

Article Arrival Date
20.04.2024Article Type
Research ArticleArticle Published Date
20.06.2024**GERİ DÖNÜŞÜM İLE YÜKSEK KALİTELİ PLASTİĞİN ÜRETİMİNİ İÇEREN
ENTEĞRE İŞ MODELİ: SÖNMEZ GLOBAL PLASTİK İŞLETMESİ ÜZERİNE
NİTEL BİR ARAŞTIRMA**AN INTEGRATED BUSINESS MODEL INVOLVING HIGH-QUALITY PLASTIC
PRODUCTION WITH RECYCLING: A QUALITATIVE STUDY ON SÖNMEZ GLOBAL
PLASTIC COMPANY***Dr. Öğr. Üyesi, Tuba DEMİREL¹**Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi,
Gaziantep, Türkiye, ORCID: 0000-0002-5760-3705,**Dr. Öğr. Üyesi, Saltuk AĞIRALIOĞLU²**Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Hasan
Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep, Türkiye, ORCID: 0000-0001-7913-7090,**Elif Irmak ALGIN³**Lisans 1. Sınıf Öğrencisi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Hasan
Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep, Türkiye, ORCID: 0009-0007-7877-470X,**Sena MUTLU⁴**Lisans 1. Sınıf Öğrencisi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Hasan
Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep, Türkiye, ORCID: 0009-0000-5696-718X,

85

*Sorumlu yazar: Tuba DEMİREL

ÖZET

Türkiye'de, dünya genelinde olduğu gibi plastik atıkların çevreye salınması yerine dönüştürülerek tekrar kullanılması için projeler geliştirilmekte ve yasal düzenlemeler uygulanmaktadır. Literatürde "sürdürülebilir iş modeli" kavramlarının incelenmediği görülmüştür. Sektörde sürdürülebilir rekabet üstünlüğü elde etmek, sektörün ve ülke ekonomisinin sağlığı için büyük öneme sahiptir. *Bu araştırma makalesinde*, Plastik endüstrisinde, yerel ve ulusal pazarlarda rekabet avantajı elde ederek sürdürülebilir bir iş modeli geliştirmek istenmiştir. Gaziantep yöresindeki geri dönüşüm ve plastik geri kazanımı uygulamalarına bir örnek olarak Sönmez Plastik işletmesi ele alınmıştır. Araştırma sonuçları, atık plastiklerin geri dönüşümüyle yeni ürünlerin üretilerek çevrenin olumsuz etkilerinin azaltılma öngörüsünü desteklemektedir. İşletme sahiplerinin çevresel faktörlere odaklandığı ve atık plastikleri hammadde olarak kullanarak veya farklı ürünlere dönüştürerek çevreyi koruma çabası içinde oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastik geri dönüşüm, Karbon ayak-izi, Proses akış modeli.**ABSTRACT**

In Turkey and around the world, efforts are underway to create projects and implement legal regulations aimed at converting plastic waste into useful materials instead of allowing it to contaminate the environment. It is observed that the concept of "sustainable business model" is

not examined in the literature. Gaining a sustainable competitive advantage in the sector is crucial for the well-being of both the industry and the national economy. *The aim of this research article* is to develop a sustainable business model by gaining a competitive advantage in local and national markets in the plastic industry. Sönmez Plastik enterprise in Gaziantep region is taken as an example of recycling and plastic recovery practices. The research findings support the anticipation of reducing environmental impacts by producing new products through plastic recycling. Business owners are increasingly focusing on environmental factors and striving to protect the environment by using waste plastics as raw materials or converting them into different products.

Keywords: Plastic recycling, Carbon footprint, Process flow model.

1. GİRİŞ

Plastik, günlük hayatın ve kullanılan tüm ürünlerin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Cep telefonlarından su şişelerine kadar, birçok eşyada plastik kullanılmaktadır. Her plastik parçanın farklı bir şekli bulunmaktadır. Bu kullanım amacına göre tasarlanmaktadır. Plastik ürünlerin üretim süreci hızlıdır ve son teknoloji makinelerle yapılmaktadır. Plastik parçalar, otomotiv, inşaat, sanayi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır ve kusursuz bir şekilde üretilmektedir [1, 2].

