılmasıyla önem kazanmaktadır. Bu zaman zarfında toplanan bilgiler ve deneyimlerse sektörün gelişiminde sağlam bir zemin oluşturmaktadır. 1940'larda bu alanda ilk uzmanların yetiştirildiği gözlenirken 1950'lerde ise Yıldız Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi gibi önde gelen üniversitelerin mühendislik fakültelerinden mezun olan mühendisler sektöre değerli katkılarda bulunmuşlardır (Form Şirketler Grubu, 2015).

1950'lerde yabancı şirketlerin Türkiye'deki faaliyetlerine başlaması, yerli girişimcilerin deneyim kazanıp kendi işletmelerini kurmalarını teşvik etmiştir. Bu süreçte kamu projeleri için yabancı ortaklarla iş birliği yapan firmalar, Bayındırlık Bakanlığı'nın tesisat ve proje bölümlerinde çalışan mühendislerden önemli destekler almışlardır. 1960'lardaysa yerli sanayiye desteklemek amacıyla yapılan hamleler ve beş yıllık kalkınma planları, sektördeki istihdam olanaklarının artmasına ön ayak olmuştur (İstanbul Sanayi Odası, 2010).

1970'lerde uygulanan kapalı ekonomi stratejileri ve teknolojik engeller, iklimlendirme alanında önemli aksaklıklar yaratmış ve bu durum, büyük ölçekli işler için gereken yetkin mühendislerin eksikliğine yol açmıştır. 1980'lerde petrol fiyatlarındaki yükselişle birlikte Türk inşaat endüstrisinin yabancı piyasalara açılma süreci, iklimlendirme alanını da benzer bir yöne yönlendirmiştir. 1990'lara gelindiğindeyse Körfez Krizi ve ekonomik dalgalanmaların getirdiği zorluklar sektörü olumsuz etkilemiştir. (İklimlendirme Soğutma Klima İmalatçıları Derneği [ISKİD], 2016).

1993 yılında başlatılan sektörel teşkilatlanma çalışmaları sonucunda Makina Mühendisleri Odası (MMO) liderliğinde yürütülen detaylı analizler, sektörün modernizasyon ihtiyacını ve kalifiye teknik personelin çokluğunu ortaya koymuştur.

Ayrıca uluslararası arenaya açılma isteği de belirlenmiştir. Tüm bunlar doğrultusunda da MMO tarafından alınan tedbirlerle sektörün modernleşme süreci başlatılmıştır (İstanbul Sanayi Odası, 2010), 1997 yılında CNC tezgahlarının ithaline başlanması ve 1999’da ilk CNC tezgahının üretilmesi, sektörün makina gereksinimlerini karşılamasını sağlamış ve modernizasyon sürecini tamamlamıştır. Bahse konu gelişmeler sektörün Avrupa’nın üretim merkezlerinden biri olmayı hedeflemesine ve yoğun tanıtım faaliyetleri ile Avrupa pazarında dikkat çekmeyi başarmasına olanak tanımıştır.

Türkiye İklimlendirme Meclisi, 2006 yılında TOBB bünyesinde kurularak sektörde örgütsel bir yapı oluşturmuştur. Havalandırma ve iklimlendirme konularında çalışmalar yürüten bu platform, sektörün geleceğine yönelik kritik kararların alındığı ve hedeflerin belirlendiği önemli bir merkez niteliği taşımaktadır. Bununla birlikte söz konusu organizasyon, kamu ve özel sektör temsilcilerinin bir araya gelip sektörel sorunlara çözüm aradığı bir yapı olarak öne çıkmıştır. Bu önemli gelişmenin ardından iklimlendirme alanında AR-GE ve inovasyon yatırımları artırılmış, şirketlerin gelirlerinin yüzde üç ila beş arasındaki kısmının bu alanlara ayrılması hedeflenmiştir (İstanbul Sanayi Odası, 2010)

Türkiye’deki iklimlendirme sektörü, çeşitli vakıf ve derneklerin desteğiyle büyümeye devam etmiştir. Mekanik Tesisat Müteahhitleri Derneği (MTMD), Enerji Verimliliği ve Yönetimi Derneği (EYODER) ve diğer pek çok örgüt, üniversite-sanayi iş birlikleri ve uluslararası arenada aktif roller üstlenmektedir. İSKİD de üniversitelerle yapılan anlaşmalar çerçevesinde doktora ve yüksek lisans projelerine finansal destek sağlamakta ve sektördeki farkındalığı artırmak için konferanslar, eğitimler ve toplantılar düzenlemektedir (İSKİD, 2016).

1.4. İklimlendirme Sektörünün Alt Ürün Grupları

Hava kalitesinin artırılmasında etkili olan iklimlendirme sektöründe havanın soğutulması, ısıtılması, nemlendirilmesi, temizlenmesi ve hava kalitesinin yükseltilmesi gibi konularda çeşitli alt ürünlerin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde iklimlendirme endüstrisinde kullanılan alt ürün grupları alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

1. Isıtma

Isıtma, iç mekanların sıcaklığını artırma işlevi gören iklimlendirme sistemlerinin önemli unsurlarından birini teşkil etmektedir. Çeşitli enerji kaynaklarını kullanarak ortam sıcaklığını istenilen düzeylere çıkarmaksa ısıtma sistemlerinin temel işlevidir. Bu sistemler hem insanların yaşam konforunu ve sağlığını koruma hem de binalar içindeki ekipmanların ve yapıların işleyişini devam ettirme amacına hizmet etmektedir (Çengel ve Boles, 2015).

Enerji kaynaklarına göre çeşitlenen ısıtma sistemleri, elektrik, doğalgaz, jeotermal ve fueloil gibi enerji türlerini kullanmaktadır. Doğalgaz ve fueloil ile çalışan sistemler, kazan veya fırın kullanarak ısı sağlamaktadır (Kreider vd., 2010). Elektrikli ısıtma sistemleri ise dirençli ısıtıcılar, ısı pompaları veya elektrikli kazanlar vasıtasıyla ısı üretmektedir. Isıtma sistemlerinin tasarlanması ve seçimi, iklim şartları, yapı özellikleri, maliyet ve enerji verimliliği gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Büyük yapılar için merkezi ısıtma sistemleri, küçük yapılarda ise bireysel ısıtma sistemleri tercih edilmektedir (Çengel, 2007).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, sistemlerin çevresel etkilerini azaltma yönünde artan bir öneme sahiptir. Isıtma sistemlerinin planlanmasında ısı kayıplarının doğru hesaplanması ve sistemlerin uygun boyutlandırılması gerekmektedir. Isı kayıpları, yapı kabuğu, havalandırma sistemi, pencereler ve diğer etkenler tarafından oluşmaktadır. Isı yükü hesaplamalarıysa bu kayıpları göz önünde bulundurarak ihtiyaç duyulan ısıtma kapasitesini saptamaktadır. Isıtma sistemlerinin yönetimi ve otomasyonu, enerji tasarrufu ve konfor açısından büyük önem taşımaktadır. Termostatlar, zaman kontrol mekanizmaları ve enerji yönetim sistemleri, sistemlerin etkin bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır (Levenhagen ve Spethmann, 1993). Bunun yanı sıra bina otomasyon sistemleri, ısıtma sistemlerinin izlenmesine ve yönetimine imkân tanımaktadır.

2. Soğutma Teknikleri

Soğutma, iç mekanların sıcaklığını düzenleyen iklimlendirme sistemlerinin vazgeçilmez bir parçasıdır ve belirlenen seviyelere kadar iç ortamların serinletilmesini sağlamaktadır. Özellikle yaz aylarında sıcaklıkların yükselmesiyle birlikte yaşam alanlarının konforunun artırılması ve çeşitli sanayi işlemlerinin yerine getirilmesi amacıyla soğutma sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Çengel ve Boles, 2015). Mevcut havayı soğutmaya yarayan sistemler, farklı işleyiş prensipleri ve teknolojiler üzerine kurulu olup piyasada öne çıkan soğutma teknikleri arasında buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleri, absorpsiyonlu soğutma

sistemleri ve buharlaştırmalı soğutma sistemleri bulunmaktadır (Moran ve Shapiro, 2006).

Genel kullanımda en fazla tercih edilen buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemleri, soğutucu maddenin buharlaşıp yoğunlaşmasına dayalı bir işlemi temel almaktadır. Bu sistemler kondenser, kompresör, evaporatör ve genleşme valfi gibi ana bileşenler içermektedir. Klima, dondurucu ve buzdolabı gibi çok çeşitli alanlarda buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemleri kullanılmaktadır (Çengel ve Boles, 2015). Buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemlerine bir alternatif olarak geliştirilen absorpsiyonlu soğutma sistemleri, soğutucu akışkan ile absorban arasında gerçekleşen kimyasal tepkimelere dayanmaktadır. Büyük ölçekli uygulamalar ve atık ısı kullanılan durumlar için absorpsiyonlu soğutma sistemleri önerilmektedir (Herold vd., 1996). Buharlaştırmalı soğutma sistemleri ise havanın nemlendirilerek buharlaştırılması prensibine dayanmaktadır. Bu sistemler özellikle kuru iklimlerde daha yüksek verimlilikle çalışmakta ve daha az enerji tüketmektedirler. İki ana kategoride incelenebilen bu sistemler; doğrudan ve dolaylı buharlaştırmalı soğutma olarak sınıflandırılmaktadır (Çengel ve Boles, 2015).

3. Klima

Havalandırma sistemleri arasında yer alan klima, kapalı alanların sıcaklık kontrolü, nem dengesi ve havanın tazelenmesi gibi işlevleri yerine getirerek iklimlendirme alanının temel unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu sistemler, binaların içindeki yaşam kalitesini artırmak ve mekanik cihazların performansını korumak amacıyla geliştirilmiştir (Çengel ve Boles, 2015).

Çeşitli tasarımlar ve teknolojilerle donatılmış olan havalandırma sistemleri, paket tipi klimalar, split klimalar, merkezi sistemler ve VRF (Variable Refrigerant Flow) sistemleri gibi yaygın çözümler sunmaktadır (Kreider vd., 2010). Bu klima türlerinden split tipi klimalar, özellikle küçük alanlar için uygun olan ve dış mekan ünitesi ile bir veya birden fazla iç mekan ünitesinden oluşan sistemlerdir. Dış ünite, kompresör ve kondenser gibi elemanları barındıran bu yapıların iç ünitelerinde buharlaştırmalı ve fan bulunmaktadır (Çengel ve Boles, 2015). Bununla birlikte split klimalar, yüksek enerji tasarrufu ve montaj kolaylığı sağlamaktadır.

Öte yandan paket tipindeki klimalar, bütün ana komponentleri bir arada bulunduran ve daha çok orta büyüklükteki alanlarda tercih edilen kompakt birimlerdir (Kreider vd., 2010). Bu tip klimalar, kurulum ve bakım kolaylığı sunmaktadır. Büyük binalar için ideal

olan merkezi klima sistemleriye geniş kapasiteli hava kanalları, çeşitli çıkış noktaları ve soğutma üniteleri içeren karmaşık yapılar olup esnek kullanım imkanları sunmaktadır. Ancak yatırım ve bakım giderleri diğer sistemlere kıyasla daha yüksektir (Sever, 2018).

Özellikle son dönemlerde popülerlik kazanan VRF sistemleri ise soğutucu akışkanın değişken debisi üzerine kurulmuş olup çoklu iç üniteleri tek bir dış ünite ile bağlayarak yüksek enerji verimliliği ve kullanım esnekliği sağlamaktadır (Aynur vd., 2008).

4. Havalandırma İşlemleri

Havalandırma, kapalı mekanlarda hava kalitesini artırmak ve sağlıklı bir atmosfer yaratmak için vazgeçilmez bir iklimlendirme unsuru olarak öne çıkmaktadır. Dışarıdan havanın alınıp arındırılarak iç mekâna yayılması sürecini kapsamaktadır (Awbi, 2003). Bu süreç, iç mekânın hava kirliliğini düşürmek, oksijen düzeyini muhafaza etmek ve nemi düzenlemek amacıyla zorunlu hale gelmektedir.

Havalandırma sistemleri, mekanik ve doğal olarak iki temel grupta değerlendirilebilmektedir. Doğal havalandırma, pencere ve kapı gibi hava girişine izin veren açıklıklar aracılığıyla ve dış koşullara bağlı olarak gerçekleşmektedir (Liddament, 1996). Buna karşılık mekanik havalandırma ise fan ve kanal gibi ekipmanlarla desteklenerek yapay bir şekilde sürdürülmektedir (Awbi, 2003). Tüm bu sistemler iç mekân hava kalitesinin daha etkin kontrolünü sağlamak ve daha yüksek hava değişim oranlarına ulaşmak amacıyla dizayn edilmektedir.

Havalandırma sistemlerinin planlanması ve boyutlandırılması, kullanım amacına, bina tipine, çevresel koşullara ve diğer etkenlere göre değişkenlik göstermektedir. Planlama sürecinde hava dağıtım yapıları, hava akış hızı, ses düzeyleri, maliyet ve enerji kullanımı gibi çok sayıda önemli faktör hesaba katılmaktadır (Awbi, 2003; Liddament, 1996).

Ayrıca havalandırma sistemleri, iç hava kalitesini yükseltmenin yanı sıra enerji verimliliğini de desteklemektedir. Isı geri kazanım sistemleri kullanılarak atık havanın enerjisi yeniden kazanılmakta ve bu sayede enerji tasarrufu sağlanmaktadır (Awbi, 2003). Bunun ötesinde havalandırma sistemleri bina otomasyon sistemleri ile entegre edilerek daha verimli ve akıllıca kullanılabilir.

5. Tesisat

Tesisat, iklimlendirme sistemlerinin anahtar alt bileşeni olarak değerlendirilmektedir ve bu sistemlerin etkin çalışmasına imkân tanımaktadır. İklim kontrol tesisatı, soğutma,

ısıtma, klima ve havalandırma sistemlerinin yerleştirilmesi, yönetilmesi ve onarımı için gerekli olan kanallar, borular, pompalar, vanalar ve diğer donanımları içermektedir (Çengel ve Boles, 2015). Bununla birlikte ısı yönetimi tesisatı, ısı kaynağından ısıtılacak mekanlara ısı aktarımını gerçekleştiren vantilatörler, radyatörler, borular ve diğer donanımlardan meydana gelmektedir. Buna karşılık soğutma tesisatıysa soğutma birimlerinden serinletilecek alanlara soğuk hava veya sıvı taşıyan kanallar, borular ve diğer donanımları kapsamaktadır (Çengel ve Ghajar, 2015).

İklimlendirmenin alt ürünlerinden biri olarak öne çıkan havalandırma tesisatı, taze ve temiz hava sağlamak ve iç mekân havasını yenilemek amacıyla filtreler, fanlar, kanallar ve diğer donanımları barındırmaktadır. Klima tesisatıysa hem ısıtma hem soğutma hem de havalandırma işlevlerini birleştiren bir sistem olup bu sistemin montajı, bakımı ve işletilmesi için zorunlu tüm ekipmanları içermektedir (Moran vd., 2018).

Tesisat sistemleri, binaların enerji verimliliği, konforu ve iç hava kalitesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Doğru şekilde tasarlanmış ve monte edilmiş bir tesisat sistemi, enerji tasarrufu sağlayarak operasyonel maliyetleri düşürmekte ve iç hava kalitesini artırmaktadır (Incropera vd., 2007). Ayrıca tesisat sistemlerinin düzenli bakımı ve gerektiğinde yenilenmesi, sistemin verimli ve güvenli bir biçimde çalışmasını sağlamaktadır. Tesisat sistemlerinin tasarımı ve montajı, ilgili standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Zira bahse konu standartlar ve yönetmelikler, sistemin verimliliği, çevresel etkileri ve güvenliği açısından önemli bir rol oynamaktadır (ASHRAE, 2019). Bununla birlikte tesisat sistemlerinin tasarlanmasında iklim şartları, yapının özellikleri, enerji verimliliği ve kullanım amacı gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

6. Yalıtım

Yalıtım, iklimlendirme sistemlerinin etkin bir şekilde işlemesi ve enerji tasarrufunun sağlanması için kritik öneme sahiptir. Isı yalıtımı, ısı transferini azaltarak ısıtma ve soğutma maliyetlerini düşürmekte ve konfor seviyesini yükseltmektedir (Çengel ve Ghajar, 2015). Ses yalıtımı, gürültü kirliliğini azaltarak yaşam kalitesini iyileştirmektedir (Vér ve Beranek, 2005). Isı yalıtım malzemeleriye düşük ısı geçirgenliğine sahip olup ısı akışını kısıtlamaktadır. Tüm bu yalıtım sağlamak amacıyla kullanılan malzemeler, ekstrüde polistiren köpük (XPS), poliüretan köpük, taş yünü, cam yünü ve ekspande polistiren köpük (EPS) gibi çeşitli şekillerde bulunmaktadır (Papadopoulos, 2005). Ses

yalıtım malzemeleri ise ses dalgalarının geçişini engelleyerek gürültü düzeyini azaltmaktadır. Ses yalıtımı için kullanılan malzemeler arasında taş yünü, cam yünü, akustik süngerler ve kauçuk esaslı ürünler bulunmaktadır (Maekawa ve Lord, 1994).

Yalıtım uygulamaları, binaların çatıları, duvarları, boruları ve zeminleri gibi çeşitli kısımlarında yapılmaktadır. Uygun yalıtım malzemelerinin seçilmesi ve doğru uygulanmasıysa enerji verimliliğini artırmakta ve yaşam koşullarını iyileştirmektedir (Papadopoulos ve Giama, 2007). Bu bağlamda yalıtım sektörü, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygun bir şekilde sürekli olarak gelişmekte ve yenilikçi malzemeler ile uygulamalar sunmaktadır (Khudhair ve Farid, 2004; Baetens vd., 2011).

1.5. Dünyada ve Türkiye’de İklimlendirme Sektörü

Küresel ekonominin dinamiklerinden biri olan iklimlendirme sektörü, yükselen harcanabilir gelirler ve inşaat alanındaki büyüme sayesinde talep artışı yaşamaktadır. 2017 yılında dünya genelinde 454 milyar dolar olarak kaydedilen iklimlendirme ihracatı, 2021 yılına gelindiğinde 567 milyar dolara ulaşarak önemli bir yükseliş göstermiştir. Özellikle Çin, bu alanda lider konumda bulunmakta ve ihracatını sürekli artırmaktadır. 2017’de 77 milyar dolar olan Çin’in iklimlendirme ihracatı, 2021 yılında 120 milyar dolara çıkmıştır (İzgi, 2023).

Almanya, iklimlendirme ihracatında dünya sıralamasında ikinci sıraya yerleşmiş olup 2020 yılında 63 milyar dolarlık, 2021 yılında ise 73 milyar dolarlık ihracat yapmıştır. ABD ise 2020’de 46 milyar dolar, 2021’de 51 milyar dolar ile üçüncü sırada bulunmaktadır. İtalya ve Japonya da sırasıyla dördüncü ve beşinci sıralarda yer almakta, İtalya’nın 2021 ihracatının 36 milyar dolar, Japonya’nın ise 23 milyar dolar olarak gerçekleştiği göze çarpmaktadır (İzgi, 2023).

Son dönemlerde iklimlendirme endüstrisi dünya çapında önemli bir büyüme sergilemekte ve evrim geçirmektedir. 2022 yılı itibarıyla iklimlendirme ekipmanları global ticarete 69. sıradaki en çok alınıp satılan ürün olarak kayıtlara geçmiştir ve toplam ticaret hacmi 63,4 milyar doları bulmuştur. Bu süre zarfında iklimlendirme ekipmanlarının ihracatı %9,57 artışla 57,9 milyar dolardan 63,4 milyar dolara yükselmiştir. Dünya ticaretinde bu cihazların payı %0,27’ye ulaşmaktadır (Karakaya, 2024).

2022 yılına gelindiğinde iklimlendirme ekipmanı ihracatında lider konumda olan Çin, 23,1 milyar dolarlık ihracat yapmıştır. Çin’den sonra ihracat sıralamasında Tayland 7,26

milyar dolar, Meksika 6,1 milyar dolar, Amerika Birleşik Devletleri 2,81 milyar dolar ve İtalya 1,99 milyar dolar ile yer almaktadır. İthalatçı ülkeler arasında ise Amerika Birleşik Devletleri 13,1 milyar dolar ile başı çekmekte, onu 2,75 milyar dolar ile Almanya, 2,71 milyar dolar ile Japonya, 2,38 milyar dolar ile Kanada ve 2,29 milyar dolar ile Fransa takip etmektedir. Bununla birlikte Ürün Komplekslik Endeksi'nde iklimlendirme cihazları 428. sırada yer almakta ve bu ürünlerin ticareti büyük ölçüde 13 ülke tarafından domine edilmektedir. İhracat alanında öne çıkan ülkeler arasında Tayland, Çin, Meksika, Çekya ve Malezya bulunmaktadır. İthalatçılar listesinde ise Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Fransa, Avustralya ve Japonya önemli yer tutmaktadır (Karakaya, 2024).

Küresel iklimlendirme sektörü 2024 yılında 281,7 milyar dolarlık büyüklüğe sahipken 2029 yılına kadar %6,7'lik yıllık büyüme oranıyla sektörün büyüklüğünü 389,9 milyar dolara çıkarması beklenmektedir. Bu pazarda önde gelen ülkeler arasında Almanya, Çin, İtalya, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri bulunmaktadır. Artan şehirleşme ve yeni enerji verimli iklimlendirme sistemlerinin geliştirilmesi, piyasa genişlemesini teşvik eden temel faktörlerdendir.