Plastik (Polimer), karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve diğer organik veya inorganik elementlerden oluşan monomerler, uzun ve zincirli polimer yapısı plastik olarak anılmaktadır. Plastik terimi, "şekillendirilebilen veya kalıplanabilen" anlamına gelen Yunanca "plastikos" kelimesinden türetilmiştir [3]. Farklı tipte plastikler elde etmek için çeşitli monomerler veya monomer kombinasyonları kullanılır [4].

Plastik, genellikle sentetik olarak üretilen, sert veya esnek, şekillendirilebilir ve dayanıklı bir malzemedir. Plastikler genellikle organik polimerlerden yapılır ve çeşitli kimyasal işlemlerle elde edilirler. Plastikler, birçok farklı endüstride yaygın olarak kullanılır. Ambalaj endüstrisinde, otomotiv sektöründe, elektronikte, tıpta, yapı sektöründe ve daha pek çok alanda örnekleri vardır. *Plastiklerin avantajları şunlardır:*

- **Çeşitlilik:** Plastikler, farklı özelliklere sahip birçok çeşidi bulunur. Bu, onları farklı uygulamalara uygun hale getirir.
- **Dayanıklılık:** Plastikler genellikle dayanıklı ve uzun ömürlüdürler, çürümeye veya korozyona karşı dirençlidirler.
- **Hafiflik:** Birçok plastik türü hafiftir, bu da taşınabilirlik ve işlenebilirlik açısından avantaj sağlar.
- **Şekillendirilebilirlik:** Plastikler, sıvı veya erimiş hallerinde şekillendirilebilirler. Bu, karmaşık şekillerin üretimini kolaylaştırır.

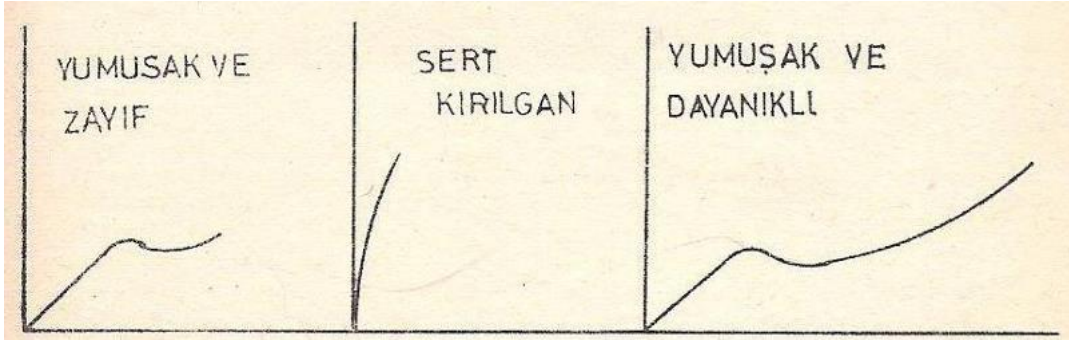
Plastiklerin çevresel etkileri ve atık yönetimi sorunları da bulunmaktadır. Plastik atıkların çevreye zarar vermesi, geri dönüşümün zorluğu ve bazı plastik türlerinin biyolojik olarak parçalanamaması gibi konular, plastik kullanımının eleştirilen yönlerindedir [5-7].

Plastik sektörü, son 10 yılda Türkiye ekonomisi için önem arz etmektedir. 2023'ün ilk 3 ayında, plastik mamul üretimi geçen yıla göre miktar olarak %5.1, değer olarak %15.3 azalarak 2.7 milyon ton ve 9.8 milyar dolar olmuştur. Bu performansa göre, 2023'te üretimin miktar bazında %2.5 artarak 10.8 milyon ton, değer bazında %11.1 düşerek 39.3 milyar dolar olmuştur. İç pazar talebi ise aynı dönemde miktar olarak %4.6 değer olarak %7.7 azalarak 2.2 milyon ton ve 9.8 milyar dolar olmuştur. İlk çeyrek verilerine göre, 2023'te iç talebin miktar olarak %5 artarak 9 milyon ton olmuştur, değer olarak da %2.7 azalarak 39.2 milyar dolar olmuştur [8].

Sürdürülebilir girişimcilğe yönelik Türkiye'deki bankaların son yıllarda finansman desteği

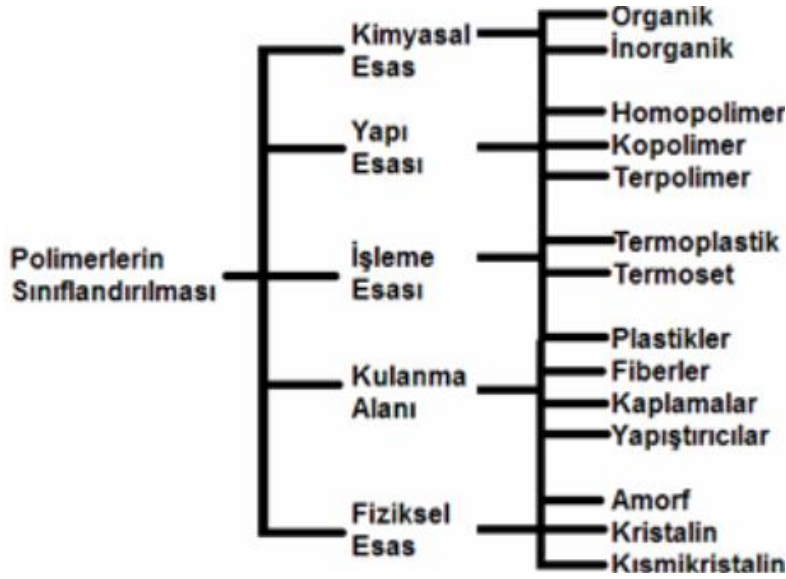
sağladığı bilinmektedir (Türkiye İş Bankası, 2022; Garanti BBVA, 2019). Ancak, Mayıs 2022 itibarıyla plastik geri dönüşüm sektörü için özel kredi bilgisine ulaşamadım. Bu sektörde bankalar, makine-ekipman alımı veya işletme sermayesi ihtiyaçlarına yönelik krediler sunabilir [9].

Plastiklerin hayatımızdaki yeri ise; Dağcılık ekipmanları da plastikten yapılır. Polistiren yalıtımda, PET ve diğer plastikler ise kapların üretiminde kullanılır. Uçak kokpit camları pleksiglastandan imal edilir, kablolar plastikle kaplıdır. Spor ayakkabı tabanları sentetik kauçuktan, market poşetleri polietilenden üretilir. PET polimeri ise şeffaf, koku yapmayan ve dayanıklı olduğu için içecek kaplarında yaygındır. Polistiren ise elektronik eşya ambalajı, yiyecek saklama ve bina yalıtımında kullanılır [10-12]. Polimerin görünüm, sertlik, yoğunluk, mekanik, termal, elektriksel ve kimyasal özelliklerini belirleyen polimer moleküllerinin ağırlığı, yapısı, moleküler bağlar ve fonksiyonel gruplardır. Yumuşak ve zayıf plastikler düşük esneklik noktasına ve orta seviyede kopmada uzamaya sahiptir. Sert ve kırılabilir plastikler yüksek modüldür, esneklik noktası net değildir ve kopmada uzama göstermez. Yumuşak ve dayanıklı plastikler düşük modül, düşük esneklik noktası ve yüksek kopma uzamasına sahiptir. Sert ve dayanıklı plastikler yüksek modül, yüksek esneklik noktası, yüksek kopma uzaması ve yüksek kırılma gerilimi ile tanınır [11].



Şekil 1. Yumuşak ve sert plastiklerin mekanik özellikleri [11]

Polimerlerin farklı kimyasal yapılarına bağlı olarak farklı fiziksel özellikler gösterirler ve bu özelliklere göre sınıflandırılırlar. Polimerler, çeşitli kriterlere göre sınıflandırılır. Plastikler, fiziksel esasa göre amorf, kristal ve yarı kristalin olmak üzere üçe ayrılır. Amorf yapıda molekül zincirleri karışık bir şekilde bulunurken, kristal yapıda molekül zincirleri üç boyutlu bir düzen oluşturur. Kristalin yapının oluşumu, molekül zincirlerinin şekline ve zincirler arasındaki kuvvetlere bağlıdır. Lineer zincirler, kristalin yapı oluşturabilirken, dallanmış zincirler genellikle amorf bir yapı oluşturur. Çapraz bağlı molekül zincirleri ise amorf bir yapı meydana getirir. Kristalin yapı daha rijit ve belirgin özelliklere sahipken, amorf yapı daha esnek ve düşük ergime sıcaklığına sahiptir. Amorf yapılar, kalıp içerisinde kristal yapılar gibi kolay akmazlar (Şekil 2) [12].