2017 ile 2021 yılları arasında Türkiye'nin iklimlendirme ürünleri ihracatı sürekli bir artış göstermiştir. Global iklimlendirme ihracat sıralamasında Türkiye 19. sırada yer almıştır ve global pazardaki payı %3 düzeyinde gözlenmiştir. 2017 yılında 4 milyar dolar, 2018 yılında yine 4 milyar dolar, 2019 yılında 5 milyar dolar, 2020 yılında 5 milyar dolar ve 2021 yılında 6 milyar dolar olarak gerçekleşen iklimlendirme ihracatıyla Türkiye, başta Birleşik Krallık, Almanya, Fransa, İtalya, Rusya, Irak, Romanya ve İspanya olmak üzere pek çok ülkeye ihracat yapmaktadır (İzgi, 2023).

Hem global ölçekte hem de Türkiye özelinde iklimlendirme sektörüne olan talep sürekli artmaktadır. Türkiye, dünya genelinde iklimlendirme ürünleri ithal eden ülkeler arasında yirminci sırada yer almakta ve bu ithalatın global pazardaki payının yüzde iki düzeyinde olduğu bilinmektedir. 2017'den 2021'e kadar Türkiye'nin yıllık iklimlendirme ithalat hacmininse sırasıyla 6 milyar, 6 milyar, 5 milyar, 6 milyar ve 7 milyar dolar olarak gerçekleştiği bildirilmektedir. Türkiye bu ithalatları başta Çin olmak üzere İtalya, Almanya, Fransa, ABD, Kore, Çek Cumhuriyeti, Tayland, Polonya, Japonya ve Birleşik Krallık'tan yapmıştır (İzgi, 2023).

1.6. İklimlendirme Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Eylem Planı

2024 İklimlendirme Sektörü Sürdürülebilirlik Eylem Planı, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini rehber edinerek altı ana başlık altında uygulama süreçleri, stratejik hedefler ve başarı kriterleri belirlenmiştir. Bu başlıklar; “yönetim”, “bilinçlendirme”, “ekolojik sürdürülebilirlik”, “ekonomik dayanıklılık”, “yenilikçilik ve teknoloji” ile “toplumsal sürdürülebilirlik” olarak tanımlanmıştır. Her bir başlık için Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri özellikle vurgulanmaktadır (İklimlendirme Sanayi İhracatçıları Birliği [İSİB], 2024). Çalışmanın bu bölümünde de iklimlendirme sektöründe sürdürülebilirlik kavramının yerinin anlaşılması adına en güncel eylem planı olan 2024 İklimlendirme Sektörü Sürdürülebilirlik Eylem Planı doğrultusunda bilgiler sunulacaktır.

Bilinçlendirme kapsamında mevcut durum: İklimlendirme endüstrisine yönelik bilinçlendirme faaliyetleri, başta İSİB olmak üzere, çeşitli dernekler ve sanayi odaları tarafından yürütülmektedir. İSİB, TİM, OSB ve TOBB'lar, üye şirketlere yeşil dönüşüm ve sürdürülebilirlik konularında bilgilendirme sağlamak ve eğitim seminerleri düzenlemektedirler. Büyük şirketler bu yeni duruma çabuk uyum sağlarken sektörün büyük bir kısmını oluşturan küçük ve orta ölçekli şirketlerin konuyu benimsemeleri gerekmektedir.

Amaç: Öncelikle Avrupa Yeşil Mutabakatı ve sürdürülebilirlik yönetimi olmak üzere iklimlendirme sektörü şirketlerinin yeşil dönüşüm hedeflerini ve derinlemesine değişimleri anlamaları hedeflenmektedir. Bu bağlamda işletmelerse hem yönetim hem de çalışan seviyesinde edindikleri bilgileri kendi iş modellerine entegre edebilecek düzeyde bilgiye sahip olmalıdır. Bilinçlendirme faaliyetleri, şirketlerin beklentilere uygun iş yapış modellerini benimsemelerini sağlayacak yetkinlikler kazandırmalıdır. Bu süreçte sektörün farklı dallarından ve kamu kurumlarından katılımcılarla toplantılar düzenlenmesi önerilmektedir. Düzenlenen eğitimler ve toplantılara yüksek düzeyde yönetici ve yatırımcı katılımı sağlanmalı, çalışanların bu konuları daha iyi benimsemeleri teşvik edilmelidir. Ayrıca gerçekleştirilen faaliyetlerden elde edilen ilerlemeler ve toplantı sonuçları, şirket ve İSİB web sayfaları ile sosyal medya hesapları üzerinden aktif şekilde paylaşılmalıdır.

Finansal sürdürülebilirlik kapsamında mevcut durum: İklimlendirme sektöründe çok sayıda paydaş içeren ve katmanlı bir değer zincirine sahip olması nedeniyle amaçlara

ulaşabilmek adına iş birliklerinin büyük önemi bulunmaktadır. Bununla birlikte tedarikçilerle yapılan iş birliklerinin en kapsamlı olması beklenmektedir. Finansal iş birlikleri ve yeni ürün ile fikir geliştirme faaliyetlerini yürüten çalışanların desteklenmesi de zorunluluk arz etmektedir. Türkiye’de Ticaret Bakanlığı ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın sağladığı birtakım teşvikler dışında, yeşil dönüşüm yatırımları için kapsamlı bir destek mekanizması henüz oluşturulmamıştır. Avrupa Birliği, Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde yeşil dönüşüme yönelik finansal kaynaklar sağlama amacıyla oluşturduğu bütçeyi esasen ye devletlerin kullanımına sunmaktadır. Türkiye’deki kamu ve özel sektör bankaları ile diğer finansal kurumlar tarafından sunulan yeşil dönüşüm temalı kredi ve hibe programları mevcuttur. Ancak sektörün bu finansal araçlardan haberdar olması ve bu araçların sektörel ihtiyaçlarla uyumlu olması yeterli düzeyde değildir.

Amaç: İş birlikleri ve yatırım fonlarının geliştirilmesi ve tam olarak benimsenmesi amaçlanmaktadır. Bu iş birlikleri üreticiler arasında, politik destek veya finansal destek şeklinde olabilmektedir. Planlanan faaliyetlerin hayata geçirilmesinde finansal destek ve yatırım fonları önemli bir role sahiptir. İş birlikleri ve organizasyonlar tarafından üretilen çıktıların başarılı olabilmesi için bu çıktıların ulusal politikalara entegre edilmesi gerekmektedir.

Çevresel sürdürülebilirlik kapsamında mevcut durum: Türkiye’nin iklimlendirme ihracatında önemli bir bölümü AB ilişkileri oluşturmaktadır. Yeşil Mutabakat çerçevesinde uyum sağlanması ise Türkiye’nin AB ile olan ilişkilerinin güçlendirilmesi adına büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için karbon emisyonlarının azaltılması gerekmektedir. Bu da üretim süreçlerinde kullanılan hammaddelerin özenle seçilmesini ve emisyon hesaplamalarının yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Amaç: Çeşitli alanlarda çevreye zarar veren etkilerin azaltılması hedeflenmekte bu bağlamda çeşitli metot ve yöntemlerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu yöndeki adımlarla çevresel sürdürülebilirlik olgusu desteklenirken aynı zamanda AB’nin Yeşil Mutabakat’ına uyum sağlanacağından iklimlendirme sektöründeki ihracat hacminin artması beklenmektedir. Öte yandan karbon emisyonunun yanı sıra atıkların bertaraf edilmesi ve etkin bir şekilde yönetilmesi de eylem planında yer alan başlıca amaçlar arasındadır.

Sosyal sürdürülebilirlik kapsamında mevcut durum: Yönetişimsel ve çevresel sürdürülebilirlik alanlarının birbirlerini desteklememeleri halinde sosyal sürdürülebilirlik ortamının oluşturulması mümkün değildir. Zira genel sürdürülebilirlik kavramının temel bileşenlerinden biri olan sosyal sürdürülebilirlik, eşitlik, sosyal sermaye, çeşitlilik, sosyal adalet, işçi hakları, insan hakları, sosyal destek ve sosyal sorumluluk gibi kavramları barındırmaktadır. Bu bağlamda iklimlendirme sektöründe söz konusu unsurlara dikkat edilerek bu sektörün çeşitli kurumlara entegrasyonu gerekmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramıyla sıklıkla ilişkilendirilen kavramlardan biri de tedarik zinciridir. Dolayısıyla sürdürülebilirliğin kavranması adına bu kavramın da açıklanması gerekmektedir. Bu doğrultuda ele alınan çalışmanın bu bölümde tedarik zinciri kavramı hakkında bilgiler sunulacaktır.

1.7. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi

Sözlük anlamı olarak “tedarik” kelimesi, hazırlık yapma, sağlama, bulma gibi anlamlara gelmektedir. Ekonomik terimlerde ise şirketlerin üretimleri için gerekli olan ara mal, sermaye malları ve hammaddeyi sağlama işlemi olarak tanımlanmaktadır. Modern zamanlarda firmaların iç ve dış süreçlerinde satın alma işlemlerini yöneten bölümü ifade etmektedir. Sağlam’a (2008) göre şirketlerde bu terim, özellikle satın alma faaliyetlerini yürüten departman için kullanılmaktadır. Ancak tedarik terimi yalnızca satın alma işlemleriyle sınırlı olmayıp şirketin operasyonları boyunca ihtiyaç duyduğu çeşitli ürün ve hizmetlerin sağlanması anlamını da içermektedir (Güner, 2018).

Diğer bir açıklama ile tedarik, işletmenin gereksinim duyduğu kaynakları bulma imkânlarını araştırıp bu kaynakları temin edebilecek en uygun sağlayıcıları saptamak ve bu kaynakları tedarikçi sağlayıcılar aracılığıyla elde etmek şeklinde tanımlanmaktadır. Globalleşme ile birlikte artan rekabet koşulları altında firmalar müşteri taleplerine çabuk yanıt verebilmek ve pazara ürün sunma sürelerini kısaltmak amacıyla tedarik zincirlerine yatırım yapmayı ve bu alanı güçlendirmeyi tercih etmektedirler (Akben ve Güngör, 2018). İlgili alan yazında pek çok yazar ve araştırmacının tedarik zincirini farklı şekillerde tanımlamış olduğu görülürken kavramsal tanımlamada her ne kadar tanımlar biçimsel farklılıklar gösterse de teorik olarak benzer noktalara değinildiği dikkat çekmektedir (Güner vd., 2018).

Christopher’a göre (1992) bu kavram, kurum içinde gereksinim duyulan tüketim malzemelerinin sağlanması ve yönetimi süreçlerini kapsamaktadır. Öte yandan Kopczak

(1997) tedarik zincirini daha geniş bir perspektiften ele alarak lojistik sağlayıcılar, tedarikçiler, dağıtıcılar, perakendeciler ve üreticiler arasındaki malzeme, ürün ve bilgi akışını içeren bir unsurlar topluluğu olarak tanımlamaktadır.

Jayashankar vd. (1998) tarafından tedarik zinciri, birbirine bağlı bir veya daha fazla ürünle ilişkili üretim, dağıtım ve satın alma süreçlerinden sorumlu iş bölümleri tarafından oluşturulan bir sistem olarak ifade edilmektedir. Bu sistem hem hammadde hem de ara malzemelerin tedarikçilerden sağlanması, bu malzemelerin ürün haline getirilmesi ve son olarak müşterilere ulaştırılması süreçlerini kapsamaktadır. Ross (1998) ise tedarik zincirinin, hammadde temininden son ürünün müşteriye teslimine kadar olan süreci, bu süreçte karşılaşılan onarım, bakım ve zararlı maddelerin yok edilmesi işlemlerini içeren geniş bir ağ olduğunu belirtmektedir.

Tüm bunların yanı sıra Lee ve Billington (1992) tedarik zincirini, hammaddeleri tedarikçilerden sağlayan ve bu maddeleri yarı mamul ya da nihai ürüne dönüştürüp dağıtım sistemi aracılığıyla müşterilere ulaştıran organizasyonlar tarafından kurulan bir sistem olarak tanımlamaktadır. Bu sistem malların veya ürünlerin zamanında ve doğru bir şekilde tüketicilere teslim edilmesini sağlamak için eksiksiz bir şekilde işlemektedir. Schneeweiss (2003) tarafından ise tedarik zinciri, hammadde ve malzeme temininden başlayarak, montaj, üretim, stok takibi ve depolama, sipariş yönetimi ve işleme, dağıtım ve tüketiciye teslimat süreçlerini, bu süreçlerin takibi ve kontrolü için gerekli olan bilgi sistemlerini içeren kapsamlı bir faaliyetler bütünü olarak açıklanmaktadır.

Son dönemlerde tedarik zinciri yönetimi alanında yapılan teorik ve pratik çalışmalar, bu konunun literatürde geniş bir yer edinmesini sağlamıştır. İlgili alan yazın çalışmaları sonucunda tedarik zinciri yönetimi ile ilgili çok sayıda tanım ortaya çıkmıştır ve çalışmanın bu bölümünde bu tanımların bir özeti sunulmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi, hammaddelerin kaynaklardan son kullanıcılara kadar olan süreçteki tüm organizasyonların sınırlarını kapsayan ve bu süreçteki her bir elemanı birbirine bağlayan bir yönetim zinciridir (Scott ve Westbrook, 1991). Bu yönetim anlayışı, tedarikçilerden başlayarak ürün akışını, son ürünlerin tüketicilere ulaştırılmasını ve üretim planlamasını kapsamakta olup böylece tüm organizasyonların entegre bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır (Küçük, 2014). Ayrıca tedarik zinciri yönetimi, firmaların müşteri memnuniyetini sağlayacak ürünleri tedarikçilerden sağlaması,

tüketicilere doğru ürünlerin sevk edilmesini kontrol eden süreçler, organizasyonlar ve sistemlerin bütünleşmesi ile karakterize edilmektedir (Ellram, 1991).

Tüm bunların yanı sıra tedarik zinciri yönetimi, üreticilerin tedarikçilere olan ihtiyaçlarını azaltmayı hedefleyen ve firmaların uzun dönemli ilişkiler kurmasını teşvik eden yönetsel kaynakların serbest kullanımını sağlayan bir sistem olarak da tanımlanmaktadır (Berry vd., 1994). Aynı zamanda bir değer zinciri olarak da ifade edilebilen bu zincir, ürünlerin üretilmesi ve müşterilere ulaştırılması sürecini içermektedir ve iç ve dış organizasyonların bir arada çalışmasını sağlamaktadır (Cox, 1996). Tedarik zinciri yönetimindeki temel düşünce, yatay düzeyde müşteri hizmeti vermek, değer yaratmak ve firmaların müşteri potansiyelini artırmak için gereken tüm aşamaların yönetimini kapsamaktadır (Monczka ve Morgan, 1997).

Diğer taraftan tedarik zinciri yönetimi, şirketlerin performansını artırma konusunda etkili bir role sahiptir. Bayraktar ve diğerleri (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada tedarik zinciri pratiklerinin şirket performansı ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır. Lenny ve diğerleri (2007) de benzer şekilde tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının, şirketlerin performansları üzerinde anlamlı ve pozitif etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadırlar.

Müşteri odaklılık, başarılı bir tedarik zinciri yönetiminin temel amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda firmalar, müşteri taleplerini karşılayabilmek adına ürün ve hizmetlerini müşteri beklentilerine göre şekillendirmeli ve müşteri tatminini en yüksek düzeyde tutmaya çalışmalıdırlar. Bu sürecin gerçekleştirilmesi, zincirin tüm üyelerinin birbirlerine destek olmaları ve kooperatif bir şekilde faaliyet göstermeleri gerektiğini ifade etmektedir (Kağrıoğlu, 2007; Akdoğan, 2002).

Firmalar açısından tedarik zinciri yönetiminin amacı, gereksiz stokların elimine edilmesi ve üretim ile müşteri hizmet hızının iyileştirilmesidir. Böylece müşteri beklentilerinin doğru zamanda ve doğru ürün ile karşılanması hem kârlılığın hem de pazar payının yükseltilmesi ile üretilen değerlerin yükseltilmesi hedeflenmektedir (Cooper vd., 1997; Chopra ve Meindl, 2007).

1.8. Tedarik Zincirinde Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, kaynakların kısıtlı doğasına ve bu kaynakların kullanımının uzun dönemli önceliklere ve sonuçlara uygun bir şekilde özenli ve bilinçli yapılmak zorunda

olduğuna işaret etmektedir. Bu kavram doğal kaynakların yoğun kullanımı, kirlilik ve enerji tüketimi gibi yan ürünler üreten üretim süreçleri, yatırımların yönlendirilmesi, ürünlerin lineer tüketim biçimleri, tüketici alışkanlıkları ve yaşam biçimleri gibi çeşitli alanlarda meydana gelen gelişmeleri tanımlamak için geniş çapta kullanılmaktadır. Genel olarak sürdürülebilirlik üç temel boyut üzerinden değeriendirilmektedir: çevresel, ekonomik ve sosyal. Bu üç boyut da sütunlar, iç içe geçmiş halkalar ya da kesişen daireler şeklinde görselleştirilebilmektedir (Tümenbatur, 2022).

Tedarik zinciri, bir ürünün ham madde olarak başladığı noktadan son tüketiciye ulaştığı ana kadar gečen dönüşüm, üretim ve ilgili tüm işlemler ile bilgi akışını kapsayan karmaşık bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Tedarik zinciri yönetimiye bu süreçlerin daha verimli bir şekilde yürütölmesini sağlamak ve sürdürülebilir rekabet avantajları yaratmak amacıyla tedarik zinciri faaliyetlerini geliştirilmiş ilişkiler aracılığıyla bütünleştiren bir yöntem olarak işlev görmektedir. Geleneksel tedarik zinciri yönetimi yöntemlerinin aksine sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, yalnızca ekonomik faktörlerin ötesine geçmektedir. Bu yaklaşım sosyal, çevresel ve finansal olmak üzere üçlü bir alt çizgiyi içermekte ve bu boyutları bütünleştirmektedir (Öztürk, 2016).

Sürdürülebilir bir tedarik zinciri, geleneksel modellerin ötesine geçerek üretim sürecinin her aşamasında çevresel etkileri hesaba katmaktadır. Birleşmiş Milletler'in vurguladığı gibi tedarik zinciri yönetimi; ürün ve hizmetlerin yaşam döngüsü boyunca sosyal, çevresel ve finansal etkileri yönetmeyi ve iyi yönetim uygulamalarını desteklemeyi amaçlamaktadır. İşletmelerse sürdürülebilirlik performansını artırmak adına tedarik zinciri içinde iş birliği, yenilikçi uygulamalar ve entegrasyona yönelmelidir. Ayrıca tedarik zinciri sürdürülebilirliği; yeniden kullanım, azaltma, geri dönüşüm gibi prensiplere dayanarak ürünün yaşam döngüsünü kapsamlı bir şekilde anlamayı ve genişletmeyi gerektirmektedir. Bu da işletmelerin uzun vadeli başarısını ve sürdürülebilir gelişimini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda çalışmanın sonraki bölümlerinde sürdürülebilirlik kapsamında ve tedarik zinciri yönetimi çerçevesinde şirketlerin ambalaj hususundaki geri dönüşüm girişimlerine yer verilecektir.

BÖLÜM 2. AMBALAJLARIN YENİDEN KULLANIMI

Ambalajlar firmaların satış stratejilerinde önemli yer tutan unsurlar arasında yer almaktadır. Ambalajların geri dönüştürülerek yeniden değerlendirilmesi maliyet ve çevre kirliliği açısından önemli yararlar sağlayarak sürdürülebilirliği teşvik etmektedir. Oldukça önemli bir konu olan bu durumun daha iyi anlaşılabilmesi adına da çalışmanın bu bölümünde önce ambalajlar hakkında bilgi verilecek olup ardından sürdürülebilirliği destekleyen ambalaj kullanımları değerlendirilecektir.

2.1. Ambalaj Kavramı

Ambalaj, ürünleri taşıma, saklama ve kullanım süreçlerinde korurken aynı zamanda tüketiciye ürün hakkında bilgiler sunmakta ve müşteri üzerinde etkili bir psikolojik izlenim bırakarak ürünün optimal sunumunu sağlamaktadır (Wyrwa ve Barska, 2017). Bununla birlikte ambalajlama, ürünleri çeşitli malzemelerden üretilen kutularla birleştirerek koruyan ve genel bir kavramı ifade etmektedir. Ürünün kullanım ömrünü artıran ambalajlama işlemleri, maliyetleri azaltmakta ve tasarımın gücü ile raflarda dikkat çekici bir yer edinerek ürünü pazarlamaya sunmaktadır. Bu noktada öne çıkan ambalaj tasarımı, ürünün piyasaya sürülmesini kolaylaştırmak için renk, imge, görsellik ve form gibi tasarım öğelerini içerecek şekilde yaratıcı süreçleri içermektedir. Bu da ürünün özelliklerini kapsamlı bir şekilde iletmeyi amaçlayan bir anlatım tarzını yansıtmaktadır. Dolayısıyla da tasarımlar, estetik kaygılarla raflarda yer almalı ve güçlü imajlar içermelidir. Ambalaj tasarımı, hedef kitleyle onun çeşitli yönleri üzerinden etkileşim kurabilmelidir. Sosyal ve kültürel perspektifler, tasarımcı için doğrudan bir tasarım meselesi teşkil etmektedir. Bu yüzden de hedef kitlenin sosyolojik sorunlarını ve kabul etmesi gereken şekilsel unsurları dikkate alarak tasarım sürecine dahil etmektedir (Becer, 2014).

Yukarıda sunulan bilgilerden de anlaşılacağı üzere ambalaj, ürünü korumakla kalmayıp aynı zamanda onu tanıtarak mağazalardaki satış rakamlarını yükselten bir etmendir. Dolayısıyla da ambalajlar hem estetik hem de işlevsel olmalı, kullanıcıya uzun süreli bir deneyim sunabilmelidir (Erdal, 2009). Sadece görsel bir sunum aracı değil aynı zamanda dağıtım, pazarlama ve taşıma süreçlerinde de kritik roller üstlenmektedir. Bu noktada sözü edilen çok yönlülük, bir ürünün pazardaki rakipler arasında sıyrılmasını ve markanın kimliğini etkili bir şekilde sergilemesini sağlamaktadır (Meyers ve Lubnier, 2003).

Ambalaj, tasarımının yanı sıra içindeki ürünü dış etkenlere karşı koruyan, ısı ve ışıktan muhafaza eden bir koruma görevi görmektedir. Hafif ve ekonomik olması tercih sebebi olan farklı malzemelerden yapılan bu tasarımlar, çok yönlü bir sürecin sonucu olarak dikkat çekmektedir (Ambrose ve Harris, 2012). Bu nedenle ambalaj konusundaki ilk adım, ihtiyaçları tanımlamak ve bu doğrultuda düşünmek olmalıdır. Sonrasında kurumsal bir görünüm ve mesaj yansıtan bir tasarım ortaya çıkarılmalıdır (Mercin ve Armutçi, 2018). Ambalaj tasarımı, grafik alanında özelleşmiş bir dal olup çeşitli bilgi birikimi gerektirmektedir ve büyük dikkat gerektirmektedir. Bu bağlamda ürün özelliklerini detaylı analiz ederek doğru malzeme seçimi yapılmalıdır. Ambalajlama sektöründe cam, karton, mukavva, teneke, tahta, plastik, alüminyum gibi çeşitli malzemeler tercih edilmektedir (Becer, 1997).

Grafik tasarımcı, ambalaj tasarımı alanında çalışarak tasarım aşamasından üretim aşamasına kadar birçok aşamada katkıda bulunmaktadır. Ürünün ambalajını ön plana çıkararak piyasada rakiplerine göre daha çekici bir konum kazandırmaktadır. Tasarımcı, marka kimliği ile uyumlu bir ambalaj tasarımı için illüstrasyondan tipolojik özelliklere kadar tüm detayları göz önünde bulundurarak yaratıcı bir süreç yürütmektedir. Kültür çevresinden güncel olaylara, çevresel sorunlardan sürdürülebilirlik konularına kadar geniş bir perspektifle ele alınmaktadır (İlisu, 2019). Tüm bunların yanı sıra ambalaj, ürünü kaplayan ve onu tüketiciler için cazip hale getiren bir kılıf işlevi görmektedir. Tasarımsa hammaddesi kadar estetik ve etkileyiciliği ile de piyasada yer bulmaktadır. Ambalaj tasarımlarındaki grafik tasarımın önemiyse pazarlama amacı güdülerek yapılan çalışmaların hedef kitleyle iletişim kurarak etkili mesajlar vermesinden kaynaklanmaktadır (Pektaş, 1993).

Ambalaj tasarımının amacı, yaratıcı araştırmalarla desteklenerek hedef kitleye özgü tasarım elementlerini kullanmaktır. Bu süreçte grafikler, ürün tasarımlarının ifade biçimini şekillendirmektedir. Ürün satışlarına doğrudan etki eden bu tasarımlar, hedef kitleye yönelik mesajlar iletilmek suretiyle tasarımın gücünü pekiştirmektedir. Ürünün niteliklerine uygun malzeme seçimi yapılırken önce gereksinimler tespit edilmeli, ardından belirli bir forma karar verilmeli ve bu form, tasarımın gücüyle bütünleştirilmelidir. Tüketici ihtiyaçlarının ön planda tutulduğu bu süreçte estetik beğeni ile tatmin de önemli yer tutmaktadır ve bu unsurların da göz ardı edilmemesi gerekmektedir (Bürge, 2020). Teknolojik ilerlemeler ve üretimdeki artış gibi günümüz olanakları, rekabet fırsatlarıyla birlikte ambalaj tasarımının evrimini desteklemektedir.

Ambalaj üzerinde yer alan sembol, renk, illüstrasyon, şekil gibi çok sayıda elementle yapılan düzenlemeler, hedef kitlenin ilgisini çekmekte ve pazarlama olanaklarını genişleterek ürün tercihlerini yönlendirmekte, aynı zamanda tüketici bilincini şekillendirmekte sosyal meselelere de değinmektedir (Tarlakazan ve Canbolat, 2020).

Ambalajın şekilleri, renkleri ve firmalara özgü olarak eklenen diğer detaylar, tüketicinin ilgisini çekmekte ve satın alma davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu yüzden ambalaj üzerine işlenen öğeler, toplumsal farkındalık uyandıracak mesajlar vermekte ve sosyal meseleleri gündeme getirerek pozitif bir farkındalık yaratma amacını gütmektedir (Mohebbi, 2014). Üretici, ürün satıldıktan sonra da ambalajla olan ilişkisini sürdürmektedir. Ambalaj, ürünün kullanım, taşınma, sunum ve sonunda atık haline gelme aşamalarında da etkileşimi devam ettirmektedir. Fonksiyonel bir ambalaj, tüketici ile sağlam bir bağ kurarak kullanım sürecindeki zorlukların üstesinden gelmeye katkıda bulunmaktadır. Geri dönüşümlü ve sonrasında yeniden dönüştürülebilir nitelikteki ürünlerse bu süreçte kritik bir işlev üstlenmektedir (Çeken vd., 2018).

2.2. Ambalaj Atıklarının Çeşitleri

Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği, bir ürünün ambalaj olup olmadığını tespit etmek için üç ana kriter belirlemiştir. İlk kritere göre eğer bir ürün, yönetmelikte tanımlanan ambalaj niteliklerini taşımakta ise, ürünün ayrılmaz bir parçası değilse, ürünü destekleme, muhafaza etme ya da saklama amacı taşımıyorsa ve kullanımı sırasında tüketilerek atığa dönüşmüyorsa ambalaj olarak değerlendirilmektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021). Buna karşın ambalaj üretiminde kullanılan çeşitli malzemeler bulunmaktadır ve bunlar da ambalaj çeşitlerini belirlemektedir. Çalışmanın bu bölümünde de ambalajlama alanında kullanılan başlıca ambalajlama atıklarının alt başlıklar halinde açıklanmasının, konunun anlaşılmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. En sık kullanılan ambalaj atığı çeşitleri ise şu şekilde özetlenebilmektedir:

1. Kâğıt ve Karton Ambalaj Atığı

Kâğıt, bitkisel kökenli liflerin özel araçlar yardımıyla ezilmesi ve bu liflerin yıpranıp su çekerek kabarması, sonrasında bu sürecin keçeleşmeyle devam etmesi sonucunda süzgeç üzerine yerleştirilen hamurun kurutulması tekniğiyle oluşan, belli bir dayanıklılığa sahip malzemedir (Boz, 1992). Odun hamurundan çıkarılan selülozik liflerin katmanlar halinde düzenlenmesiyle elde edilen kâğıt, gelişmiş toplumlar için vazgeçilmez bir ambalaj

maddesi olarak görülmektedir. Geçmişte yazıların yazıldığı temel araç olarak medeniyetlerin ilerlemesindeyse kâğıdın kritik bir rol üstlendiği bilinmektedir. Yine de günümüzde kullanılan kağıtların büyük çoğunluğu yazı yazma amaçlı olmayıp kâğıt endüstrisinin sadece küçük bir bölümünü temsil etmektedir (Sakarya vd., 2011). Kâğıt ve karton ambalajların üretimi, işleme kolaylığı ve maliyet açısından da avantajlıdır. Bu yüzden de ambalajlamada sıklıkla tercih edilmektedir. Kâğıt ve karton ambalajlar; büyük boy ve ağır işler için kullanılan hizmet torbaları, ambalaj kağıtlarından yapılan poşetler, katlanabilir ya da katlanamaz karton ve mukavva kutular, etiketler ve destekleyici dolgu malzemeleri olarak çeşitlenmektedir. Belirli koşullar altında bu ambalaj tipleri işlenmekte, parafinlenmekte veya mumlanmakta ve ambalajcılara farklı özelliklerde sunulmaktadır (Bayraktar, 2004).

2. Plastik Ambalaj Atıkları

Plastikler, yüksek moleküler ağırlığa sahip organik bileşikler olan polimerlerden meydana gelmektedir. Bu polimerler birbirlerine kimyasal bağlarla bağlanmış tekrarlanan birimlerden oluşan zincirleri içermektedir. Plastiklerin temel hammaddeleri ise gaz, ham petrol ve kömürdür (Karamangil, 2008). Plastiklere alternatif olarak geliştirilen ilk madde ise 1851’de keşfedilen sert kauçuktur. Bunun ardından Alexander Parkes, Londra’da düzenlenen bir konferansta sert kauçuğa benzer, fakat daha ucuz bir malzeme tanıtmıştır. Bu yeni malzeme de hem ABD’de hem de Avrupa’da yapılan çalışmalarla geliştirilerek 1920’de naylon, 1927’de ise plastik terimlerinin literatüre dahil olmasına zemin hazırlamıştır (Eraslan vd., 2007).

Dünya çapında petrol üretiminin %4’ü plastik üretimi için kullanılmaktadır. Plastikler, düşük yoğunlukta olmaları, maliyetlerinin düşük olması, şekillendirilmelerinin kolay olması ve dayanıklı yapıları nedeniyle birçok sektörde kullanılmaya başlanmış ve zamanla diğer ambalaj malzemelerinin yerini almıştır (Karamangil, 2008). Plastiklerin tanımlanabilmesi amacıyla Plastik Endüstri Birliği tarafından belirlenen yedi farklı kodlama sistemi bulunmaktadır. Bu kodlamalar, plastiklerin üzerinde kolayca görülebilecek ve tespit edilebilecek yerlere konulmalıdır. Tanımlayıcı kodlar arasında yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), polietilen tereftalat (PET, PETE, PE), düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), polivinil klorür (PVC), polistiren (PS), polipropilen (PP) ve diğerleri yer almaktadır (Sevencan vd., 2007).

3. Metal Ambalaj Atıkları

Farklı minerallerin işlenmesiyle elde edilen metaller, evlerde özellikle yiyecek ve içeceklerin saklanması amacıyla kullanılan ambalaj malzemeleridir. Bu malzemeler arasında en yaygın olanlar çelik ve alüminyum metalleridir. Yağ tenekeleri, içecek kutuları ve konserve kutuları gibi günlük ürünlerse metal ambalajların tipik örneklerindendir (Dabak, 2009).

1795 yılında Napolyon Bonaparte'ın ordusu için uzun süreli gıda muhafazası sağlayacak bir yöntem bulunması yarışması, metal kutuların yiyecek ambalajı olarak kullanılmasının başlangıcını oluşturmuştur. Nicholas Appert, yiyeceklerin metal kutular içerisinde sterilize edildiğinde daha fazla korunabileceğini kanıtlamış ve bu sayede metal kutular, ambalaj olarak kullanılmaya başlanmıştır (Partlak, 2013).

1847 yılında makineler aracılığıyla hızlı bir şekilde üretilmeye başlanan teneke ambalajlar, 1880 ile 1890 yılları arasında otomatik makinelerle seri üretime geçmiştir. George W. Cobb Preserving şirketi tarafından 1898 yılında üretilen ilk arınık teneke kutu, ambalaj teknolojilerinde önemli bir gelişme olmuştur. Aerosol kutuları ise 1922 yılında Eric Rotheim tarafından icat edilerek kullanım alanlarında yeni bir dönem başlatmıştır. Alüminyum, 1957 yılında ambalaj malzemeleri arasına katılmış ve 1965'ten itibaren içeceklerin muhafazasında kullanılmaya başlanmıştır (Partlak, 2013).

4. Cam Atık Ambalajları

Cam, insanlık tarihinde üretilmiş en eski yapay malzemelerden biri olarak bilinmektedir. Yapılan arkeolojik çalışmalarda Mısır'da bulunan ve M.Ö. 5500 yılına dayandığı belirlenen cam örnekleri, bu malzemenin köklü geçmişini ortaya koymaktadır (Bekçi ve Beltan, 2005). Kum ise cam üretiminin ana maddesi olarak belirginleşmektedir. Kum, yüksek sıcaklıklarda eritilip fırımlandığında akışkan bir kıvam almakta ve bu süreçte şekillendirilerek cam elde edilmektedir (Bekçi ve Beltan, 2005).

Cam ambalajlar, diğer ambalaj türlerine göre birçok avantaja sahiptir. Özellikle ana maddesi olan kumun %100 doğal bir içeriğe sahip olması, içerikle herhangi bir etkileşime girmemesi, camın yeniden kullanılabilir özelliği, yüksek basınç ve ısıya mukavemet göstermesi, yeniliklere açık yapısı ve sağlıklı bir ambalaj malzemesi olması, camı diğer ambalajlardan üstün kılmaktadır.

5. Ahşap Ambalaj Atıkları

Meyve ve sebzelerin depolanmasında ve taşınmasında yaygın olarak ahşap ambalajlar tercih edilmektedir. Bu ambalajlar arasında ahşap kutular, paletler ve kasalar bulunmaktadır. Ayrıca uluslararası taşımacılıkta ahşap ambalajların kullanılması zorunluluğu Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO) tarafından belirlenmiş olup bu ambalajlar hem deniz hem hava hem de yoluyla yapılan nakliyelerde uygulanmaktadır (Demircioğlu, 2003).

6. Kompozit Ambalaj Atıkları

Plastiklerin düşük maliyet, esneklik özelliklerinin yanı sıra kolay işlenebilir oluşları, pek çok insanın günlük yaşamını kolaylaştırmaktadır. Ancak bu durum, doğal kaynaklara olan talebi artırarak ölçülemeyecek atık miktarları ve ciddi çevre kirliliklerine yol açmaktadır (Armenise vd., 2021). Bu noktada geliştirilen kompozit ambalajlar, çeşitli katmanların bir araya getirilmesiyle üretilmektedir. Bu ambalajlar arasında; plastik-alüminyum, karton-polietilen, plastik-kâğıt-alüminyum, kâğıt-polietilen ve kâğıt-alüminyum gibi farklı malzemelerin kombinasyonları bulunmaktadır. Özellikle süt ve meyve suyu kutuları bu tür kompozit ambalajlar için tipik örnekler arasında yer almaktadır (Kocaman, 2014).

2.3. Geri dönüşüm, Geri kazanım ve Yeniden Kullanım

Geri dönüşüm, ürünlerin eski kimliklerini yitirerek yeni ürünlerin üretimi için malzeme olarak yeniden değerlendirildiği bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Bouzon vd., 2015). Bu süreçte kullanılmış ve işlevini yitirmiş ürünlerin materyal içeriği, yeni ürünlerin oluşturulmasında kullanılmak üzere geri kazanılmaktadır (Güngör ve Gupta, 1999). Ayrıca geri dönüşüm, ürünlerin yeni fiziksel ve kimyasal özellikler kazanmasını sağlayan bir dönüşüm süreci olarak da ifade edilmektedir (Sarkis, 2003).

Geri dönüşümün başlıca amacı, kullanılan ürünler ve parçalardan elde edilen malzemelerin, çeşitli ayırma süreçlerinden geçirilerek ya orijinal ya da farklı ürünlerin üretiminde tekrar kullanılmak üzere işlenmesidir (Wadhwa vd., 2009). Çeşitli açılardan önemli avantajlar sağlayan bu süreç, demontaj yapılmaksızın yeni malların üretiminde bakir malzemelere alternatif olarak kullanılan ürünler veya bileşenlerin içerdiği maddelerin değerlendirilmesi, geri kazanımı ve yeniden işlenmesini içermektedir (Dat vd., 2012). Malzeme geri kazanımı durumunda ise ürünler genellikle öğütülmekte ve

özellikleri ile kalite düzeylerine göre gruplandırılarak yeni ürün üretiminde kullanılabilir hale getirilmektedir (Wiel vd., 2012).

Geri dönüşüm evreleri, atık tipine bakılmaksızın belirli süreçleri kapsamakta ve bu süreçler farklı kaynaklarda çeşitli biçimlerde işlenmektedir. Bu süreçte yer alan ana adımlarsa şu şekilde açıklanabilmektedir (Şengül, 2010):

Atık Toplama: Tüketiciler tarafından veya endüstriyel tesislerde kullanım döngüsünü tamamlayan atıklar, geri dönüşüm sürecini başlatmak üzere toplanmaktadır. Bu toplama faaliyeti, atığın çıktığı konuma göre değişkenlik göstermektedir. Evsel atıklar için belediyeler veya onların yetkilendirdiği şirketler toplama işlevlerini yerine getirmektedirler. Endüstriyel atıklar ise ilgili sanayi bölgeleri veya söz konusu firma tarafından anlaşmalı olan bir kuruluş tarafından yönetilmektedir.

Atık Ayırma: Geri dönüşüm için toplanan atıklar, türlerine göre ayrıştırılmakta ve işleme alınmaktadır. Etkili bir geri kazanım süreci, çeşitli ayrıştırma metotları ile desteklenmekte olup bu yöntemler arasında en etkili olanı kaynaktan ayrıştırma tekniği olarak belirlenmektedir (Hanay ve Koçer, 2006).

Atık Değerlendirme: Ayrılmış ve toplanmış geri dönüştürülebilir nitelikli atıklar, temizlenme işlemine tabi tutulduktan ve sınıflandırıldıktan sonra çeşitli üretim süreçlerinden geçirilmekte, böylece yeniden kullanılabilir hale getirilmektedir. Bu süreç, ürünün özelliklerinin değişmesine ve yeni bir forma bürünmesine yardımcı olmaktadır.

Ekonomiye Yeniden Kazandırma ve Piyasaya Sunma: Kullanımdan sonra atık statüsüne geçen ürünler, bir dizi işlemle tekrar kullanılabilir ürünler haline getirilerek ekonomiye yeniden kazandırılmaktadır.

Türkiye özelindeki geri dönüşüm süreci ise Tesis Atık Toplama (TAT) sistemleri ile başlamakta, kaynağında ayrıştırılmış malzemeler bu tesislerde işlenmekte ve Geri Dönüşüm Tesislerine (GDT) malzeme sağlamaktadır. Dolayısıyla geri dönüşüm sürecinin verimliliği de TAT'ların performansı ile doğrudan ilişkilendirilebilmektedir.

2.4. Sürdürülebilirliğin Ambalaj ile Olan İlişkisi

Atık azaltımıyla ilgili benimsenen stratejilerden biri de azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüştürme prensiplerini içermektedir. Bu üçlü yaklaşım, tüketicilerin çevresel farkındalığını yansıtarak çevreye pozitif etkilerde bulunmaktadır ve aynı zamanda ülke çapında atık miktarını minimuma indirmeye de olanak sağlamaktadır (Rashid vd., 2015).

Ürünlerin çevre ve ekosisteme olan zararlarının farkına varıldıkça sürdürülebilir düşünceye geçiş yapılmakta ve bu da üretim ile tüketim süreçlerini sistemli bir hale getirerek insanların yaşam biçimlerini ve alışkanlıklarını değiştirmektedir. Bu yöntemle birlikte çeşitli üretim ve tüketim stratejilerinin geliştirildiği gözlenmektedir. Bu noktada bahsedilen stratejilerden biri de dünya literatüründe Sürdürülebilirliğin Üç Yönetim Kuralı ya da Sürdürülebilirliğin 3R'si olarak bilinmektedir (Oduncu, 2020).

Çalışmanın sonraki başlıklarında daha detaylı şekilde ele alınacak olan sürdürülebilirliğin 3R'si olarak bilinen uygulamalar kısaca şu şekilde özetlenebilmektedir (Fahzy, 2014):

- i. *Azaltma (Reduce)*: Bireyler sadece gerçekten ihtiyaç duydukları şeyleri satın almalıdır; zira atık oluşumunu en aza indirgenin en etkili yolu budur.
- ii. *Tekrar kullanma (Reuse)*: Kullanılmış bir ürün almak, yeni bir ürüne ihtiyaç duyulduğunda sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunmaktadır.
- iii. *Geri dönüştürme (Recycle)*: Atıkların ortadan kalkmasına izin verilmeden kullanılmış materyallerin yeniden işlenebilecek alternatif yöntemler geliştirilmelidir.

Çevreye duyarlı olmak, yalnızca çevre çalışmalarını yürütmekle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda araştırmalar yapılarak yöntem ve tekniklerin geliştirilmesiyle sürdürülebilir bir gelişme sağlamaktadır. Çoğunlukla yeşil davranışlar olarak tanımlanan üç temel ilke ise azaltmak, geri dönüştürmek ve yeniden kullanmaktır. Bu üçlü strateji her ne kadar birbiriyle bağlantılı olsa da her biri ayrı işlev görürken ortak amaçları sürdürülebilir bir çevre oluşturmaktır. Bu yönde yapılan çalışmalar ve geliştirilen perspektiflerse sosyal ve fiziksel çevrede insan-doğa etkileşimini güçlendirerek çevresel bilinci arttırmaktadır (Nindyati, 2014).

2.4.1. Geri Dönüştürme

Çevresel gelişme hedefleri, günümüzün çevresel sorunlarının ortaya çıkmasıyla birlikte şekillenmiştir. Bu hedeflere ulaşmak için politika ve yönetim modelleri üzerinde yoğun bir şekilde durulmakta, bu bağlamda geri dönüşüm, 3R (reduce, reuse, recycle) kuralının bir parçası olarak dikkat çekmektedir. Atık yönetimi, etkin ve planlanmış bir şekilde yürütülerek malzemeler için döngüsel tedarik zincirleri kurulmaktadır. Geri dönüşüm uygulamalarıysa sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunma potansiyeline sahip olduğundan bu alandaki çalışmalara devam edilmektedir (Vita vd., 2023).

Geri dönüşüm, tüketilen ürünlerden elde edilen atıkların, çeşitli kimyasal ve fiziksel süreçler aracılığıyla orijinal ham maddelerine dönüştürülmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç hammadde tüketimini azaltmakta ve doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunmaktadır. Geri dönüşüm de hammadde ve enerji kullanımının yanı sıra iş gücünün, kaynakların, atık miktarının ve karbon emisyonlarının azaltılmasını sağlayarak bunları minimize etmektedir. Geri dönüştürülen malzemeler arasında alüminyum, cam, plastik, metal ve özellikle kâğıt yer almaktadır (Gündoğan vd., 2017). Geri dönüştürülen ürünler sayesinde kâğıt, atık depolama, su, elektrik ve oksijen tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca tasarım sektöründe de kendini gösteren geri dönüşümler, sürdürülebilirliği teşvik ederek insan yaşamında önemli bir yere sahip olmaktadır (Oduncu, 2020).