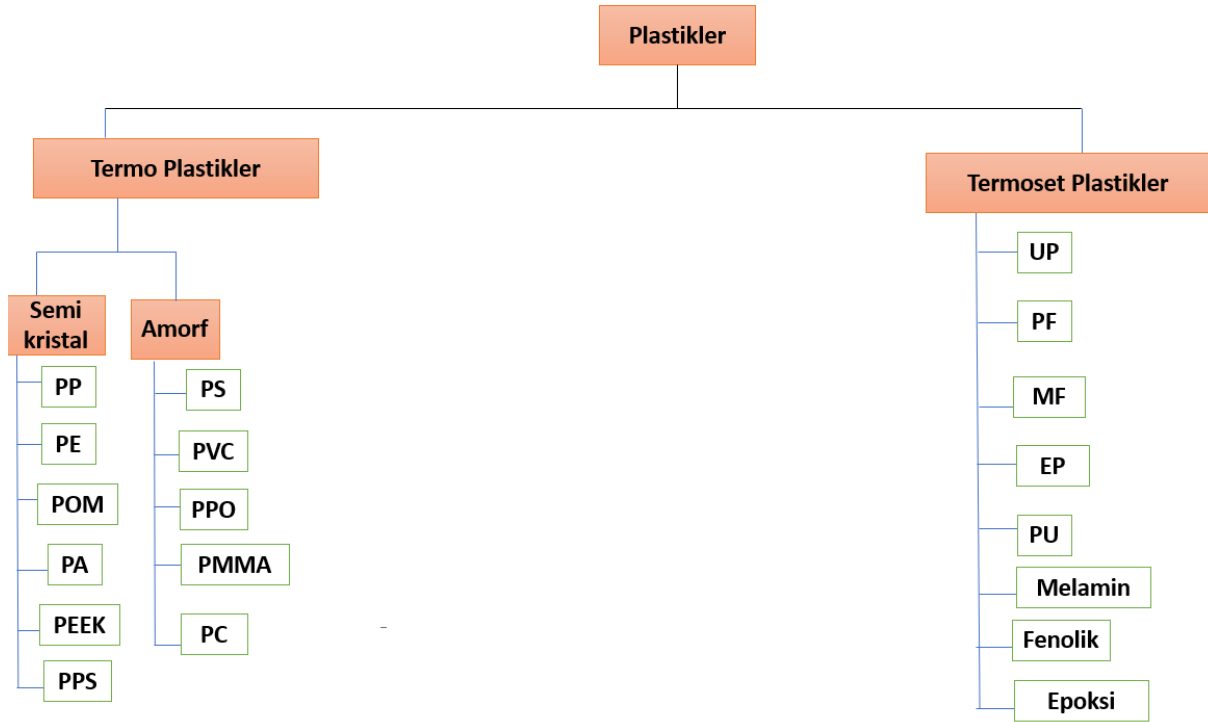


Şekil 2. Plastiklerin (Polimerlerin genel sınıflandırılması) [12]

Polimerlerin sınıflandırılmasında termoplastikler ve termosetler olarak iki temel gruba ayrılmaktadır [11-16]:

Termoset Malzemeler: Termoset malzemeler, ısı ve basınç altında kimyasal olarak kalıcı bir şekilde sertleşen polimerlerdir. Isıl olarak sertleşen bu malzemeler, bir kez şekillendirildikten sonra geri dönüşümsüz bir reaksiyona girerler ve yeniden eritilemezler. Bu malzemeler, yüksek sıcaklık ve kimyasal direnç sağlarlar, bu nedenle genellikle yüksek performanslı uygulamalarda kullanılırlar. Örnekler arasında epoksi reçineleri ve fenol formaldehit reçineleri bulunur [11-16].