Atık yönetiminin son ve en kritik aşaması geri dönüşümdür. Bir ürünün biyolojik döngü içerisinde ana kaynağına dönüştürülmesi, ekosistemin korunmasını garantilemektedir (Kaptan, 2019). Yeni bir ürün tasarlamak için ilk adım, çevresel etkileri göz önünde bulundurarak doğru planlama yapmaktır. Üretim sürecinin başından sonuna kadar ürünün her aşamasının planlanması ve ham madde kullanımının optimize edilmesi şarttır. Ürünün kullanım ömrü sona erdikten sonra ya hızlı biyolojik dönüşüme uğraması ya da geri dönüştürülmüş materyallerden yapılarak doğaya katkı sağlaması önem arz etmektedir (Özek, 2016).

2.4.2. Azaltma

Sürdürülebilirlik çabalarının temelinde atık miktarını minimize etme yer almaktadır. Bu bağlamda çevresel temizlik ve sürdürülebilirlik adına ilk adım olarak 3R (reduce, reuse, recycle) prensibine odaklanılmalı ve atıkların en az seviyeye indirilmesi etkin bir biçimde gerçekleştirilmelidir. Bu süreç, üretilen atık miktarını minimize ederek ürün seçimlerinde bilinçli tercihler yapılmasını sağlamaktadır. Azaltma işlemi gerçekleştirildiğindeyse doğal kaynaklar korunmakta, enerji tüketimi ve sera gazı salınımları azalmakta ve atık depolama alanlarından tasarruf edilmektedir (Pandiyarajan vd., 2022). Dolayısıyla da atık yönetimi konusunda seçici ve bilinçli tüketim, azaltma anlayışının merkezinde yer almaktadır (UNEP, 2010). Sürdürülebilir düşünce yapısı, bireylerin perspektiflerini ve tüketim alışkanlıklarını değiştirerek ürünleri detaylı bir şekilde incelemeyi ve israfı önleyecek sistemli bir üretim tüketim anlayışını benimsemeyi teşvik etmektedir (Oduncu, 2020).

Bu yaklaşımı hayata geçirmek için yapılması gereken adımlarsa şu şekilde sıralanabilmektedir (Nindyati, 2014):

- Ambalajlı ürünlerin daha az tüketilmesi,
- Alışverişlerde tekrar tekrar kullanılabilir çantaların kullanılması,
- Tek sefer kullanılan ambalajlı ürünlerden kaçınılması,
- Elektrik tüketiminin azaltılması,
- Su tüketiminin düşürülmesi,
- Karbon emisyonu yüksek araçların kullanılmaması.

Ekolojik dengenin korunması ve kaynak tüketiminin minimize edilmesinin en etkili yolu, atığın kaynağından azaltılmasıdır. Bu doğrultuda mürekkep, kâğıt, strafor ve plastik gibi atıkların minimuma indirilmesi de teknolojik ürünlerin etkin kullanımını sağlayacak adımlar arasında yer almaktadır (GMK, 2002). Azaltma, küresel düzeyde atık yönetiminde atık hiyerarşisiyle yönlendirilmektedir. Atık yönetimi stratejilerinde doğru sıralama, öncelikle önleme, ardından azaltma, tekrarlama, geri dönüştürme, enerji kazanımı ve son olarak bertaraf şeklinde olmalıdır. Bu süreçler içinde en yaygın bilinen ve uygulanan yöntem ise geri dönüştürmedir. Dünya çapında tanınmış şirketler, bu konuda farkındalık oluşturmak amacıyla çeşitli çalışmalar yürütmektedir (Çelik, 2020).

2.4.3. Yeniden Kullanma

Aşırı tüketimle ortaya çıkan atık sorunları, çevresel krizlere yol açmaktadır. Çoğu tüketim malı atık olarak doğaya zarar vermektedir. Ürünlerin yeniden kullanımının teşvik edilmesi, sürdürülebilir atık yönetimi için kritik önem taşımaktadır. Toplumun bu sürece aktif katılımı ve eğitilmesi gerekmektedir. Zira çevresel tehditler gelecek nesiller için ciddi riskler barındırmaktadır. Bu nedenle de ürünlerin çoklu kullanımı esas alınmalıdır (Leslie vd., 2021). Ürünlerin parça parça değerlendirilerek yeniden kullanılması, kaynak tasarrufu sağlayarak ekolojik zararları minimize etmektedir (UNEP, 2010; GMK, 2002).

Atık ürünlerin yeniden kullanılması, onların üretim sürecinde aynı veya farklı amaçlarla değerlendirilmesi şeklinde gerçekleşmektedir (Oduncu, 2020). Yeniden kullanım, kullanılmış malzemeleri değerli kaynaklar olarak görmeyi ve yaratıcı düşünmeyi teşvik etmekte, ayrıca hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlamaktadır (Nindyati, 2014). Bu süreç derinlemesine eğitim ve farkındalık yaratma faaliyetleri ile desteklenmeli,

tasarımcılar da bu konuda yenilikçi çalışmalar yaparak tüketici davranışlarını şekillendirebilmelidir (Geçimli ve Yamaçlı, 2020).

2.5. Sürdürülebilir Ambalajlar ve Geri Dönüşüm Süreci

Ambalaj endüstrisinde cam, kâğıt, plastik ve metal gibi çeşitli materyaller ambalaj materyali olarak tercih edilmektedir (Zhu vd., 2022). Bu noktada bahsedilen materyaller arasında plastik ambalajlar, ambalaj atıklarının büyük bir kısmını temsil etmekte olup bu durum dünya ekosistemini olumsuz yönde etkileyen küresel bir mesele haline gelmektedir (Dahlbo vd., 2018; Demetrious vd., 2019). Plastik ambalajlar, çevresel bir problem, atık üretiminin bir kaynağı ve iklim değişikliğine etki eden bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Koruyucu özelliklerine karşın artan toplumsal baskı ve mevcut çevre düzenlemeleri sebebiyle plastik ambalajların kullanımının sınırlandırılması ve geri dönüşümünün teşvik edilmesi yönünde yoğun çabalar gösterilmektedir (Dilkes-Hoffman vd., 2019; Pauer vd., 2020).

Ambalaj malzemelerinin çevreye olan zararını en aza indirmek, bu malzemelerin belirli özelliklere sahip olmasını gerektirmektedir. Gıda ürünlerinin ambalajlanması sürecinde çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunacak ve geri dönüşümü kolay olan malzemelerin kullanılmasıysa büyük önem arz etmektedir. CEFLEX (Circular economy for flexible packaging)'e (2020) göre ürün özelliklerine uygun ambalaj tasarlamak, sürdürülebilir gelişmenin önemli bir bileşenini teşkil etmektedir. Sürdürülebilir ambalaj malzemeleri, kullanım sürelerinin sonunda toplanarak geri dönüştürülmeye uygun hale getirilmeli ve ayrıştırılabilirliktir. Ayrıca geri dönüşüm işlemlerinin etkin olması ve yeniden kullanıma sunulan malzemenin yüksek kalitede olması da büyük önem taşımaktadır.

Ambalaj tasarımında çevre dostu ve sürdürülebilir malzemelerin seçilmesi, atık azaltma stratejilerinde önemli bir faktör olarak görülmektedir. Bu süreçte geri dönüştürülebilir, biyo-tabanlı ve tek katmanlı malzemelerin kullanılmasıysa malzeme ağırlığının ve katman sayısının azaltılması gerekmektedir. Ayrıca ambalajların açık renkte olması ve yeniden kullanılabilir formatta tasarlanması önerilmektedir (Casarejos vd., 2018; Leissner vd., 2019; Lase vd., 2022).

Gıda ambalajlarında kullanılan plastikler, esnek veya rijit yapıda olabilmektedir. Esnek ambalajlar şekillendirilebilir, hafif bir yapıya sahipken gıda ürünlerinin korunmasına yardımcı olmakta, rijit ambalajlarsa daha ağır ve esnek olmayan yapılarıyla tanımlanmaktadır (Niaounakis, 2019). Esnek ambalajlar ayrıca azaltılmış malzeme ve

enerji kullanımı, azalan CO2 emisyonları ve atık hacmi, kolay baskı imkanı ile çevresel faydalar sunmaktadır (Horodytska vd., 2018; FPA, 2023). Ancak bu tür ambalajlar genellikle tek kullanımlık olduğundan geri dönüştürülmediği takdirde atık miktarı artabilmektedir. Geri dönüşüm yöntemleri arasında kimyasal işlemler, enerji geri kazanımı ve mekanik ayrıştırma yer almaktadır. Buna karşılık mekanik işlemler, atıkların küçük parçalara ayrılması ve çeşitli tekniklerle ayrıştırılmasıyla başlamaktadır. Kimyasal geri dönüşüm, polimerlerin monomerlere dönüştürülmesini içerirken enerji geri kazanımı esas olarak çok katmanlı yapıların yakılmasını kapsamaktadır (Brouwer vd., 2018; Lase vd., 2022).

2.6. Sürdürülebilir Ambalaj Tasarımları

Sürdürülebilir ambalaj seçenekleri, bireysel ve toplumsal sağlık, güvenlik ve yarar açısından değerli alternatifler sunmaktadır. Ayrıca bu ürünler piyasa gerekliliklerine uygun performans ve maliyet etkinliği sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımını temel alan bu ambalajların üretimi, taşınması ve geri dönüştürülmesi süreçleri, çevre dostu yaklaşımların bir parçası olarak görülmektedir. Bu tür ambalajlar, yenilenebilir veya geri kazanılmış kaynaklardan yararlanarak ve çevreci teknolojilerle üretilerek ekolojik dengenin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Keskin vd., 2020).

Ambalajın çevreci niteliklerinin korunması amacıyla biyo çözümler ve yeşil ambalaj materyalleri tercih edilmektedir. Geri kazanılmış ambalaj malzemeleri içerisinde kullanılan ürünler arasında gazete kâğıdı, karton, oluklu karton, çelik, alüminyum, cam ve bazı plastik türleri bulunmaktadır. Yeniden kullanım potansiyeli yüksek olan yeşil ambalajlar, kutular, raflar ve taşınabilir kaplar gibi formlarda plastik, metal ve ahşap malzemelerle imal edilmekte ve bu sayede kaynakların verimli kullanımı desteklenmektedir (Keskin vd., 2020).

Kâğıt bazlı ambalaj malzemeleri, ambalaj sektörü içinde en yüksek geri dönüşüm oranına sahiptir ve bu malzemeler, yönetilen ve planlanan üretim süreçleriyle yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ağaçlardan veya selüloz içeren bitkilerden üretilmektedir. Fiber bazlı kâğıt ambalajların kolaylıkla geri dönüştürülebilir ve biyolojik olarak parçalanabilir olmaları, bu malzemelerin doğaya ve topluma faydalarının algılanmasını artırmaktadır. Bu durum da kâğıt ambalajın doğal ve tam olarak sürdürülebilir bir imaj kazanmasına yardımcı olmaktadır (Akcanlı, 2010).

Sürdürülebilir ambalajların benimsenmesi, tüketicilerin bu konudaki bilinçlenmesine yönelik çabaları ve sürdürülebilir ürünler için daha yüksek bir maliyet ödemeye olan isteklilikleri içermektedir. Bu konu üzerine gerçekleştirilen araştırmalar, tüketicilerin %59'unun çevre dostu ambalajlar için ek bir ücret ödemeye hazır olduğunu göstermektedir. Sürdürülebilir ambalaj üretimi konusunda şirketlere duyulan güven, tüketiciler için önemli bir etken olmaktadır. Yeni nesil alıcılarsa sürdürülebilir ambalajları seçerken ürün etiketlerini dikkatle incelemekte, bu tür ambalajları aktif olarak tercih etmekte ve çevre dostu ürünleri önermektedir (Keskin, vd., 2020).

Ambalaj sektöründe plastik ve kâğıt temelli ambalaj materyalleri arasındaki rekabet giderek şiddetlenmektedir. Bu iki temel materyal, sürdürülebilir özellikler bakımından gelecekteki önemleriyle öne çıkmaktadır. Her iki malzeme türü de pazarda yükselen sürdürülebilirlik taleplerine yanıt verebilmek ve rekabet avantajını muhafaza etmek için çeşitli stratejiler geliştirmektedir. Plastik ambalajların üreticileri, daha sürdürülebilir biyoplastik alternatiflerine yönelik araştırma ve geliştirme çalışmalarını yoğunlaştırmaktadır. Buna rağmen petrol türevi plastik ambalajların halen geniş çapta kullanılıyor olması, artan sürdürülebilirlik kaygıları ve desteklenen yasal düzenlemeler ışığında üstesinden gelinmesi gereken büyük bir engel olarak kabul edilmektedir (Keskin ve Koçoğlu, 2022).

Çevresel etkileri azaltmayı, doğal kaynakları korumayı ve karbon salınımını düşürmeyi hedefleyen sürdürülebilir ambalaj, uygun ambalaj malzemeleri ve tekniklerinin seçilmesi ve geliştirilmesi sürecini ifade etmektedir (Han vd., 2018). Malzeme tercihiyse bu sürecin merkezinde yer almaktadır. Tasarımcılar genellikle geri dönüştürülebilir, biyolojik olarak çözünebilir veya yenilenebilir malzemeler kullanmayı tercih etmektedirler. Bu tür malzemeler kullanıldığında üretim ve atık yönetimi daha verimli hale gelmekte, kaynakların sürdürülebilir kullanımı teşvik edilmekte ve ambalajın tüm yaşam döngüsü boyunca karbon izi azaltılmaktadır (Magnier ve Schoormans, 2017). Ayrıca ürün boyutlarına uygun olarak tasarlanmış küçük ambalajlar kullanmak, depolama ve taşıma sırasında daha fazla ürünün yerleştirilmesine olanak tanımakta, bu da depolama ve taşıma maliyetlerini azaltmaktadır. Bu yöntem aynı zamanda enerji tüketiminde de verimlilik sağlamak ve karbon emisyonlarını düşürmektedir (Vergheze vd., 2015).

Özetle ambalaj sektörü, üretimden bertaraf süreçlerine kadar geniş bir yelpazede çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu süreçle su, toprak ve atmosfer kirliliğinin yanı sıra genel

olarak karbon ayak izinin artmasına neden olmaktadır (Varun, 2016). Ambalajın sadece taşıma, ürün bütünlüğü sağlama ve koruma gibi geleneksel işlevleri bulunmamakta, bunun yanı sıra ambalajlar şirketlerin tüketici davranışlarındaki değişiklikleri etkilemekte, rekabet koşullarının şiddetlenmesine yol açmakta ve de çevresel sonuçları sebebiyle şirketleri sürdürülebilir ve çevre dostu ambalaj malzemeleri kullanmaya ve tasarlamaya yönlendirmektedir (Ünsal ve Gövdere, 2022).

2.7. Yeniden Kullanılan Ambalajlama

Yeniden kullanılabilir ambalajlar, herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın tekrardan kullanılabilen ambalajları ifade etmektedir. Yeniden kullanılabilir raflar, paletler ve konteynırlar da bu ambalajlama türüne örnek teşkil etmektedir (Circular Economy for Flexible Packaging, 2015). Yeniden kullanılan ambalajlar çoğu zaman işleyiciler ve üreticiler, müşteriler ve tedarikçiler arasında 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 (Circular Economy for Flexible Packaging, 2015).

Circular Economy for Flexible Packaging (2015), tedarik zincirinin her aşamasında yeniden kullanılabilir ambalajların kullanımının sosyal, çevresel ve ekonomik açıdan birçok fayda sağlayacağını belirtmektedir. Maliyet yönünden ele alındığında amaçlarına uygun olarak tasarlanmış ve dayanıklı konteynerlerin kullanımının, ambalajlama süreçlerindeki ve hasar görmüş ürünlerle ilgili toplam maliyetleri düşürdüğü ifade edilmektedir. Ayrıca daha etkili kullanım ve azalan yer ihtiyacı sayesinde depolama giderlerini de azalttığı vurgulanmaktadır. Yeniden kullanılabilir ambalajların sosyal yararları kapsamındaysa iş yerlerinde güvenliğin ve iş verimliliğinin artması bulunmaktadır. Çevresel faydalarına bakıldığında ise yeniden kullanılabilir ambalajların tercih edilmesinin hem sera gazı salımlarını düşürmekte hem daha az enerji tüketmekte hem de atıkların başlangıçta katı atık akışına karışmasını engellemekte olduğu gözlenmektedir.

Ambalaj sektörüne ilişkin alan yazında ise ‘yeniden kullanılabilir’ ile ‘iade edilebilir’ kavramlarının sıkça birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir (Soroka, 2008). İade edilebilir ambalajlar, geri dönüşüm, imha veya yakma gibi nedenlerle ambalajların ya da parçalarının geri getirilmesini de kapsamaktadır. İade edilebilir ambalaj sistemlerinin

yönetimiye yalnızca ürünlerin göndericiye geri taşınmasını değil, aynı zamanda kapların temizlenmesi, depolanması, düzenlenmesi ve bakımı gibi işlemleri de içermektedir (Kroon ve Vrijens, 1995).

2.7.1. Yeniden Kullanım

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 kapsamaktadır. Gıda dağıtım sektörü giderek daha fazla tercih edilen bir yöntem haline gelmekte ve bu durum, artan çevresel etkilerle başa çıkmak için sürdürülebilir ve yeniden kullanılabilir seçeneklere geçiş yapılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır (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 belirginleşmektedir (Halme, 2020).

İade edilerek tekrar kullanılabilen ambalajlar, gıda paketleme sektöründe egemen olan tek kullanımlık “satın al-kullan-at” modellerine alternatif olarak döngüsel ekonomi prensiplerini benimsemektedir (De Koeijer vd., 2017; Han vd., 2018; Molina-Besch vd., 2019). Beşikten beşiğe yaklaşımı, sadece zararlı sonuçları minimize etmekten ziyade olumlu sonuçları maksimize ederek çevresel etkinliği artırmaya ve böylece daha sürdürülebilir, verimli kaynak kullanımını desteklemeye yöneliktir. Yeniden kullanılabilir ambalajlar, atık miktarını ve ham madde kullanımını azaltmakta, sera gazı salınımlarını düşürmekte ve böylece döngüsel sistemlere geçişin pratik yararlarını ortaya koymaktadır (Hitt vd., 2023).

Depozitolu ambalaj olarak da ifade edilebilen yeniden kullanılabilir ambalajların çevresel etkilerinin detaylı bir şekilde incelenmesi, tüketici davranışlarının araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte tüketicilerin ambalajlarla etkileşimlerinin, ambalajın yaşam sürecini ve geri dönüştürülebilir ambalaj hizmetlerinin etkinliğini önemli derecede etkilediği bilinmektedir. Ayrıca tüketici davranışlarının, geri dönüştürülebilir ambalajların sürdürülebilir bir alternatif olup olmadığını belirlemekte ve çevresel etkileri

azaltmanın yanı sıra tüketici uygulamalarıyla uyumlu çözümler tasarlama olasılığını artırmaktadır. Bu bağlamda, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi'nin (LCA) tüketici davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılması, teorik sürdürülebilirlik ile pratik uygulamalar arasındaki farkı azaltmaktadır. LCA hem nitel hem de nicel verileri birleştirerek ambalajın çevresel etkilerini ve kullanımını kapsamlı bir şekilde incelemektedir (Molina-Besch vd., 2019; Cor ve Zwolinski, 2015). Öne çıkan bu yaklaşım da tüketici ürünlerinin çevresel etkinliğinin artırılmasında ürün ile ambalajın birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ambalaj seçimlerinin çevresel sonuçlarının daha iyi kavrayabilmesi adına ve bu yönde iyileştirme adımlarının atılması adına söz konusu strateji önem arz etmektedir.

Ambalaj tasarımının sürdürülebilirlik olgusu üzerindeki rolü, çeşitli çalışmalarda da 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 ve Crié, 2015). Buna rağmen 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. Zira söz konusu yeniden kullanılabilir ambalajlar hem ürünlerin korunmasını sağlamakta hem de tekrar kullanılabilir nitelikler taşıyarak ek ambalajlama maliyetlerini düşürmektedir.

2.7.2. Amacı

Ambalajların üretim süreçlerinde benimsenen tasarım yaklaşımları bu ambalajların özelleştirilerek geliştirilmesini mümkün kılmıştır. Sürdürülebilirlik anlayışının benimsenmesiyle oluşturulan yeniden kullanılabilir ambalajlarsa bir kez kullanılan ambalajın daha sonra herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmadan yalnızca temizlenerek kullanılmasını ifade etmektedir (Palabıyık ve Altunbaş, 2004).

Öte yandan (Thierry vd., 1995, aktaran Özese, 2009) yeniden kullanımı dört farklı biçimde ele almaktadır: tamir, doğrudan yeniden kullanım, yeniden üretim ve geri dönüşüm. Bu noktada sözü edilen yeniden kullanımsa malzemelerin tekrardan

kullanımını ifade etmekte olup bir ürünün kullanılması sonrasında mevcut ambalajın atığa dönüşmeden yeniden kullanılmasını ifade etmektedir. Bu bağlamda yeniden kullanım, kullanılmış olan bir ambalajın herhangi bir kimyasal işlem uygulanmadan aynı ya da farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmasını ifade etmektedir. Örneğin gıda sektöründe sıklıkla kullanılan cam şişelerin toplanarak temizlenmesinin ardından tekrar doldurularak kullanılması, yeniden kullanmaya bir örnek teşkil etmektedir.

Yeniden kullanım, geri dönüşüm uygulamalarına destek olarak hem ekonomik hem çevresel hem de sosyal yönden sürdürülebilirliğin sağlanmasını hedeflemektedir. İklimlendirme sektöründe bu tür ambalajların kullanılmasında temel amaç her ne kadar maliyet tasarrufu sağlamak olsa da aynı zamanda sürdürülebilirlik ve geri dönüşümün desteklenmesi amaçlanmaktadır.

2.7.3. Gerekeesi

Yeniden kullanım ambalajların tercih edilmesindeki gerekçeler ise söz konusu ambalajların herhangi bir işleme ihtiyaç duyulmaksızın temizleme ile tekrar tekrar kullanılmasıyla doğrudan ilişkilendirilmektedir. Zira bu ambalajlar yeniden kullanılarak ek ambalaj masraflarının meydana gelmesini önlemekte ve maliyet anlamında önemli tasarruflar sağlamaktadırlar. Bununla birlikte tekrar kullanılabilen bu ambalajların sağlam ve dayanıklı özellikler sergilemesi, taşınacak iklimlendirme ürünlerinin hasar görmesini engelleyerek nakliye süreçlerinde meydana gelebilecek hasarların önlenmesini sağlamaktadır ki bu da ekonomik açıdan önemli katkılar sağlamaktadır. Dolayısıyla da yeniden kullanılabilir ambalajların ilk maliyetleri yüksek olsa da bu ambalajların kullanımını uzun vadede sektörlere önemli katkılar sağlamaktadır.

2.7.4. Yeniden Kullanılan Ambalaj ve Sürdürülebilirlik

Yeniden kullanılabilir ambalajlar herhangi bir işleme gerek duymaksızın tekrar tekrar kullanılabilen ambalajları içermektedir. Dayanıklılık ile öne çıkan bu ambalajlar, diğer ambalajlama faaliyetlerinin yol açtığı ek maliyetleri önemli ölçüde azaltmaktadır. Aynı zamanda kullan at özellikte olmayan bu ambalajların uzun ömürlü olması, çevre kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olarak ambalajlama süreçlerindeki sera gazının minimize edilmesine destek olmaktadır. Bununla birlikte yeniden kullanılabilir ambalajlar sayesinde lojistikte temizlik ve düzen unsurlarına daha çok dikkat edilmektedir ki bu da çevre kirliliğinin önüne geçmektedir.

İklimlendirme sektörü kapsamında üretilen, pazarlanan ve lojistiği sağlanan cihazların nakliyesinde yeniden kullanılan ambalajların kullanılması ise bu cihazların korumalı bir şekilde hedefe ulaştırılmasına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda tek kullanımlık köpük ve plastik ambalajların kullanımını azaltarak çevre kirliliğinin azaltılmasına destek olmakla birlikte bu ambalajların üretiminde açığa çıkan sera gazlarının da en aza indirilmesini sağlamaktadır. Bu da sürdürülebilirlik açısından büyük önem arz etmektedir.

2.7.5. Literatür Araştırması

Palmqvist ve Karlsson (2022) çalışmalarında küresel sürdürülebilirlik farkındalığının artmasıyla birlikte, karbon emisyonlarının azaltılması yönünde hem devletler hem de işletmeler üzerinde baskıyı arttırdığına dikkat çekmişlerdir. Lojistik faaliyetler, özellikle taşımacılık süreçleri, sera gazı (GHG) emisyonlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve bu durum, işletmelerin çevresel etkilerini azaltmalarını rekabet avantajı hâline getirdiği yorumlanmıştır. Günümüzde küresel tedarik zincirleri, maliyet odaklı kararlarla şekillenirken, sürdürülebilirlik ancak finansal fayda sağladığında öncelik kazandığına dikkat çekilmiştir.

Artan sürdürülebilirlik bilinci ve uluslararası düzenlemeler (örneğin COP26, Paris Anlaşması), karbon emisyonlarının 2050 yılına kadar %45 oranında azaltılmasını ve net sıfır hedefinin gerçekleştirilmesini zorunlu kıldığına vurgu yapıp bu bağlamda, sera gazı (GHG) emisyonlarının azaltılmasının, şirketler için rekabet avantajı hâline geldiğini yorumlanmıştır.

Fleckenstein ve Pihlstroem (2015) İskandinavya otomotiv tedarik zincirindeki tedarikçilerde ambalaj ve iade edilebilir ambalajların nasıl yönetildiği konusunda araştırma yapmışlardır. Yaptıkları araştırmanın amacı, tedarikçiler içinde ambalajlama ve iade edilebilir ambalajlamanın nasıl yönetildiğini araştırmak ve analiz etmektir. Ayrıca, tedarikçiler, alt tedarikçiler ve OEM'ler açısından verimli iade edilebilir ambalaj yönetimi için algılanan önemli faktörleri belirlemeyi amaçlanmıştır.

Bulgulara göre, ambalaj genellikle koruma ve kalite güvencesi açısından önemsenmekte; ancak operasyonel verimlilik gibi faktörler geri planda kalmaktadır. İç, dış ve gelen malzeme akışlarında kullanılan ambalaj türleri ve yönetim uygulamaları farklılık göstermektedir. İç akışta basit, manuel takip sistemleri kullanılırken; dış akışta müşteri odaklı, dayatılmış geri dönüşlü sistemler karmaşıklık yaratmaktadır. Gelen akışta ise

genellikle tek kullanımlık ambalajlar tercih edilmekte, standart bir sistem bulunmamaktadır.

Verimlilik açısından, kontrol sistemlerinin eksikliği, operasyonel süreçlerin çokluğu ve maliyet unsurları önemli engeller olarak belirlenmiştir. Çalışma, geri dönüşlü ambalaj yönetiminin başarısı için yakınlık, hacim, standardizasyon, kontrol sistemleri ve sürdürülebilirliğin kilit faktörler olduğunu ortaya koymaktadır.

Na ve diğerleri (2019) Çalışmalarında yeniden kullanılabilir ambalajların tedarik zincirinde uygulanabilmesi için çeşitli stratejiler önermişlerdir. Önerilerinde devlet teşvikleriyle ilk yatırım riski paylaşılabirirken, uzun vadeli sözleşmelerde ödeme planları yeniden kullanılabilir ambalajları teşvik edecek şekilde düzenlenebilir. Ayrıca, standartlaştırılmış çok kullanımlı konteynerlerle birden fazla alıcıya teslimat yapılabilir. Ancak, boş konteynerlerin geri taşınması yüksek maliyetli olduğundan, uzun mesafeli teslimatlar için tek kullanımlık ambalajlar tercih edilebilir. Bu durum, özellikle seyahat süresi ortalama 10 günü aşan teslimatlarda geçerlidir. Katlanabilir konteynerler gibi çözümler, boş paketlerin taşıma maliyetlerini azaltabilir.

Çalışma, yatırım kararlarını toplam teslimat maliyetine göre değerlendirirken; karar vericiler arasındaki hedef farklılıkları, uzun mesafeli taşımacılıkta ekonomik dezavantajlar ve hasar/kayıp riskleri gibi bazı pratik sınırlamaları dikkate almamaktadır. Yine de düşük değişkenliğe sahip talep ve teslimat koşullarında ve uzun vadeli iş ilişkilerinde yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerinin maliyet ve çevresel açıdan avantajlı olduğu ortaya konmaktadır. Bu yaklaşım, otomotiv sektörü dışındaki kapalı döngü tedarik zincirlerinde de uygulanabilir.

Skerlic ve Muha, (2020), otomotiv sektöründe yaptıkları çalışmalarında, farklı ambalaj seçeneklerini maliyet bileşenleriyle karşılaştırarak en uygun sistemin belirlenmesini sağlar. Literatürdeki yaklaşımlara kıyasla daha kapsamlı ve uygulamaya dönük olan model, uzun vadede lojistik maliyetleri düşürmeyi ve süreç verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır. Çalışma, geri dönüştürülebilir, katlanabilir ve tek kullanımlık ambalaj sistemlerini karşılaştırmaya yönelik bir model geliştirmektedir. Model, uluslararası otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir üretici firmada test edilmiş ve maliyet bileşenlerini dikkate alarak senaryo bazlı analizlerle ambalaj seçimini sistematikleştirmiştir.

Bu çalışmada yeniden kullanılabilir ambalaj ihtiyacı hesaplamasının ilk adımını dolaşımda gereken ambalaj miktarı, yani ürün stokunun beklenen günlerinin (şirkette, nakliyede ve üretimde) toplamı olarak tanımlamıştır. Günlerin toplamı, siparişi yerine getirmek için gereken ortalama ürün miktarıyla çarpılır ve ardından ambalaj ünitesindeki parça sayısına bölünür. Daha sonra müşterideki boş ambalaj sayısı sonuca eklenir şeklinde tanımlamıştır. Çalışmasının devamında hem tek kullanımlık hem de yeniden kullanılabilir ambalajların birim maliyetlerini hesaplamış ve tek kullanımlık ambalajın birim maliyetini 0,1013 € ve yeniden kullanılabilir ambalajın birim maliyetini 0,0072 € olarak bulmuştur. Bu örnek çalışma da yeniden kullanılabilir malzemelerin maliyet avantajına örnek olan çalışmalardan biridir.

Akabane vd., (2018), çok uluslu bir otomotiv firmasında tek kullanımlık ambalajların geri dönüşlü ambalajlarla değiştirilmesinin finansal ve çevresel etkilerini incelemişlerdir. Ambalaj atıklarının yönetimi için tek bir ideal çözüm bulunmamakta; en uygun seçenekler, yerel koşullar ve altyapı düzeyine göre değişmektedir. Bu nedenle, yaşam döngüsü değerlendirmeleriyle desteklenen vaka bazlı analizler karar süreçlerinde kritik rol oynamakta olduğunu yorumunu getirmişlerdir.

Ambalajların üretim ve lojistik süreçlerinde ürün koruma, verimli taşıma ve müşteri memnuniyeti açısından kritik bir rol oynadığı ifade edilmiş ve 21. yüzyılda artan tüketici beklentileri ve sürdürülebilirlik odaklı düzenlemeler, ambalajı işletmeler için stratejik bir zorluk hâline geldiğine dikkat çekilmiştir ve ambalajın yalnızca maliyet odaklı azaltılması, ürün kayıplarını artırarak genel ekonomik verimliliği düşürebileceği vurgulanmıştır.

Yaptıkları örnek çalışmada tek kullanımlık ambalajların yeniden kullanılabilir ambalajlarla değiştirilmesinin hem finansal hem çevresel etkilerini incelemiş; ilk yılda %41,18 maliyet tasarrufu ve yılda 36 ton karton tasarrufu sağlandığını ortaya koymuştur. Yaygınlaştırılması, daha fazla kazanç ve iyileştirme potansiyeli sunmaktadır. Ambalaj atığı yönetiminde en iyi çözümün, yerel koşullara ve yaşam döngüsü analizlerine dayalı vaka bazlı değerlendirmelerle belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

BÖLÜM 3. UYGULAMA

3.1. Daikin Türkiye Hakkında Genel Bilgiler

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, markanın Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika (EMEA) bölgesindeki etkinliğini artırma hedefinin önemli bir adımı olmuştur (Invest in Türkiye, 2012).

Bu satın alma ile, 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, 2024). 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, 2024).

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, 2024.).

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.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada iklimlendirme sektöründe yeniden kullanılabilir ambalajların kârlılık ve sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini incelemek için örnek uygulama yaklaşımı kullanılacaktır. Örnek olay çalışması; bir konunun ayrıntılı biçimde incelenmesidir (Punch, 2011). Araştırmanın evreni, Türkiye’de faaliyet gösteren bir iklimlendirme sektöründeki işletme ile sınırlıdır ve veriler bu işletmeden toplanmıştır.

Çalışmada dört farklı malzemenin yeniden kullanılabilir ambalajlarla taşınmasına ilişkin bir örnek uygulama yapılmıştır. Zaman kısıtı olarak, araştırma 2023-2026 yılları arasındaki verileri ele alınmış ve bu zaman dilimindeki gerçekleşen verilere göre talep tahminlemesi yapılmıştır. Bunun yanı sıra, ambalajların ekonomik fizibilitesi, başa baş noktası analizi ve geleceğe yönelik maliyet/yarar tahminleri de çalışmanın temel odak noktalarını oluşturmuştur. Veri analizi, talep tahminleri, maliyet analizleri ve yatırım değerlendirmeleri gibi kantitatif metotlarla gerçekleştirilmiştir.

Tedarik edilmekte olan dört farklı parça için ortak bir yeniden kullanılabilir ambalaj ölçüsü ve tipi belirlenip bu dört parçanın taşınması için yapılacak olan yeniden kullanılabilir ambalaj yatırımının geri dönüş hesabı ve yatırımın karlılığı hesaplanmıştır. Hesaplama dört farklı parça için talep/üretim tahmin yöntemlerinden birisi olan Üstel Düzeltme Modeli (ETS) Microsoft Excell Talep Tahmin Araçları aracılığıyla kullanılarak gelecek dönem talepleri tahmin edilecek, üretim verilerine göre optimum ambalaj sayısı belirlenmiş ve belirlenen ambalaj sayısına göre de yatırım maliyeti hesaplanmıştır.

Yatırım maliyetinin hesaplanması ardından geri dönüşümlü ambalajın kullanılmadığı durumda ambalaj maliyeti hesap edilmiş ve yatırımın başa baş noktası belirlenmiştir. Son olarak gelecek 4 yıl için kârlılık hesabı yapılmıştır.

3.2.1. Talep Tahminleme

İşletmeler, artan rekabet koşulları altında ayakta kalabilmek ve rekabet edebilmek için karşılaştıkları çeşitli sorunlara ilişkin etkin kararları belirlemek zorundadırlar. Geleceğe ilişkin verilecek kararlar işletmeler için belirsizlik içerdiğinden, bu kararların alınmasında çeşitli tahminlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunlardan biri de talep tahminleridir. İşletmelerin ürünlerine olan talebi tahminlemeleri, belirlenecek pazarlama stratejilerinde önemli bir girdi niteliği taşımaktadır. Talep tahmini, tüketicilerin gelecekte ne miktar ürün veya hizmet talep edeceklerinin ve bu taleplerin hangi zamanlarda gerçekleşeceğinin kestirilmesi işlevidir. Talep tahmin yöntemlerinde genellikle geçmiş dönemlerdeki talepler üzerinde yapılan çeşitli analizler kullanılmaktadır. Bunun yanında talebi etkileyecek diğer faktörlerdeki değişimlerin, talebi ne yönde ve ne kadar etkileyeceğinin tespitinde istatistiksel analizlerden yararlanılmaktadır (Meydan,2007).

İşletmelerde, yatırım ve işletme kararlarının alınmasında en önemli rol oynayan faktör, üretilecek mal veya hizmetin gelecekteki satış miktarı yani talebidir. Ekonomik düzen içerisinde bir üründen veya hizmetten talep edilecek miktarın belirlenmesi, işletme yatırımlarının şekillendirilmesi bakımından çok büyük önem taşımaktadır (Meydan,2007).

Talep tahminleme yöntemleri kalitatif ve kantitatif yöntemler olmak üzere temelde ikiye ayrılmaktadır.

Tahminlemede kullanılan tekniklerden kalitatif tahminleme teknikleri, mevcut durumlara ve gelecekle ilgili planlara ilişkin bilgisi olması beklenen kişilerin fikir ve yargılarının toplanmasını gerektirmektedir (Monks, 1987). Uzmanların görüşleri, bireysel deneyim ve yargılar ile subjektif faktörler ele alınabilmektedir (Render vd., 2000). Kalitatif teknikler, tahminlenecek olguya ilişkin sayısal verilerin elde edilememesi, belirsizliğin ve verilerin değişkenliğinin fazla olması durumunda kullanılabilir (A. Özdemir ve A. Özdemir, 2006).

Kantitatif tahminleme teknikleri, zaman serileri ve nedensel teknikler (regresyon analizi) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Zaman serileri analizinde, tahminlenecek değişkene

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. Bu özelliğinden dolayı zaman serileri analizi, değişmeyen koşullar altında daha etkin olmaktadır (Bhattacharya, 1997).

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 verilerdir. Yapılmış olan tüm Zaman Serileri Analizi tanımlarının hemen hepsinde esas olarak meydana gelmiş olan olayların sayısal değerleri zamana göre düzenlenmektedir (Meydan, 2007).

Zaman serisinde kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler basit ortalama yöntemi, otoregresif model (AR), hareketli ortalamalar modeli (MA), otoregresif hareketli ortalamalar modeli (ARIMA), üstel düzeltme yöntemi (exponential smoothing, ETS), trend analizi yöntemi ile mevsimsel dalgalanmalar ve trende oranlama yöntemi olarak sıralanabilir. Son yıllarda bu yöntemlerden üstel düzeltme yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Üstel düzeltme dediğimiz ETS yöntemi “Error-Trend-Seasonality (Hata-Trend-Mevsimsellik)” anlamına gelir ve bileşenlerin birbirleriyle nasıl özel olarak etkileşime girdiğini tanımlar (Yılmaz ve Çilengiroğlu, 2022).

Zaman serilerinin gelecekte alacağı değerlerin tahmininde kullanılan üstel düzeltme yöntemi serideki değerlere farklı ağırlıklar veren bir tahmin tekniğidir. Yöntemin önemli yararı az sayıda veri ile uygulanabilirliğidir. 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)

Günümüzde bilgisayar program ve yazılımları sayesinde birçok matematiksel işlemin kolayca yapıldığı gibi talep tahminlemesi de Microsoft Office Excell programı sayesinde kolayca yapılabilir. Microsoft Office Excell programı zaman serisi verilerine dayalı olarak geleceğe dönük tahminler yapmak için ETS (Exponential Triple Smoothing) yani Üçlü Üstel Düzeltme yöntemini kullanır ve Holt-Winters yönteminin otomatikleştirilmiş ve optimize edilmiş bir versiyonuna dayanır. Yani Excel, veride mevsimsellik olup olmadığını otomatik algılar ve uygun parametreleri (alfa, beta, gamma) optimize ederek tahmini üretir.

3.2.1.1. Üstel Düzeltme

Çalışmada kantitatif tahmin tekniklerinden birisi olan üstel düzeltme tekniği kullanılmıştır. Üstel düzeltme analizi bir zaman serisi modelidir. Zaman serileri analizinde, tahmini yapılacak değişkene 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).

Üstel düzeltme yöntemi, zaman serilerinde gelecekteki değerleri tahmin etmek için kullanılan, geçmiş gözlemlere azalan ağırlıklar atayan istatistiksel bir tekniktir. Bu yöntemde en güncel verilere daha fazla ağırlık verilerek daha hassas tahminler yapılması amaçlanır (Hyndman ve Athanasopoulos, 2018). Basit üstel düzeltme formülü şu şekildedir:

$$F_{t+1} = \alpha \cdot A_t + (1 - \alpha) \cdot F_t \quad (3.1)$$

Burada F_{t+1} bir sonraki dönem tahminini, A_t mevcut gözlem değerini, F_t bir önceki tahmini ve α ($0 < \alpha < 1$) düzeltme katsayısını ifade eder.

Üstel 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 ve Çilengiroğlu, 2022).

3.2.1.2. Microsoft Excel'de Tahmin Aracı (Forecast Tool) ve Kullanımı

Zaman serisi verilerine dayalı öngörüler, işletmelerin geleceğe dönük kararlar alabilmesi açısından büyük önem taşır. Microsoft Excel, bu tür öngörülerin yapılmasına olanak sağlayan çeşitli araçlara sahiptir. Özellikle 2016 sürümünden itibaren Excel, "Tahmin

Sayfası (Forecast Sheet)" ve FORECAST.ETS fonksiyonu gibi güçlü tahminleme özellikleri sunmaktadır.

Forecast Sheet, tarihsel verilere dayanarak gelecekteki değerlerin grafiksel ve sayısal tahminini yapar. Bu araç, özellikle zaman serisi verileri içeren veri setleri üzerinde kullanılır.

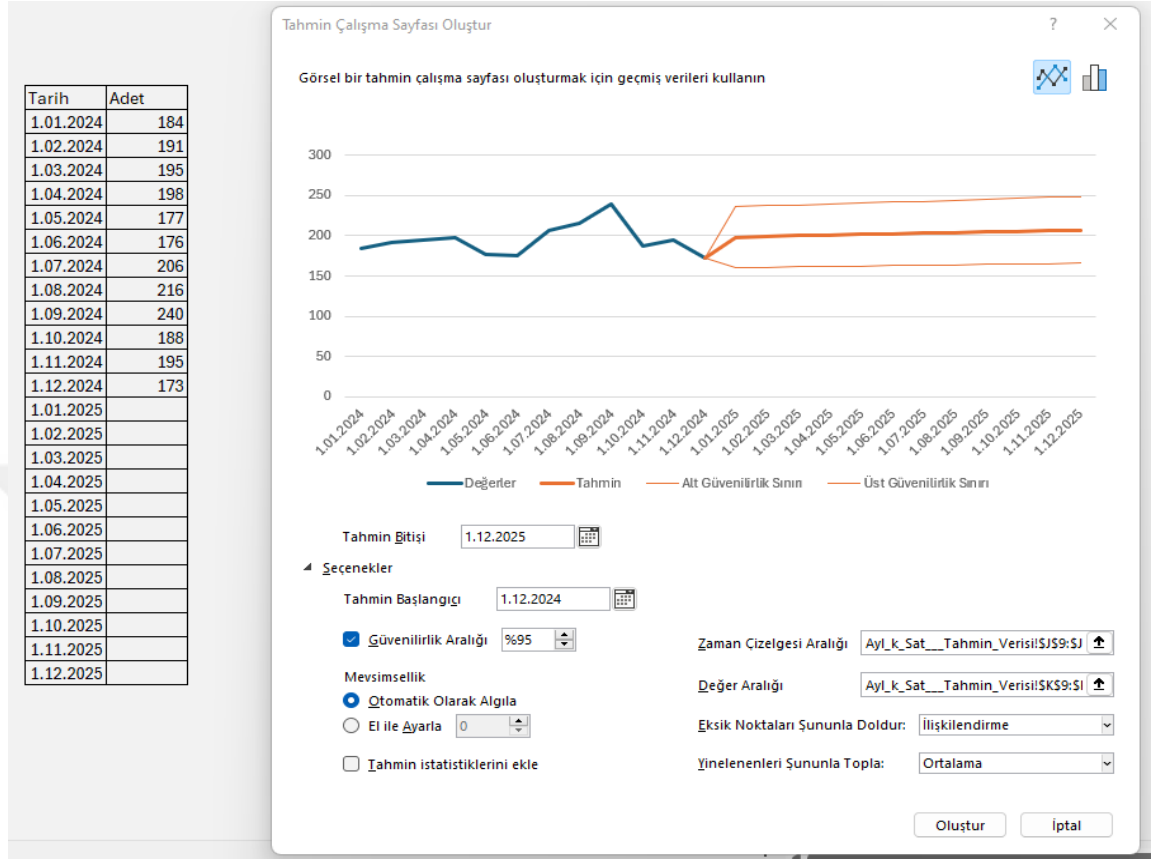
Kullanım Adımları:

1. Tarihsel verilerin olduğu tablo hazırlanır (örneğin, satışlar ve tarih sütunu).
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.