Termoplastik Malzemeler: Termoplastik malzemeler, ısı ve basınç altında şekil değiştirebilen polimerlerdir. Isıl olarak yumuşayan bu malzemeler, soğuduklarında tekrar sertleşebilir ve bu nedenle tekrar şekillendirilebilirler. Bu malzemeler genellikle düşük maliyetlidir ve geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Örnekler arasında polietilen, polipropilen, polivinilklorür (PVC) ve polistiren bulunur. Bu tanımlar, termoset ve termoplastik malzemelerin temel özelliklerini ve farklarını açıklar [11-16].



Şekil 3. İşleme yöntemine göre sınıflandırma [11-16]

Polipropilen (PP), polietilene benzer ve ucuz bir malzemedir. Yoğunluğu 0,90-0,92 g/cm³ arasında olup, maksimum kullanılabilir sıcaklığı 135°C'dir [17].

89

1.2. Atık Plastiklerin Geri Kazanım Yöntemi

Ayak izi insanların doğaya olan etkisini sembolize eder. Beslenme, ulaşım, barınma gibi faktörler doğal dengeyi tehdit eder. Karbon ayak izi; sera gazı miktarını temsil eder. Plastik Ayak İzi ise kişinin kullandığı toplam plastik miktarını ifade eder; plastik şişelerden klavyelere kadar her türlü plastik ürünü içerir. Plastik ayak izi plastik kullanım talebini yansıtır [18].

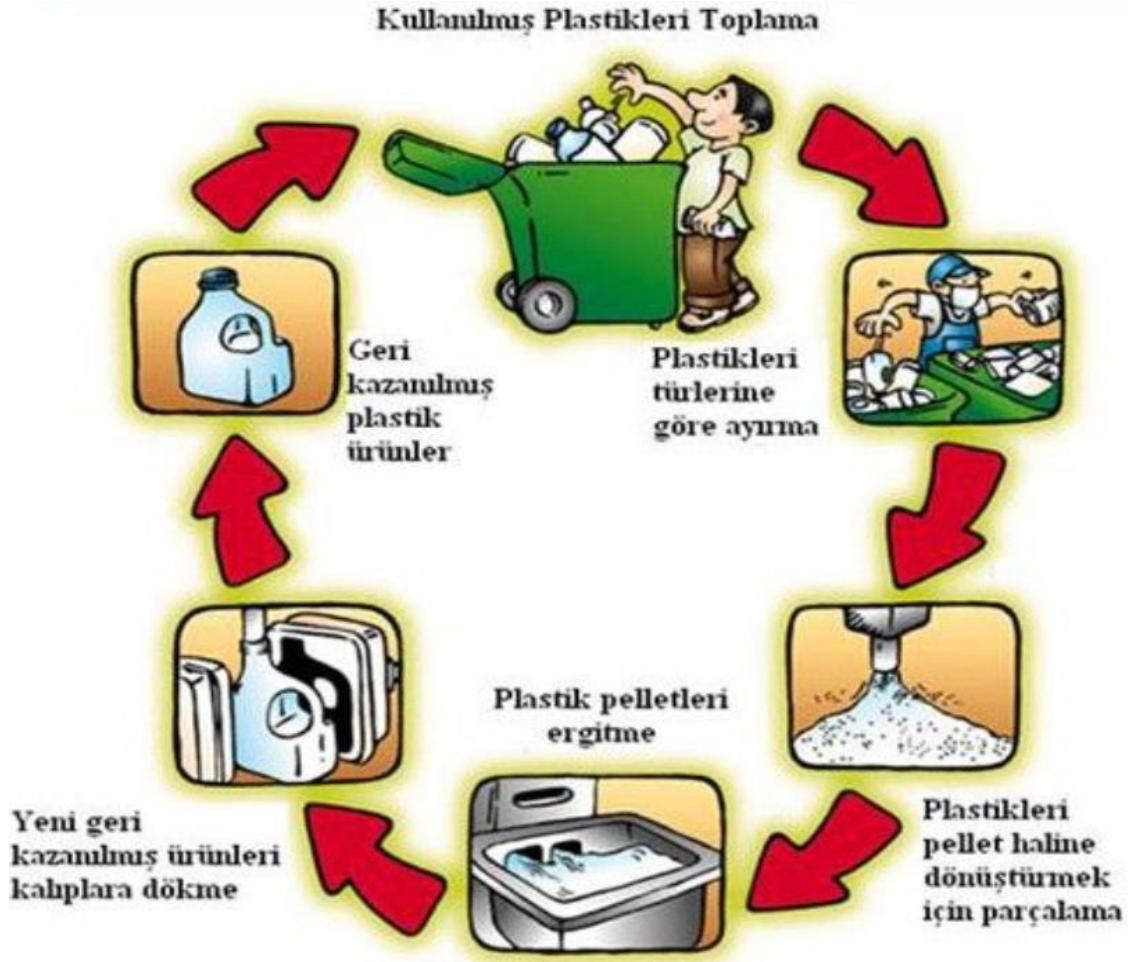
Türkiye, çevreyle alakalı ulusal ve uluslararası anlaşmaların hedeflerini ve politikalarını uygulamak için beş yıllık kalkınma planlarına öncelik vermektedir. Bu süreçte, yeni beş yıllık kalkınma planlarının hazırlanmasında önceki planların değerlendirilmesi yapılarak yeni hedefler belirlenmektedir. Türkiye'nin çevreyle ilgili beş yıllık kalkınma planları, genellikle Birleşmiş Milletler Çevre ve İnsan Konferansı'nın ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın kuruluş tarihlerine kadar çevreyle doğrudan ilişkili başlıkları içermemekteydi. Birinci ve ikinci beş yıllık kalkınma planlarında çevreyle direkt ilişkili başlıkların eksikliği göze çarpmaktadır. İlk iki kalkınma planlarında, şehir planlaması ve konut ihtiyaçları "Temizlik ve Kanalizasyon" başlığı altında ele alınmıştır. Ancak üçüncü beş yıllık kalkınma planında su, hava ve kıyı konularına daha fazla vurgu yapılmış, çevresel sorunlar sosyal ve ekonomik kalkınma hedefleriyle ilişkilendirilmiştir. Sanayileşmenin çevre sorunlarına yol açabileceği ve kurumlar arası koordinasyonun önemsendiği vurgulanmıştır. Üçüncü beş yıllık (1973-1977) kalkınma planından itibaren çevresel sorunlar, özellikle katı atıklarla ilgili önlemler ve politikalar dikkate alınmıştır. Strateji ve Bütçe Başkanlığının 2023 yılı verilerine göre; **On ikinci beş yıllık kalkınma planında** ise yeşil ve dijital dönüşüm, AB Yeşil Mutabakatı'na uyumlu politikaların uygulanması, karbon ve su ayak izi hesaplamaları, atıkların kaynağında ayrı toplanması gibi