Üstel düzeltme yöntemi az sayıda veri ile uygulanabildiği, zaman serilerinde mevsimselliğin dikkate alındığı, son dönemlere tahminlerde daha fazla ağırlık verildiği ve Microsoft Excell programı sayesinde kolayca uygulanabildiği için çalışmada talep tahminleme yöntemi olarak tercih edilmiştir.

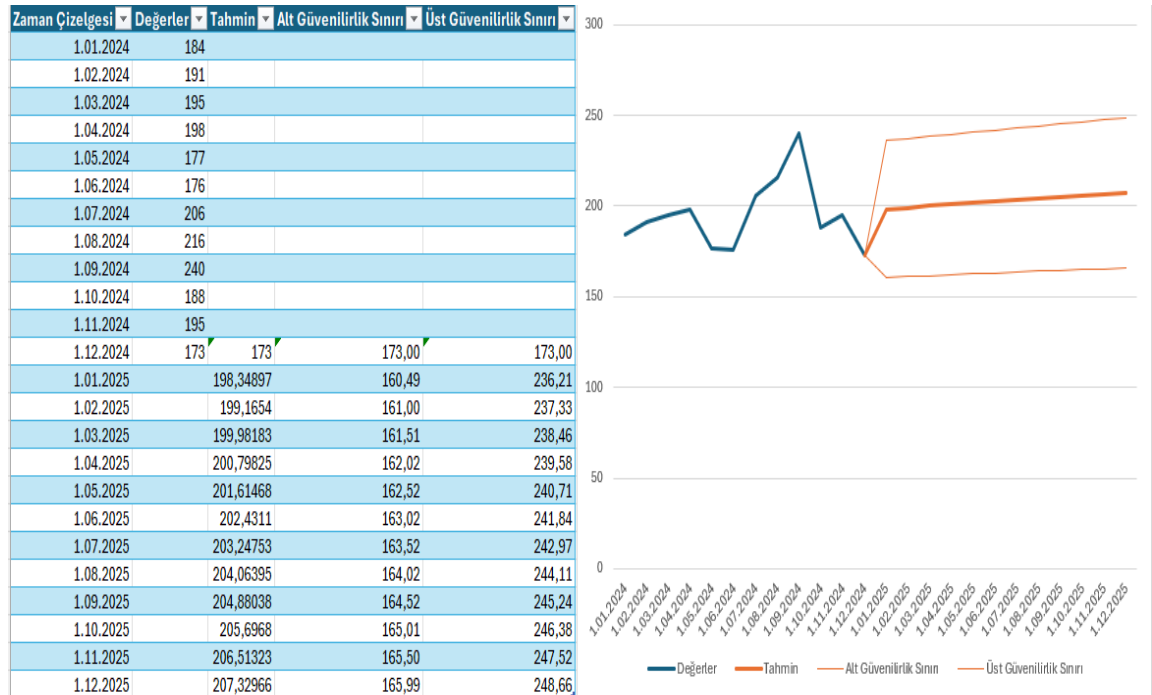
Şekil 1

Örnek Excell Talep Tahmini Oluşturulmasına Örnek



Şekil 2

Excell Tahmini Sonuçlarına Örnek



Excel'de Tahminlemenin Avantajları

- Kullanıcı dostu arayüz sayesinde ileri düzey istatistik bilgisi olmadan tahmin yapılabilir.
- Grafiklerle desteklenmiş görsellik, raporlama ve sunum açısından etkilidir.
- Ekspansiyel düzgünleştirme algoritması, doğruluğu yüksek öngörüler sağlar (Hyndman ve Athanasopoulos, 2018).

Excel'in tahmin aracı, literatürde otomatik zaman serisi tahmini (automatic time series forecasting) kapsamında değerlendirilir. Excel'deki ETS algoritması, Hyndman ve arkadaşlarının geliştirdiği state space exponential smoothing yöntemlerine dayalıdır (Hyndman ve Athanasopoulos, 2018).

3.2.2. Yatırım Gereksinimini Belirleme

Yatırım: Genel anlamda yarınki tüketim için bugünkü tüketimden vazgeçme olayı. Halk dilinde ise; sermayenin bir işte kullanılması, iş ortamında, finansman amaçlarının modernleştirilmesi ve tevsii yatırımlarına tahsisi, işletme ekonomisinde yatırım; işletme amaçlarının gerçekleşmesi için sabit ve dönen varlıkları kapsayan toplam maliyet, işletme biliminde yatırım ise; gelecekte daha fazla gelir ya da başka yararlar elde etme amacıyla yapılan harcamalardır (Aşıkoğlu, 1995)

Yatırım bir toplumda belirli bir zaman süreci içinde mal veya hizmetlerin üretimini arttırmak için bazı olanaklar yaratma, genişletme ve geliştirmeye yönelik öneri veya karşılığında bir mal veya hizmet üretmek için yapılacak harcamaların tümü olarak tanımlanabilir (İlter, 2001)

(Skerlic ve Muha, 2020), çalışmalarında yeniden kullanılabilir ambalaj ihtiyacı hesaplamasının ilk adımını dolaşımda gereken ambalaj miktarı, yani ürün stokunun beklenen günlerinin (şirkette, nakliyyede ve üretimde) toplamı olarak tanımlamıştır. Günlerin toplamı, siparişi yerine getirmek için gereken ortalama ürün miktarıyla çarpılır ve ardından ambalaj ünitesindeki parça sayısına bölünür. Daha sonra müşteriye boş ambalaj sayısı sonuca eklenir.

Her yatırımın, sektörün, işletmenin kendine özgü dinamikleri bulunmaktadır. Bu sebeple yatırımın gereksiniminin belirlenmesindeki uygulama ve hesaplamalar farklılık göstermektedir. Örnek uygulamanın yapıldığı işletmenin yeniden kullanılabilir ambalajların yatırım miktarının hesaplamasında dikkate aldığı değerler şöyledir:

- * Tüketimin en yüksek tahmin edildiği dönem hesaplama için dikkate alınır
- * Bu dönemdeki 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 sayısı belirlenir
- * Bu hesaplama ambalaj ihtiyaç miktarı/gün verisinin 4 ile çarpılması ile elde edilir.
- * Ambalaj yatırımı en az 4 günlük üretim miktarını stoklayacak kadar yapılmalıdır.
- * Ambalaj yatırımı yapılacak olan malzemeler için özel üretim yöntemleri veya nakliye kısıtları varsa 4 bu kısıtlar da dikkate alınarak yatırım yapılacak ambalaj miktarı artırılabilir.

3.2.3. Geri Ödemesi Süresi Yöntemi

Bu yöntemde yatırım projeleri, ilk yatırım tutarının ne kadar süre içinde geri alınabileceği açısından değerlendirilmektedir. 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).

$$GÖS = (\text{Projenin yatırım tutarı} - \text{Hurda değ.}) / (\text{Yıllık ort. net kar} + \text{Yıllık amort. payları}) \quad (3.2)$$

Çalışma kapsamında yapılan örnek uygulamada hurda değeri ve amortismanın dikkate alınmaması ve zaman serilerine göre kârlılık sabit olmadığı için yatırımın geri dönüş oranında şu hesaplama kullanılmıştır:

1. Aylık bazda tasarruflar toplanır.
2. Kümülatif tasarruf, yatırım maliyetine eşit olduğu ilk ay bulunur.

Bu hesaplama için literatürde formül yoktur fakat hesaplama yöntemi şekil 3'teki gibidir.

Şekil 3

Yatırımın Geri Dönüş Hesaplaması İçin Formül

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

3.2.4. Kârlılık Oranı Yöntemi

Yeniden kullanılabilir ambalaj yatırımı için kârlılık analizi yaparken, yatırımın geri dönüş süresi, net kâr veya toplam tasarruf gibi kriterler üzerinden hesaplama yapılabilir.

Özellikle, tek kullanımlık ambalajların değişken maliyetli olması bu hesaplamayı daha anlamlı hâle getirir.

Temel Değişkenler:

I = Yeniden kullanılabilir ambalajın toplam yatırım maliyeti (sabit)

C_t = Aydaki tek kullanımlık ambalajın toplam maliyeti

St = Yatırımın kar/zarar durumu

K = Kârlılık

Aylık tasarruf hesabı:

$$St = I - Ct \quad (3.2)$$

Aylık tasarrufların kümülatif toplamaları alınarak yıllık toplam tasarruf miktarı hesaplanır. Yıllık karlılığın yatırım maliyetine bölünmesiyle yatırımın yıllık kârlılık oranı hesaplanır.

3.3. Örnek Uygulama

3.3.1. Yeniden Kullanılabilir Ambalajla Taşınacak Olan Malzemelerin Seçimi

Yeniden kullanılabilir ambalajla taşınacak olan malzemelerin seçiminde aşağıdaki detaylara dikkate edilerek karar verilmiştir.

- Malzemelerin kullanım miktarlarının yüksek olması
- Malzemelerin hacimlerinin küçük olmaması
- Malzemelerin ortak bir ambalajla taşınmaya uygun olmaları
- Tedarikçi lokasyonunun en fazla 1 günlük mesafede olması

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

Şekil 4

Klima Dış Ünitesi



Bu 4 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 Tanım	Ambalaj Ölçüsü	Ambalaj İçi Miktar
ÖN IZGARA PLASTİĞİ_1	1200X800X800mm	33
ÖN IZGARA PLASTİĞİ_2	1200X800X800mm	19
ÖN IZGARA PLASTİĞİ_3	1200X800X800mm	26
ÖN IZGARA PLASTİĞİ_4	1200X800X800mm	44

3.3.2. Yeniden Kullanılabilir Ambalaj İçin Yatırım Miktarı Hesaplaması

Yeniden kullanılabilir ambalaj için yatırım yapılması gereken kasa miktarının hesaplanmasında aşağıdaki kısıt ve parametrelere göre hesaplama yapılmıştır.

Hesaplama Kısıtları:

- Ambalaj İhtiyaç miktarı hesaplaması yapılırken model bazlı geçmiş dönem + firmanın üretim planı olan Eylül 2026'ya kadar olan üretim miktarlarına göre günlük ambalaj ihtiyaçları belirlenmiştir.

Tablo 2*Model Bazlı Gerçekleşen/Planlanan Ambalaj Kullanımları*

Yıl	Ay	ÖP1	Kasa Mik.	Kasa Mik/Gün	ÖP2	ÖP2	Kasa Mik.	Kasa Mik/Gün	ÖP3	Kasa Mik.	Kasa Mik/Gün	ÖP4	Kasa Mik.	Kasa Mik/Gün	Topl. Kasa Mik.	Topl. Kasa Mik/Gün
2023	1	13.161	399	15	12.387	652	25	0	0	0	30.847	701	27	56.395	1.752	67
2023	2	8.380	254	10	11.885	626	24	0	0	0	28.686	652	25	48.951	1.531	59
2023	3	13.505	409	16	14.592	768	30	0	0	0	34.142	776	30	62.239	1.953	75
2023	4	23.222	704	27	12.889	678	26	0	0	0	32.769	745	29	68.880	2.127	82
2023	5	22.512	682	26	19.536	1.028	40	0	0	0	59.295	1.348	52	101.343	3.058	118
2023	6	22.672	687	26	21.013	1.106	43	0	0	0	31.985	727	28	75.670	2.520	97
2023	7	21.998	667	26	17.171	904	35	0	0	0	30.767	699	27	69.936	2.270	87
2023	8	2.137	65	2	3.503	184	7	0	0	0	9.929	226	9	15.569	475	18
2023	9	8.698	264	10	6.621	348	13	0	0	0	23.665	538	21	38.984	1.150	44
2023	10	3.777	114	4	7.658	403	16	145	6	0	31.036	705	27	42.616	1.228	47
2023	11	2.769	84	3	8.823	464	18	21.652	833	32	11.737	267	10	44.981	1.648	63
2023	12	4.950	150	6	15.185	799	31	16.659	641	25	15.410	350	13	52.204	1.940	75
2024	1	7.122	216	8	6.555	345	13	10.850	417	16	27.271	620	24	51.798	1.598	61
2024	2	6.890	209	8	10.127	533	21	9.197	354	14	23.419	532	20	49.633	1.628	63
2024	3	12.951	392	15	11.636	612	24	2.141	82	3	29.237	664	26	55.965	1.752	67

Tablolar Devamı

2 0 2 4	4	1.833	56	2	10.996	579	22	14.857	571	22	23.121	525	20	50.807	1.731	67
2 0 2 4	5	11.411	346	13	9.910	522	20	14.994	577	22	36.188	822	32	72.503	2.267	87
2 0 2 4	6	4.811	146	6	10.139	534	21	13.869	533	21	20.990	477	18	49.809	1.690	65
2 0 2 4	7	849	26	1	22.266	1.17 2	45	7.415	285	11	36.005	818	31	66.535	2.301	89
2 0 2 4	8	627	19	1	9.640	507	20	8.751	337	13	9.080	206	8	28.098	1.069	41
2 0 2 4	9	1.887	57	2	13.144	692	27	5.764	222	9	10.390	236	9	31.185	1.207	46
2 0 2 4	1 0	1.093	33	1	8.504	448	17	15.431	594	23	24.354	554	21	49.382	1.628	63
2 0 2 4	1 1	1.828	55	2	18.523	975	37	2.068	80	3	29.159	663	25	51.578	1.773	68
2 0 2 4	1 2	1.004	30	1	16.853	887	34	5.542	213	8	36.567	831	32	59.966	1.962	75
2 0 2 5	1	6.081	184	7	6.919	364	14	24.348	936	36	27.678	629	24	65.026	2.114	81
2 0 2 5	2	4.284	130	5	5.261	277	11	23.216	893	34	28.276	643	25	61.037	1.942	75
2 0 2 5	3	3.041	92	4	4.359	229	9	22.609	870	33	24.045	546	21	54.054	1.738	67
2 0 2 5	4	4.553	138	5	10.672	562	22	29.440	1.13 2	44	38.060	865	33	82.725	2.697	104
2 0 2 5	5	2.378	72	3	9.840	518	20	25.696	988	38	52.184	1.186	46	90.098	2.764	106
2 0 2 5	6	435	13	1	10.848	571	22	17.568	676	26	48.224	1.096	42	77.075	2.356	91
2 0 2 5	7	2.842	86	3	6.576	346	13	20.704	796	31	45.584	1.036	40	75.706	2.265	87
2 0 2 5	8	1.653	50	2	5.488	289	11	7.904	304	12	8.844	201	8	23.889	844	32
2 0 2 5	9	1.334	40	2	2.944	155	6	8.576	330	13	13.640	310	12	26.494	835	32

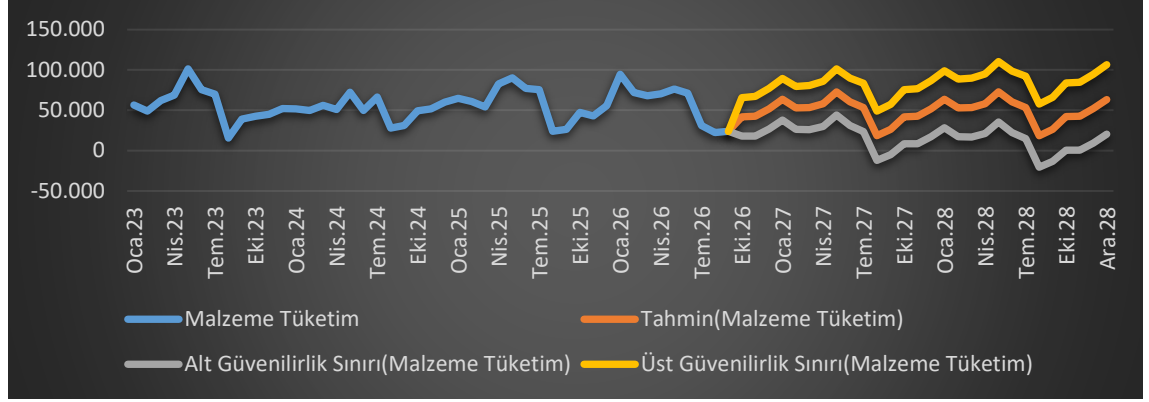
Tablolar Devamı

2	1	2.639	80	3	6.640	349	13	15.872	610	23	22.440	510	20	47.591	1.550	60
0	0															
2																
5																
2	1	1.798	54	2	5.776	304	12	13.888	534	21	21.692	493	19	43.154	1.386	53
0	1															
2																
5																
2	1	3.335	101	4	7.024	370	14	19.328	743	29	26.048	592	23	55.735	1.806	69
0	2															
2																
5																
2	1	7.946	241	9	8.448	445	17	32.160	1.23	48	45.892	1.043	40	94.446	2.965	114
0									7							
2																
6																
2	2	6.322	192	7	6.256	329	13	25.120	966	37	34.100	775	30	71.798	2.262	87
0																
2																
6																
2	3	5.974	181	7	6.912	364	14	22.432	863	33	32.560	740	28	67.878	2.148	83
0																
2																
6																
2	4	4.611	140	5	7.552	397	15	24.928	959	37	33.308	757	29	70.399	2.253	87
0																
2																
6																
2	5	5.220	158	6	9.312	490	19	25.824	993	38	35.860	815	31	76.216	2.457	94
0																
2																
6																
2	6	4.698	142	5	8.960	472	18	23.616	908	35	33.836	769	30	71.110	2.291	88
0																
2																
6																
2	7	1.450	44	2	5.424	285	11	8.928	343	13	15.224	346	13	31.026	1.019	39
0																
2																
6																
2	8	1.073	33	1	3.920	206	8	6.496	250	10	11.088	252	10	22.577	741	28
0																
2																
6																
2	9	1.131	34	1	4.144	218	8	6.848	263	10	11.704	266	10	23.827	782	30
0																
2																
6																

- Firmadan veri alınamamış olan dönem için (Ekim 2026 – Aralık 2028) malzeme tüketim ve ambalaj ihtiyaç miktarları %95 güven aralığında üstel düzeltme yöntemi kullanılarak Microsoft Excel kullanılarak tahmin edilmiştir ve sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6 da verilmiştir. Şekil 5 dikey eksenle malzeme tüketim miktarları, yatay eksenle ise zaman periyodu yer almaktadır. Şekil 6 de dikey eksenle ambalaj tüketimi, yatay eksenle ise zaman periyodu yer almaktadır. Tahmin yaparken veri setinin uzatılması dönemsellik olup olmadığının anlaşılmasını kolaylaştıracak için yapılan tahminleri daha sağlıklı kılmaktadır. Bu sebeple tahmin için kullanılacak veriler 2023 yılından başlatılmıştır.

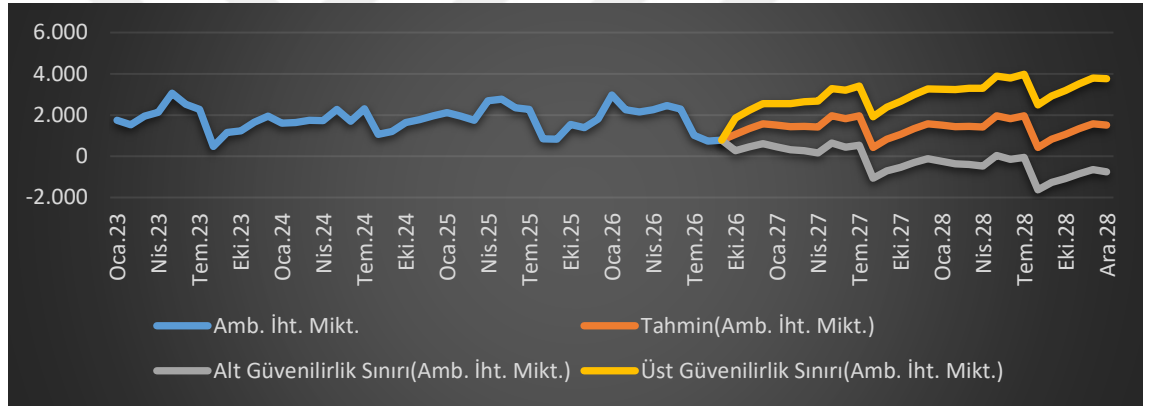
Şekil 5

Malzeme Tüketim Tahmini



Şekil 6

Ambalaj Tüketim Tahmini



- Tüketicinin 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 için yatırımın geri dönüş oranı ve karlılığı hesaplamaları aşağıda yapılmıştır.

- Tablo 3 de Gerçekleşen, Planlanan ve Tahmin edilen Malzeme Tüketim, Ambalaj İhtiyaç Miktarı ve Ambalaj İhtiyaç Miktarı/Gün verileri hesaplanmıştır.