konular öne çıkmıştır. Ayrıca çevreyle ilgili veri tabanlarının oluşturulması, izleme sistemlerinin geliştirilmesi ve geri dönüşümün teşvik edilmesi gibi adımlar da vurgulanmıştır. Üçüncü beş yıllık (1973-1977) kalkınma planından itibaren, özellikle beşinci plandan on ikinci kalkınma planına kadar (2024 yılına kadar) katı atıklarla ilgili sorunlar ve önleyici politikalar öne çıkmıştır. Türkiye'nin çevre politikaları ve çevresel sorunlarla mücadele stratejileri, beş yıllık kalkınma planlarının ilerleyen dönemlerinde giderek daha fazla önem kazanmış ve çevresel konular kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır [19, 20].

Atık plastiklerin (polimerlerin) geri kazanımı incelendiğinde; imalat sonucundaki atıklar ve şehir çöp atıkları olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır. Plastikler, doğada uzun yıllar bozunmadan kalarak çözünmez. Bunun sonucunda suyun ve toprağın kirlenmesine ve canlılar tarafından yutulurken mikro-plastik olarak dokuda kalıp zarar vermesine yol açar. Günümüzde plastiklerin geri kazanımı önem arz etmektedir. Termo-plastik malzemeler için geçerli bir geri kazanım yöntemleridir. 4 farklı geri kazanım yöntemleri mevcuttur [21, 22]:

1. Makinalardan çıkan atık plastikler ile temizlenmiş şehir çöplerinden ayrıştırılan plastikler karıştırılarak orijinal polimere yakın yeni plastik elde etmek için kullanılır.
2. Kullanılan atık plastikler temizlenmeden yani çöp halinde plastik artıklar ayrılarak eritilir. Bu yöntemde birinci kalite plastik elde edilmez. İkinci kalite mal elde etmek için yapılan işlemdir.
3. Kimyasal işlem kullanılarak geri kazanım işlemi yapılmaktadır. Atık plastiklerden yeni kimyasal içerikli farklı özellikte polimerler üretmek için ihtiyaç monomer alma işlemidir.
4. Atık plastikleri yakarak çıkan enerjiden faydalanmaktır. Çıkan gazlar zehirli olduğu için canlı ve doğanın üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bu yöntem fazla tercih edilmez.

Plastiklerin kökeni ham petrol, gaz ve kömürdür. Plastik üretiminde tipik olarak ham petrol rafinerisinden arta kalan maddeler kullanılır. Dünya petrolünün sadece %4'ü plastik üretiminde kullanılır. Geri dönüşüm sürecinde uygulanan fiziksel ve kimyasal işlemlerin sayısı, normal üretim süreçlerine göre daha az olduğundan, geri dönüşümle malzeme üretimi enerji tasarrufu sağlar [17, 23-25].



Şekil 1. Plastiklerin geri dönüşümü [24]

Plastiklerin geri dönüşümü genel olarak temelde 4 temel proses aşamaları ile gerçekleşmektedir:

Birinci Aşama: Kullanılmış plastikler diğer atık malzemelerden ayrılmaktadır.

İkinci Aşama: Makro büyüklükteki plastik malzemeler kesilip sabunlu suyla yıkanmaktadır.

Üçüncü Aşama: Plastikler parçalanarak pellet (cips, granül, tane) haline dönüştürülmektedir.

Dördüncü Aşama: Üretilen pellet malzemeler enjeksiyon kalıplarında eritilerek istenilen kalıplara dökülmektedir. Soğutulma işleminden sonra yeni ürün nihai şeklini almaktadır.

Geri dönüşüm, çeşitli yollarla önemli 4 aşamalı fayda sağlamaktadır:

1. Doğal kaynakların korunması: Geri dönüşüm, yeni ürünler için doğal kaynakların kullanımını azaltır ve böylece doğal kaynakların azalmasını önler.

2. Enerji tasarrufu: Geri dönüşüm, yeni ürünlerin üretilmesi için gereken enerji miktarını azaltır. Bu da fosil yakıtların kullanımını ve sera gazı emisyonlarını azaltarak enerji tasarrufu sağlar.

3. Çöp miktarının azalması: Geri dönüşüm, atık miktarını azaltarak çöplerin doğaya olan zararını ve çevre kirliliğini azaltır. Böylece daha temiz bir çevre oluşur.

4. Ekonomiye katkı: Geri dönüşüm endüstrisi, geri dönüştürülen malzemelerin işlenmesi ve yeniden kullanılmasıyla yeni iş imkanları yaratır. Ayrıca geri dönüştürülen malzemelerin satışı ekonomiye katkı sağlar.

2. SÖNMEZ PLASTİK A.Ş FİRMASININ ÜRETİMDE KULLANDIĞI YÖNTEM

PP (Polipropilen); kaplar, şişeler ve ambalajlar için kullanılır. Yüksek erime noktası ile dayanıklıdır, ancak yüksek sıcaklıklarda erir, bu nedenle pişirme veya gıda depolama için uygun değildir. Geri dönüşüm özelliklerine sahiptir ve farklı formlarda tekrar kullanılabilir [26].

PP (Polipropilen) Çuval (woven), tarım, hayvancılık ve endüstriyel ambalaj alanlarında sıkça kullanılan güçlü, dayanıklı ve hafif bir üründür. Hayvan yem çuvalı, gölgeleme tülü, lamineli çuval, bigbag, PP file çuval gibi çeşitli uygulamalarda tercih edilir. PP çuval geri dönüşümünün faydaları ise; Atıkları ve çevre kirliliği azaltır, Geri dönüşüm PP plastik üreterek döngüsel bir ekonomi yaratır, böylelikle enerji tasarrufu sağlanmış olur [27].