Tablo 3

Gerçekleşen, Planlanan ve Tahmin edilen Malzeme Tüketim, Ambalaj İhtiyaç Miktarı ve Ambalaj İhtiyaç Miktarı/Gün verileri

Ay/Yıl	Veri	Malzeme Tüketim	Amb. İht. Mikt.	Ambalaj İhtiyaç Miktarı/Gün
Oca.23	Gerçekleşen	56.395	1.752	67
Şub.23	Gerçekleşen	48.951	1.531	59
Mar.23	Gerçekleşen	62.239	1.953	75
Nis.23	Gerçekleşen	68.880	2.127	82
May.23	Gerçekleşen	101.343	3.058	118
Haz.23	Gerçekleşen	75.670	2.520	97
Tem.23	Gerçekleşen	69.936	2.270	87
Ağu.23	Gerçekleşen	15.569	475	34
Eyl.23	Gerçekleşen	38.984	1.150	44
Eki.23	Gerçekleşen	42.616	1.228	47
Kas.23	Gerçekleşen	44.981	1.648	63
Ara.23	Gerçekleşen	52.204	1.940	75
Oca.24	Gerçekleşen	51.798	1.598	61
Şub.24	Gerçekleşen	49.633	1.628	63
Mar.24	Gerçekleşen	55.965	1.752	67
Nis.24	Gerçekleşen	50.807	1.731	67
May.24	Gerçekleşen	72.503	2.267	87
Haz.24	Gerçekleşen	49.809	1.690	65
Tem.24	Gerçekleşen	66.535	2.301	89
Ağu.24	Gerçekleşen	28.098	1.069	76
Eyl.24	Gerçekleşen	31.185	1.207	46
Eki.24	Gerçekleşen	49.382	1.628	63
Kas.24	Gerçekleşen	51.578	1.773	68
Ara.24	Gerçekleşen	59.966	1.962	75
Oca.25	Gerçekleşen	65.026	2.114	81
Şub.25	Gerçekleşen	61.037	1.942	75
Mar.25	Plan	54.054	1.738	67
Nis.25	Plan	82.725	2.697	104
May.25	Plan	90.098	2.764	106
Haz.25	Plan	77.075	2.356	91
Tem.25	Plan	75.706	2.265	87
Ağu.25	Plan	23.889	844	60
Eyl.25	Plan	26.494	835	32

Tablolar Devamı

Eki.25	Plan	47.591	1.550	60
Kas.25	Plan	43.154	1.386	53
Ara.25	Plan	55.735	1.806	69
Oca.26	Plan	94.446	2.965	114
Şub.26	Plan	71.798	2.262	87
Mar.26	Plan	67.878	2.148	83
Nis.26	Plan	70.399	2.253	87
May.26	Plan	76.216	2.457	94
Haz.26	Plan	71.110	2.291	88
Tem.26	Plan	31.026	1.019	39
Ağu.26	Plan	22.577	741	53
Eyl.26	Plan	23.827	782	30
Eki.26	Tahmin	41.947	1.063	41
Kas.26	Tahmin	42.597	1.347	52
Ara.26	Tahmin	51.866	1.578	61
Oca.27	Tahmin	63.660	1.511	58
Şub.27	Tahmin	52.878	1.438	55
Mar.27	Tahmin	53.273	1.453	56
Nis.27	Tahmin	57.918	1.420	55
May.27	Tahmin	72.818	1.965	76
Haz.27	Tahmin	60.517	1.821	70
Tem.27	Tahmin	53.461	1.964	76
Ağu.27	Tahmin	18.516	431	17
Eyl.27	Tahmin	26.235	832	32
Eki.27	Tahmin	42.021	1.059	41
Kas.27	Tahmin	42.671	1.343	52
Ara.27	Tahmin	51.940	1.574	61
Oca.28	Tahmin	63.734	1.507	58
Şub.28	Tahmin	52.952	1.433	55
Mar.28	Tahmin	53.347	1.449	56
Nis.28	Tahmin	57.992	1.416	54
May.28	Tahmin	72.892	1.961	75
Haz.28	Tahmin	60.591	1.817	70
Tem.28	Tahmin	53.536	1.960	75
Ağu.28	Tahmin	18.590	526	20
Eyl.28	Tahmin	26.310	838	32
Eki.28	Tahmin	42.096	1.055	41
Kas.28	Tahmin	42.746	1.339	51
Ara.28	Tahmin	52.015	1.570	60

3.3.3. Yeniden Kullanılabilir Ambalaj Yatırımı İçin Başa Baş Noktası, Yatırımın Geri Dönüş Zamanı Ve Kârlılık 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:

$TK_{birim}=6,06$ Euro

Hurda satış fiyatı:

$TK_{hurda}= 0,13$ Euro

Geri gönderim maliyeti (8 adet için 8 Euro):

$M_{geri}=1$ 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 6. da 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 Yatırımı için Başa baş Noktası Formülü:

$$TKM(x) = YKM(x) \quad (3.3)$$

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

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

$$4,92x=74000$$

$$x=74000/4,92\approx 15.041 \text{ adet}$$

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 Tablo 4 de detaylı olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4

Zaman/Maliyet Tablosu

Yıl	Ay	Ambalaj İhtiyaç Mik.	Geri Dönüşümlü Ambalaj			Karton Ambalaj			
			Yatırım Maliyeti (€)	Tedarikçiye iade Nakliye Maliyeti (€)	Kümülatif Maliyet (€)	Satınalma Maliyeti (€)	Hurda Karton Satış Bedeli (€)	Kümülatif Maliyet (€)	Kar/Zarar (€)
2025	1	2114	74.000	2.120,00	76.120,00	12.789,70	1.374,10	11.415,60	- 64.704,40
2025	2	1942	74.000	1.944,00	78.064,00	23.164,70	1.262,30	21.902,40	- 56.161,60
2025	3	1738	74.000	1.744,00	79.808,00	32.417,30	1.129,70	31.287,60	- 48.520,40
2025	4	2697	74.000	2.704,00	82.512,00	47.604,45	1.753,05	45.851,40	- 36.660,60
2025	5	2764	74.000	2.768,00	85.280,00	62.573,60	1.796,60	60.777,00	- 24.503,00
2025	6	2356	74.000	2.360,00	87.640,00	75.030,80	1.531,40	73.499,40	- 14.140,60
2025	7	2265	74.000	2.272,00	89.912,00	87.202,65	1.472,25	85.730,40	- 4.181,60
2025	8	844	74.000	848,00	90.760,00	90.836,60	548,60	90.288,00	- 472,00
2025	9	835	74.000	840,00	91.600,00	95.339,75	542,75	94.797,00	3.197,00
2025	10	1550	74.000	1.552,00	93.152,00	104.174,50	1.007,50	103.167,00	10.015,00
2025	11	1386	74.000	1.392,00	94.544,00	111.552,30	900,90	110.651,40	16.107,40
2025	12	1806	74.000	1.808,00	96.352,00	121.577,70	1.173,90	120.403,80	24.051,80
2026	1	2965	74.000	2.968,00	99.320,00	138.342,05	1.927,25	136.414,80	37.094,80
2026	2	2262	74.000	2.264,00	101.584,00	150.099,90	1.470,30	148.629,60	47.045,60
2026	3	2148	74.000	2.152,00	103.736,00	161.625,00	1.396,20	160.228,80	56.492,80
2026	4	2253	74.000	2.256,00	105.992,00	173.859,45	1.464,45	172.395,00	66.403,00

<i>Tablolar Devamı</i>									
2026	5	2457	74.000	2.464,00	108.456,00	187.259,85	1.597,05	185.662,80	77.206,80
2026	6	2291	74.000	2.296,00	110.752,00	199.523,35	1.489,15	198.034,20	87.282,20
2026	7	1019	74.000	1.024,00	111.776,00	204.199,15	662,35	203.536,80	91.760,80
2026	8	741	74.000	744,00	112.520,00	208.019,85	481,65	207.538,20	95.018,20
2026	9	782	74.000	784,00	113.304,00	212.269,30	508,30	211.761,00	98.457,00
2026	10	1063	74.000	1.064,00	114.368,00	218.192,15	690,95	217.501,20	103.133,20
2026	11	1347	74.000	1.352,00	115.720,00	225.650,55	875,55	224.775,00	109.055,00
2026	12	1578	74.000	1.584,00	117.304,00	234.321,90	1.025,70	233.296,20	115.992,20
2027	12	1574	74.000	1.576,00	134.144,00	325.098,70	1.023,10	324.075,60	189.931,60
2028	12	1570	74.000	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. Yatırımın karlılığı ilk yılda %32,5 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5

Kârlılık Tablosu

	Kârlılık €	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%

SONUÇ VE ÖNERİLER

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 tez çalışması 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 264 bin Euro tasarruf sağladığını ortaya koymuştur. Bu tasarruf, geleneksel tek kullanımlık ambalajlara kıyasla maliyetlerin azaltılması, lojistik süreçlerin optimize edilmesi 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 264 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.

Bundan sonra yapılacak aşağıdaki çalışmalarda aşağıdaki konular ele alınmasının literatüre ve sektöre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

İklimlendirme dışındaki sektörlerde (otomotiv, gıda, e-ticaret, beyaz eşya vb.) yeniden kullanılabilir ambalaj uygulamalarının ekonomik ve çevresel performanslarının analiz edilebilir. Sektörler arası karşılaştırmalarla hangi alanlarda sistemin daha avantajlı olduğu belirlenebilir.

Dönüşümlü ambalaj sistemlerinin çevresel etkilerinin tüm yaşam döngüsü boyunca değerlendirilebilir. LCA ile karbon ayak izi, su tüketimi ve enerji kullanımı gibi çevresel parametrelerin detaylı analizi yapılabilir.

Yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerine geçişteki en büyük engellerden biri olan davranışsal faktörlerin (alışkanlıklar, algılar, beklentiler) incelenebilir. Nitel ve nicel araştırmalarla tedarik zinciri aktörlerinin bu sistemlere yaklaşımları analiz edilebilir.

Ambalajların takibi için kullanılan RFID, IoT veya blokzincir gibi teknolojilerin sisteme entegrasyonu üzerine uygulamalı çalışmalar yapılabilir. Dijital çözümlerin geri dönüş oranı, sistem verimliliği ve kayıp oranları üzerindeki etkisi araştırılabilir.

Yeniden kullanılabilir ambalaj sistemlerinin değişen ekonomik koşullar, hammadde fiyatları veya karbon vergisi gibi faktörler altındaki performanslarının senaryolarla analiz edilebilir ve son olarak da politik etki ve regölasyon analizleri de yapılabilir.



KAYNAKÇA

- Akabane, G. K., Bussola, F. J., Galhardi, A. C., Pozo, H., ve 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>
- Akben, İ. ve Güngör, A. (2018). Tedarik zinciri ve yalın tedarik zinciri. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(7), 171-179.
- Akcanlı, F. (2010). *Çevre muhasebesi açısından kâğıt ambalajı geri dönüştüren işletmelerin faaliyetlerinin muhasebeleştirilmesi ve fayda-maliyet analizi Ankaş Atık Kağıt İmalat San. ve Tic. AŞ'de uygulama* (Doktora tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi
- Akdoğan, M. (2002). İnternet ortamında dağıtım kanalı yönetimi. *Öneri Dergisi*, 5(17), 157-162.
- Akıncıtürk, M. (2015). *Sürdürülebilirlik ve ekoloji açısından sertifikalı konutların analizi: İstanbul örneği* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- 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.
- Ambrose, G. ve Harris, P. (2012). *Grafik tasarımın temelleri*. (M. Emir Uslu, Çev.), İnkılap Kitabevi Baskı Tesisleri.
- Aracı, H. ve Yüksel, F. (2016). Sürdürülebilirlik performansının ölçülmesi: BİST sürdürülebilirlik endeksindeki işletmelerin sürdürülebilir katma değerinin hesaplanması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(12), 786-801.
- Armenise, S., Syieluing, W., Ramírez-Velásquez, J. M., Launay, F., Wuebben, D., Ngadi, N. ve Muñoz, M. (2021). Plastic waste recycling via pyrolysis: A bibliometric survey and literature review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2021.105265>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2017). *Ashare handbook - fundamentals*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2019). *Ashare handbook: HVAC applications (SI ed.)*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Asim, Z., Shamsi, I.R.A., Wahaj, M., Raza, A., Abul Hasan, S., Siddiqui, S.A., Aladresi, A., Sorooshian, S., ve 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>

- Aşıkoğlu, R. (1995), *Yatırım ve proje değerlendirme*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Awbi, H. B. (2003). *Ventilation of buildings*. Routledge.
- Aynur, T. N., Hwang, Y. ve Radermacher, R. (2008). Simulation evaluation of the ventilation box components in VAV systems. *HVAC and R Research*, 14(5), 681-703.
- Baetens, R., Jelle, B. P. ve Gustavsén, A. (2011). Aerogel insulation for building applications: A state-of-the-art review. *Energy and Buildings*, 43(4), 761-769. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.12.012>
- Başdil Güneş, S. (2017). *Türkiye’de leed ve breeam yeşil bina sertifikasına sahip binaların analizi* (Yüksek lisans tezi). Haliç Üniversitesi.
- Bayraktar, E., Demirbag, M., Koh, S.L., Tatoglu, E. ve Zaim, H. (2009). A causal analysis of the impact of information systems and supply chain management practices on operational performance: Evidence from manufacturing SMES in Turkey. *International Journal of Production Economics*, 122, (1), 133-149. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.05.011>
- Bayraktaroğlu, B. (2014). *Sürdürülebilir bina sertifika sistemlerinin ölçülerinin belirlenmesinde sürdürülebilirliğin sosyal boyutunun etkisi: Türkiye için öneriler* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bayraktar, F. (2004). *Kâğıda dayalı ambalaj malzemeleri sektör araştırması*, Sa-04-7-22, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Ankara. <https://www.yumpu.com/tr/document/read/37107057/kagda-dayal-ambalaj-malzemeleri-sektor-arastirmas-turkiye->
- Becer, E. (1997). *İletişim ve grafik tasarım* (1. Baskı). Dost Kitapevi.
- Becer, E. (2014). *Ambalaj tasarımı* (1. Baskı). Dost Kitapevi.
- Bekçi, H. ve Beltan, N. (2005, 8-11 Aralık). *Cam ambalajda tasarım ve dekorlama*. [sözlü sunum]. IV. uluslararası ambalaj kongresi ve sergisi, Cilt 2, İzmir, S.630.
- Berry, D., Towill, D.R. ve Wadsley, N. (1994), Supply Chain Management in the electronics products industry. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24, (10), 20-32. <https://doi.org/10.1108/09600039410074773>
- Bhattacharya, S. (1997). *A comparative study of different methods of predicting time series* (Yüksek lisans tezi). Concordia University, Canada.
- Bilgili, M. Y. (2017). Ekonomik, ekolojik ve sosyal boyutlarıyla sürdürülebilir kalkınma. *Journal of International Social Research*, 10(49). <https://doi.org/10.17719/jisr.2017.1608>
- Bouzon, M., Govindan, K. ve 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>
- Boz, E. (1992). *Kâğıt-karton ambalajın yeri ve önemi* (Yüksek lisans tezi), Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Brouwer, M. T., van Velzen, E. U. T., Augustinus, A., Soethoudt, H., De Meester, S. ve Ragaert, K. (2018). Predictive model for the Dutch post-consumer plastic packaging recycling system and implications for the circular economy. *Waste management*, 71, 62-85. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.034>
- Bürge, Z. E. (2020). Grafik tasarımda minimalizm akımının çikolata ambalajları üzerinden analizi. *Pearson Journal of Social Sciences and Humanities*, 6(277). <http://dx.doi.org/10.46872/pj.77>
- Casarejos, F., Bastos, C. R., Rufin, C. ve Frota, M. N. (2018). Rethinking packaging production and consumption vis-à-vis circular economy: A case study of compostable cassava starch-based material. *Journal of Cleaner Production*, 201(1019-1028). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.114>
- Chopra, S. ve Meindl, P. (2007), *Supply chain management: Strategy, planning and operation* (6. Baskı), Pearson.
- Christopher, M. (1997). The agile supply chain competing in volatile markets, *Industrial Marketing Management*, 29, 37-44. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(99\)00110-8](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(99)00110-8)
- Circular Economy for Flexible Packaging, (2020). *Designing for a circular economy, recyclability of polyolefin-based flexible packaging*, (1.Baskı). https://swissrecycle.ch/fileadmin/user_upload/pdfs/Firmen/Drehscheibe_KLW/CE_FLEX-D4ACE-Phase-1-Guidelines-Technical-report-SPREAD-VIEW-low-res-June-2020.pdf adresinden 15 Mart 2025 tarihinde alınmıştır.
- Cooper, C., Lambert D.M. ve Pagh, J.D. (1997), Supply chain management: More than a new game for logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8, (1), 1-14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Cor, E. ve Zwolinski, P. (2015). A protocol to address user behavior in the eco-design of consumer products. *Journal of Mechanical Design*, 137(7). <https://doi.org/10.1115/1.4030048>
- Cox, A. (1996, Mart). Relational competence and strategic procurement management: towards an entrepreneurial and contractual theory of the firm. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 2(1). [https://doi.org/10.1016/0969-7012\(95\)00019-4](https://doi.org/10.1016/0969-7012(95)00019-4)
- Çeken, B., Ersan, M. ve Ağca, Ç. (2018). Ambalaj tasarımında işlevsellik ve silindirik formundaki gıda ambalajları için bir sistem önerisi. *Ulakbilge*, 6(1126). <https://doi.org/10.7816/ulakbilge-06-28-01>
- Çelik, E. (2020). Sürdürülebilir ambalaj tasarımı. *Markut Dergisi*.

- Çengel, Y. A. (2007). *Heat and mass transfer: A practical approach* (3. Baskı). McGraw-Hill Yayınları.
- Çengel, Y. A. ve Boles, M. A. (2015). *Thermodynamics: An engineering approach* (8. Baskı). McGraw-Hill Yayınları.
- Çengel, Y. A. ve Ghajar, A. J. (2015). *Isı ve kütle transferi: Prensipler ve uygulamalar*. McGraw Hill Education.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021). *Ambalaj atıklarının kontrolü yönetmeliği*. Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/06/20210626-18.htm> adresinden 6 Şubat 2025 tarihinde erişilmiştir.
- Dabak, C. (2009). *Türkiye’de ambalaj atıklarının kontrolü ve Avrupa Birliğine uyum* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Dahlbo, H., Poliakova, V., Mylläri, V., Sahimaa, O. ve Anderson, R. (2018). Recycling potential of post-consumer plastic packaging waste in Finland. *Waste management*, 71, 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.033>
- Daikin Global., (2024). *Environmental vision 2050*. <https://www.daikin.com/about/environment/vision2050>, Adresinden 16 Mart 2025 tarihinde alınmıştır.
- Daikin Türkiye, (2024). *Hakkımızda*. <https://www.daikin.com.tr/kurumsal/hakkimizda>, adresinden 16 Mart 2025 tarihinde alınmıştır.
- Daikin Global., (2024). *History of Daikin*. <https://www.daikin.com/about/corporate/history>, adresinden 16 Mart 2025 tarihinde alınmıştır.
- Darlıyerli, İ. (2020). *Sürdürülebilir restoran tasarımı* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Dat, L. Q., Linh, D. T. T., Chou, S. Y. ve Vincent, F. Y. (2012). Optimizing reverse logistic costs for recycling end-of-life electrical and electronic products. *Expert Systems with Applications*, 39(7), 6380-6387. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.12.031>
- De Koeijer, B., Wever, R. ve 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>
- De Ron, A. J. (1998). Sustainable production: the ultimate result of a continuous improvement. *International Journal of Production Economics*, 56, 99-110. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00005-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00005-X)
- Demetrious, A. ve Crossin, E. (2019). Life cycle assessment of paper and plastic packaging waste in landfill, incineration, and gasification-pyrolysis. *Journal of*

Material Cycles and Waste Management, 21, 850-860.
<https://doi.org/10.1007/s10163-019-00842-4>

- Demircioğlu, İ. (2003). *Ambalaj sektör profili*. İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi.
https://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik_Dosya_Ekleri/FKA_ARASTIRMA_RAPORLARI/AMBALAJ%20SEKT%C3%96R%C3%9C%20VE%20TRB1.pdf
- Dilkes-Hoffman, L. S., Pratt, S., Laycock, B., Ashworth, P. ve Lant, P. A. (2019). Public attitudes towards plastics. *Resources, Conservation and Recycling*, 147, 227-235.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.005>
- Doğan, H. (2018). *Uygulamalı havalandırma ve iklimlendirme esasları*. Seçkin Yayıncılık.
- Doğan, H. (2021). *Uygulamalı havalandırma ve iklimlendirme tekniği*. Seçkin Yayıncılık.
- Dünya Gazetesi. (2022). *Daikin Türkiye, üretim kapasitesini iki katına çıkarıyor*.
<https://www.dunya.com>, adresinden 15 Mart 2025 tarihinde alınmıştır.
- Ellram, L.M. (1991), Supply-chain management: The industrial organisation perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 21, (1), 13-22. <https://doi.org/10.1108/09600039110137082>
- Eraslan, İ. H., Karataş, A. ve Kaya, H. (2007). Türk plastik sektörünün rekabetçilik analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(11), 203-219.
- Erdal, G. (2009). *Etkili ambalaj tasarımı* (1. Baskı). Dora Yayınları.
- Erdede, S. B., Erdede, B. ve Bektaş, S. (2014). *Sürdürülebilir yeşil binalar ve sertifika sistemlerinin değerlendirilmesi*. 5. uzaktan algılama- CBS sempozyumu, İstanbul Türkiye.
- Ertem, M. E. (2020). *İç mekan tasarımında sürdürülebilirlik: Sürdürülebilir yapı analiz örneği* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Işık Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Fahzy, A. R. (2014). *Reduce, reuse, recycle: Alternatives for waste management*. New Mexico State University Collage of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences. https://pubs.nmsu.edu/_g/G314.pdf
- Fleckenstein, T. ve Pihlstroem E. (2015), *Returnable packaging in the automotive supply chain: From a supplier's perspective* (Yüksek lisans tezi). Jönköping University.
- Flexible Packaging Association, (2023), *Leading the way in innovation advantages of flexible packaging*. <https://share.google/XaSzIOWAMaalunH7a>. Adresinden 6 Şubat 2025 tarihinde alınmıştır.
- Form Şirketler Grubu. (2015). *Duayenlerin tanıklığında Türkiye klima sektörü*. Form Yönetim Destek ve Yatırım A.Ş.

- Garetti, M. ve Taisch, M. (2012). Sustainable manufacturing: trends and research challenges. *Production planning and control*, 23(2-3), 83-104. <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.591619>
- Geçimli, M. ve Yamaçlı, R. (2018) Konut mekanlarının tasarımında yaşam döngüsü ve ekolojik sürdürülebilirlik. *Akdeniz Sanat Dergisi*, 12(22), 25-37.
- Gedik, Y. (2020). Sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarla sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 3(3), 196-215.
- Grafikerler Meslek Kuruluşu (GMK). (2002). Tasarım ekolojisi. *Dedi Ki* 3, 2-3.
- Gündoğan, A. C., Aydın, C. İ., Turhan, E. ve Berke, M. Ö. (2017). *100 Maddede sürdürülebilirlik rehberi*. Uniprint Basım Sanayi ve Ticaret A.Ş.
- Güner, H. M., Çemberci M. ve Civelek M.E. (2018). The effect of supply chain agility on firm performance. *Journal of International Trade, Logistics and Law*. 4(2), 25-34.
- Güney, M. Ş. (2010). *Klima tekniği*. Ankara: Nobel yayıncılık.
- Güngör, A. ve Gupta, S. M. (1999). Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: A survey. *Computers and Industrial Engineering*, 36(4), 811-853. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(99\)00167-9](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(99)00167-9)
- Halme, J. (2020). *From politics to legislation: Efficiency and implementation of SUP directive 2019/904/EU* (Yüksek lisans tezi). University Of Eastern Finland
- Han, J. W., Ruiz-Garcia, L., Qian, J. P. ve 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>
- Hanay, Ö. ve Koçer, N. (2006). Elazığ kenti katı atıkları geri kazanım potansiyelinin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4), 507-511.
- Herold, K. E., Rademacher, R. ve Klein, S. A. (1996). *Absorption chillers and heat pumps*. CRC Press.
- Hitt, C., Douglas, J. ve 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>
- Horodytska, O., Valdés, F. J. ve Fullana, A. (2018). Plastic flexible films waste management—a state of art review. *Waste management*, 77, 413-425. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.023>
- Hyndman, R. J. ve Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and practice*. Monash University, Australia. OTexts.

- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L. ve Lavine, A. S. (2007). *Fundamentals of heat and mass transfer* (6. Baskı.). John Wiley and Sons.
- Invest in Türkiye. (2012). *Daikin, Türkiye pazarına Airfel'i satın alarak giriş yaptı.* <https://www.invest.gov.tr> adresinden 15 Mart 2025 tarihinde erişilmiştir.
- İklimlendirme Sanayi İhracatçıları Birliği. (2024). *İS iklimlendirme sektörünün ilk yarı karnesini açıkladı.* <https://isib.org.tr/2024/08/01/isib-iklimlendirme-sektorunun-ilk-yari-karnesini-acikladi> tarihinden 5 Şubat 2025 tarihinde erişilmiştir.
- İklimlendirme Soğutma Klima İmalatçıları Derneği. (2016). *İSKİD Türkiye klima soğutma istatistikleri.* <https://www.iskid.org.tr/> tarihinden 5 Şubat 2025 tarihinde erişilmiştir.
- İlisu, T. İ. (2019). Bir meslek olarak ambalaj tasarımı. *Sanat ve Tasarım Dergisi (STD)*, 199.
- İlter, E. (2001), *Yatırım projelerinin hazırlanması, değerlendirilmesi ve izlenmesi*, 2(313), Bolu.
- İstanbul Sanayi Odası, (2010). *Makina imalat sanayi sektörü.* <https://www.iso.org.tr/projeler/arastirmalar/sektorel-arastirmalar/sektor-raporlari/> adresinden 15 Mart 2025 tarihinde alınmıştır.
- İzgi, F. (2023). *Türkiye’de iklimlendirme sektörünün dış ticaret ve uluslararası rekabet gücü bağlamında değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi
- Jayashankar, S.M., Smith, S.F. ve Sadeh, N.M. (1998), Modeling supply chain dynamics: A multiagent approach, *A Journal of the Decision Sciences Institute*, 29, (3), 607-632.
- Kağnıcıoğlu, C. H. (2007). *Tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Kaptan, S. (2019). *Grafik tasarım eğitiminde sürdürülebilir ambalaj*. [sözlü sunum]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Uluslararası 100. Yıl Eğitim Sempozyumu, 126-127.
- Karakaya, T. (2024). *Uluslararasılaşma stratejilerinde kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi: İklimlendirme sektöründe uygulama* (Doktora tezi). İstinye Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Karamangil, N. P. (2008). *Türkiye’de ambalaj atıklarının karakterizasyonu geri kazanımı ve bertarafı* (Yüksek lisans tezi). Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keskin, B., Altay, B. N., Kurt, A. ve 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>
- Keskin, B. ve Koçoğlu, Ş. (2022). Ambalaj sektörünün sürdürülebilirliği ve petrol bazlı plastik: Plastik ambalaj sektörünün petrole olan bağımlılığının analizi. *Avrupa*

- Khudhair, A. M. ve Farid, M. M. (2004). A review on energy conservation in building applications with thermal storage by latent heat using phase change materials. *Energy Conversion and Management*, 45(2), 263-275. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(03\)00131-6](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(03)00131-6)
- Kocaman, C. (2014). *Ambalaj atıklarının geri kazanımı ve Bursa örneği* (Yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kopczak, L. R. (1997). Logistics partnerships and supply chain restructuring: Survey results from the US computer industry. *Production and Operations Management*, 6(3), 226-247. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.1997.tb00428.x>
- Kreider, J. F., Curtiss, P. S. ve Rabl, A. (2010). *Heating and cooling of buildings: Design for efficiency*. CRC Press.
- Kroon, L. ve Vrijens, G. (1995). Returnable containers: An example of reverse logistics. *International journal of physical distribution and logistics management*, 25(2), 56-68. <https://doi.org/10.1108/09600039510083934>
- Küçük, O. (2014). *Stok yönetimi*. Seçkin Yayıncılık.
- Lase, I. S., Bashirgonbadi, A., van Rhijn, F., Dewulf, J., Ragaert, K., Delva, L. ve De Meester, S. (2022). Material flow analysis and recycling performance of an improved mechanical recycling process for post-consumer flexible plastics. *Waste Management*, 153, 249-263. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.002>
- Leahu-Aluas, S. (2010). Sustainable manufacturing an overview for manufacturing engineers. Sustainable manufacturing consulting. *Sustainable Manufacturing Consulting*.
- Lee, H. L. ve Billington, C. (1992). Managing supply chain inventory: Pitfalls and opportunities. *Sloan management review*, 33(3), 65-73.
- Leissner, S. ve Ryan-Fogarty, Y. (2019). Challenges and opportunities for reduction of single use plastics in healthcare: A case study of single use infant formula bottles in two Irish maternity hospitals. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104462. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104462>
- Lenny Koh, S.C., Demirbag, M., Bayraktar, E., Tatoglu, E. ve Zaim, S., (2007), The impact of supply chain management practices on performance of SMEs, *Industrial Management and Data Systems*, 107, (1), 103-124. <https://doi.org/10.1108/02635570710719089>
- Leslie, C. M., Strand, A. I., Ross, E. A., Ramos, G. T., Bridge, E. S., Chilson, P. B. ve Anderson, C. E. (2021). Shifting the balance among the ‘three rs of sustainability: What motivates reducing and reusing?’. *MDPI Journals*, 13, 1-4. <https://doi.org/10.3390/su131810093>

- Levenhagen, J. I. ve Spethmann, D. H. (1993). *HVAC control system design diagrams*. McGraw-Hill Yayınları.
- Lıftın, K. T. (2017). *Eko köyler*. İstanbul: Alfa Yayıncılık.
- Liddament, M. W. (1996). *A guide to energy efficient ventilation*. Air Infiltration and Ventilation Centre. https://www.aivc.org/sites/default/files/members_area/medias/pdf/Guides/GU03%20GUIDE%20TO%20ENERGY%20EFFICIENT%20VENTILATION.pdf
- Maekawa, Z. ve Lord, P. (1994). *Environmental and architectural acoustics* (2.Baskı). Taylor and Francis Yayınları.
- Magnier, L. ve Cri , D. (2015). Communicating packaging eco-friendliness: An exploration of consumers' perceptions of eco-designed packaging. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 43(4/5), 350-366. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-04-2014-0048>
- Magnier, L. ve Schoormans, J. (2017). How do packaging material, colour and environmental claim influence package, brand and product evaluations?. *Packaging Technology and Science*, 30(11), 735-751. <https://doi.org/10.1002/pts.2318>
- Mercin, L. ve Armut i, E. (2018).  r n ve ambalaj tasarımı üzerindeki görsellerin irdelenmesi [sözlü sunum]. 6. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu.
- Meydan Y.A (2007). *Talep tahmin yöntemleri ve orta ölçekli bir işletmede uygulanması* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Meyers, H. M. ve Lubnier, M. J. (2003). *Başarılı ambalaj başarılı pazarlama* (1. Baskı). Rota Yayınları.
- Mohebbi, B. (2014). The art of packaging: An investigation into the role of color in packaging, marketing and branding. *International Journal of Organizational Leadership*, 3, 97. <https://doi.org/10.33844/ijol.2014.60248>
- Molina-Besch, K., Wikström, F. ve 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>
- Monczka, R.M. ve Morgan, J. (1997), What's wrong with supply chain management? *Purchasing*, 122(1), 69-73.
- Monks, J. G. (1987). *Operations management*. McGraw-Hill Yayınları
- Moran, M. J. ve Shapiro, H. N. (2006). *Fundamentals of engineering thermodynamics* (5. Baskı). John Wiley and Sons Yayınları.
- Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D. ve Bailey, M. B. (2018). *Principles of engineering thermodynamics* (8. Baskı). John Wiley and Sons Yayınları.

- Na, B., Sim, M. K. ve Lee, W. J. (2019), An optimal purchase decision of reusable packaging in the automotive industry, *Sustainability Journal* 11(23),65-79. <https://doi.org/10.3390/su11236579>
- Niaounakis, M. (2019). *Recycling of flexible plastic packaging*, William Adler.
- Nindyati, A. D. (2014). *Green behavior (reuse, reduce, recycle- 3r) at home and at workplace* [sözlü sunum]. The 5th International Asian Association of Indigenous and Cultural Psychology, Surakarta, Indonesia.
- Oduncu, S. (2020). *Grafik tasarımın sürdürülebilirlik içerisindeki rolü ve bioposter tasarımı* (Sanatta Yeterlilik Tezi), Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Osmançelebioğlu, D. (2015). *Sürdürülebilir mimari ve sertifikalı yeşil binalar* (Yüksek lisans tezi). Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özdemir, A. ve Özdemir, A. (2006). Talep tahminlemede kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması: Seramik ürün grubu firma uygulaması. *Ege Academic Review*, 6(2), 105-114.
- Özek, E. U. (2016). *Ambalajlama sektörü, TRB1*, Fırat Kalkınma Ajansı. https://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik_Dosya_Ekleri/FKA_ARASTIRMA_RAPORLARI/AMBALAJ%20SEKT%C3%96R%C3%9C%20VE%20TRB1.pdf
- Özesen, E. (2009). *Yeşil tedarik zinciri yönetimi ve ambalaj sanayiinde bir uygulama* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Öztürk, D. (2016). Tedarik zinciri yönetimi süreçlerini etkileyen faktörler. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 6 (1), 17-24.
- Palabıyık, H. ve Altunbaş D. (2004). Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi. Uğur Yıldırım ve Mehmet C. Marin. (Ed.), *Çevre sorunlarına çağdaş yaklaşımlar*. Beta Basım Yayım. İstanbul.
- Palmqvist, C. ve Karlsson, O. (2022), *Implementation and sustainability of returnable packaging in the global manufacturing industry a case study at Volvo trucks* (Yüksek lisans tezi). Uppsala University.
- Pandiyarajan, V., Neelakantan, T. R., Sridharan, S. A. ve Ramrao, N. (2022). Three r concept in waste management for sustainable environment. *Journal of Sustainability Perspectives* (2), 255-262. <https://doi.org/10.14710/jsp.2022.15520>
- Papadopoulos, A. M. (2005). State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments. *Energy and Buildings*, 37(1), 77-86. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.05.006>
- Papadopoulos, A. M. ve Giama, E. (2007). Environmental performance evaluation of thermal insulation materials and its impact on the building. *Building and Environment*, 42(5), 2178-2187. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.04.012>

- Partlak, M. (2013) *Afyonkarahisar ili ambalaj atıkları yönetiminin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Pauer, E., Tacker, M., Gabriel, V. ve Krauter, V. (2020). Sustainability of flexible multilayer packaging: Environmental impacts and recyclability of packaging for bacon in block. *Cleaner Environmental Systems*, 1,100001. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2020.100001>
- Pektaş, H. (1993). Ambalaj tasarımının önemi. *Standart, Ekonomik ve Teknik Dergisi*, 376, 24-25.
- Pirages, D. (1994). Sustainability as an evolving process. *Futures*, 26(2), 197-205. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(94\)90109-0](https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90109-0)
- Punch, K. F. (2011). *Sosyal araştırmalara giriş: Nicel ve nitel yaklaşımlar*. (2 baskı). Ankara: Siyasal Kitabevi
- Rashid, M. A. A., Othman, M. N. A., Rashid, S. S. ve 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(1), 281-285.
- Render, B., Stair, R. M. ve Hanna M.E. (2000). *Quantitative analysis for management*. (7. Baskı). PrenticeHall Inc.
- Reusable Packaging Association. (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> adresinden 6 Şubat 2025 tarihinde alınmıştır.
- Ross, D.F. (1998), *Competing through supply chain management: Creating market winning strategies through supply chain partnerships*. Springer New York.
- Sağlam, U. (2008). *Tedarik zinciri yönetiminde satış dağıtım fonksiyonunun performansının tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisinin incelenmesi* (Doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Sakarya, S. ve Canlı, Ş. (2011). *Kağıt-karton sektör raporu*. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri. https://www.omko.org.tr/uploads/sektor-raporlari/OAIB_KAGIT_KARTON_SektorRaporu2014-duzeltmeler.pdf.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2023). *Sakarya il sanayi durum raporu*. <https://www.sanayi.gov.tr>, Adresinden 05 Mart 2025 tarihinde erişilmiştir.
- Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 11(4), 397-409. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00062-8)

- Satterthwaite, D. (1997). Sustainable cities or cities that contribute to sustainable development? *Urban Studies*, 34(10), 1667–1691. <https://doi.org/10.1080/00420989753>
- Schneeweiss, C. (2003), Distributed decision making in supply chain management, *International Journal of Production Economics*, 1, (84), 71. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(02\)00381-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(02)00381-X)
- Scott, C. ve Westbrook, R. (1991), New strategic tools for supply chain management, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 21(1), 23–33. <https://doi.org/10.1108/09600039110002225>
- Sevencan, F. ve Vaizoğlu, S. A. (2007). Pet ve geri dönüşümü. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(4), 307-312.
- Sever, Z. (2018). *Bir alışveriş merkezi ısıtma ve soğutma sistemlerinin enerji ve ekserji analizi* (Yüksek lisans tezi). Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Skerlic, S. ve Muha, R. (2020), A model for managing packaging in the product life cycle in the automotive industry. *Sustainability, University of Ljubljana* 12(22), <https://doi.org/10.3390/su12229431>
- Soroka, S. N. ve Wlezien, C. (2008). On the limits to inequality in representation. *Ps: Political science and politics*. 41(2)319-327. <https://doi.org/10.1017/S1049096508080505>
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage Yayıncılık.
- Stanford III, H. W. ve Spach, A. F. (2019). *Analysis and design of heating, ventilating, and air-conditioning systems*. Boca Raton : CRC Press, Taylor and Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9780429469473>
- Şehamet Bülbül, (1994), Zaman serilerinde üstel düzeltme modelleri ve bir uygulama. *Öneri Dergisi*, 1(1). <https://doi.org/10.14783/maruoneri.698506>
- Şengül, Ü. (2010). Atıkların geri dönüşümü ve tersine lojistik. *Paradoks ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 6(1), 73-86.
- Taner, K. (2005). *Klima*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Tarlakazan, B. E. ve Canbolat, C. (2020). Ürünlerde yapılan ambalaj değişikliği ve bu ambalajları üniversite öğrencilerinin satın alma tercihleri; Kastamonu Üniversitesi örneği. *Anadolu Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 10, 141. <https://doi.org/10.20488/sanattasarim.830770>
- Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J. ve Van Wassenhove, L. N. (1995). Strategic issues in product recovery management. *California Management Review*, 37(2), 114–135. <https://doi.org/10.2307/41165792>
- Tümenbatur, A. (2022). Sürdürülebilir gıda sistemleri kapsamında soğuk zincir lojistiğinin değerlendirilmesi. *Five Zero*, 2(1), 35-47. <https://doi.org/10.54486/fivezero.2022.14>

- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, (2018). *Türkiye iklimlendirme sanayi sektör raporu 2018*.
https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2018/Tobb_iklimlendirme%20%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fmalar%C4%B1_bask%C4%B1.pdf adresinden 5 Mart 2025 tarihinde erişilmiştir.
- United Nations Environment Programme, (2010). *Abc of scp clarifying concepts on sustainable consumption and production*. United Nations Environment Programme.
https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/945ABC_ENGLISH.pdf
- Ünsal, B. ve Gövdedere, B. (2022). İşletmelerde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında sürdürülebilir ambalaj kullanımının önemi. *Uygulamalı Sosyal Bilimler ve Güzel Sanatlar Dergisi*, 5(11),1-15.
- Varun, Sharma, A. ve Nautiyal, H. (2016). Environmental impacts of packaging materials. *Environmental Footprints of Packaging*. Springer
- Veleva, V. ve 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. <https://doi.org/10.2190/XQK7-UB3W-3AQE-G4N0>
- Vér, I. L. ve Beranek, L. L. (2005). *Noise and vibration control engineering: Principles and applications*. John Wiley and Sons.
- Verghese, K., Lewis, H., Lockrey, S. ve Williams, H. (2015). Packaging's role in minimizing food loss and waste across the supply chain. *Packaging Technology And Science*. 28(7), 603-620. <https://doi.org/10.1002/pts.2127>
- Vita, G. E. D., Visconti, C., Ganbat, G. ve Rigillo, M. (2023). A collaborative approach for triggering environmental awareness: The 3rs for sustainable use of natural resources in ulaanbaatar (3R4UB). *MDPI Journals*. 5(18), 1-24. <https://doi.org/10.3390/su151813846>
- Vitruvius. (2009). *On architecture* (R. Fenwick ve L. Granger, Çev.). Penguin Classics.
- Wadhwa, S., Madaan, J. ve Chan, F. T. S. (2009). Flexible decision modeling of reverse logistics system: A value adding MCDM approach for alternative selection. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25(2), 460-469. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2008.01.006>
- Walker, T. R., McGuinty, E., Charlebois, S. ve Music, J. (2021). Single-use plastic packaging in the Canadian food industry: Consumer behavior and perceptions. *Humanities and Social Sciences Communications*. 8(1), 80-91. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00747-4>
- Wiel, A. V. D., Bossink, B. ve Masurel, E. (2012). Reverse logistics for waste reduction in cradle-to-cradle-oriented firms: Waste management strategies in the Dutch

- metal industry. *International Journal of Technology Management*. 60(1), 96-113.
<https://doi.org/10.1504/IJTM.2012.049108>
- Wyrwa, J. ve Barska, A. (2017). Packaging as a source of information about food products. 7th international conference on engineering, *Project and Production Management*. 182(1), 770-779. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.199>
- Yamankaradeniz, R., Horuz, İ., Coşkun, S., Kaynaklı, Ö. ve Yamankaradeniz, N. (2012). *İklimlendirme esasları ve uygulamaları*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Yılmaz, M.B., ve Çilengiroğlu, Ö.V. (2022), Talep tahminleme değişkenlerinin üssel düzeltme yöntemi ile belirlenmesi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences*, 9(22), 92-103.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6948405>
- Yılmaz, Z. (1993), *Yatırım projeleri analizi ve yönetimi*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Yayınları.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods*. (6. Baskı.). SAGE Publications.
- Zhu, Z., Liu, W., Ye, S. ve Batista, L. (2022). Packaging design for the circular economy: A systematic review. *Sustainable production and consumption*, 32(1), 817-832.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.06.005>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Muhammed Murad Serbest

ÖĞRENİM DURUMU

Öğrenim Derecesi	Öğrenim Yeri	Öğrenim Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / İşletme Enstitüsü / Üretim Yönetimi ve Pazarlama	Devam Ediyor
Lisans	Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği	2014-2017
Lisans	Anadolu Üniversitesi / İşletme Fakültesi / İşletme Yönetimi	2010-2014
Ön Lisans	Sakarya Üniversitesi / Hendek Meslek Yüksek Okulu / Endüstriyel Elektronik	2008-2010
Lise	Sakarya Fatih Endüstri Meslek Lisesi	2007

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2020-Devam Ediyor	Daikin Isıtma ve Soğutma a.ş.	Üretim Kontrol Şefi
2017-2020	İzRek Automotive Labels	Satınalma Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce

ESERLER

Serbest, M. M. ve Ungan, M. C. (2025). Yeniden kullanılabilir ambalajların sürdürülebilirlik etkisi: iklimlendirme sektöründe bir uygulama. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 48-69. <https://doi.org/10.47542/sauied.1685088>