Plastik bahçe mobilyalarında, polipropilen (PP) tercih edilmelidir. Polipropilen, sert ve dayanıklı olmasının yanı sıra iyi bir darbe dayanımına sahiptir. Ürünlerin dayanıklılığını artırmak için piyasada; cam elyaf, UV ve antioksidan katkı maddeleri eklenebilmektedir [28].

Plastik sektöründe sürdürülebilir bir iş modeli oluşturmak için şu faktörlere odaklanılabilir:

Bu faktörlerin bir kombinasyonu, plastik sektöründe yerel ve ulusal pazarda rekabet avantajı sağlayarak sürdürülebilir bir iş modeli oluşturabilir.

- **Geri-dönüşüm ve Geri Dönüştürülebilir Malzemelerin Kullanımı:** Geri dönüşüm ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı, doğal kaynakların korunmasına ve atık miktarının azaltılmasına katkıda bulunur. Bu, hem çevresel etkiyi azaltır hem de işletmenin maliyetlerini düşürebilir.
- **Yenilikçi Ürün Geliştirme:** Yenilikçi ürünler geliştirmek, rekabet avantajı sağlamak için önemlidir. Plastiğin farklı endüstrilere yönelik kullanım alanlarını keşfetmek ve çözümler sunmak, müşteri ihtiyaçlarına uygun ürünler sunarak pazarda öne çıkmayı sağlar.
- **Verimlilik ve Enerji Tasarrufu:** Üretim süreçlerinde verimlilik ve enerji tasarrufu sağlamak, işletmenin maliyetlerini azaltırken çevresel etkiyi minimize eder. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmak, enerji maliyetlerini düşürebilir ve karbon ayak izini azaltabilir.
- **İnovasyon ve Teknolojik Gelişmeleri Takip Etme:** Plastik sektöründeki teknolojik gelişmeleri yakından takip etmek ve sürekli olarak yenilik yapmak, rekabet avantajı sağlar. Özellikle biyo-plastikler gibi çevre dostu malzemelerin geliştirilmesi ve kullanımı, sürdürülebilirlik açısından önemlidir.
- **İşbirlikleri ve Ortaklıklar:** Diğer şirketlerle işbirlikleri ve ortaklıklar kurmak, hem pazar payını genişletmek hem de kaynakları paylaşarak sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırabilir. Bu ortaklıklar, yenilikçi çözümlerin geliştirilmesine ve daha geniş bir müşteri tabanına erişim sağlayabilir.

2.1. Proses Akış Modeli ve Blok Zincir Teknolojisi Tasarımı

Proses Akış Modeli Tasarımı, bir iş sürecinin adım adım nasıl çalıştığını görsel olarak ifade eden bir araçtır. Bu tasarım, bir iş sürecinin veya bir sistemin bileşenlerini, bu bileşenlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini ve sürecin nasıl ilerlediğini açıkça gösterir. Amaç, sürecin daha iyi anlaşılmasını sağlamak, verimliliği artırmak ve olası iyileştirmeleri belirlemektir. Proses Akış Modeli Tasarımının temel unsurları:

1. **Aktiviteler (Activities):** Sürecin belirli adımlarıdır. Her aktivite, sürecin tamamlanması için yapılması gereken bir işlemi temsil eder.
2. **Karar Noktaları (Decision Points):** Sürecin akışını etkileyen kararların verildiği noktalardır. Bu noktalar, sürecin farklı yönere gitmesini sağlayan evet/hayır veya başka seçenekler içeren kararları içerir.
3. **Giriş ve Çıktılar (Inputs and Outputs):** Sürece giren ve süreçten çıkan veriler veya materyallerdir. Bu, süreçte kullanılan kaynakları ve üretilen çıktıları gösterir.
4. **Bağlantılar (Flows):** Aktiviteler ve karar noktaları arasındaki ilişkileri ve geçişleri gösteren oklar veya çizgilerdir.
5. **Başlangıç ve Bitiş Noktaları (Start and End Points):** Sürecin başladığı ve bittiği noktaları belirler.

Proses akış model tasarımı için çeşitli araçlar ve yazılımlar kullanılabilir. Bunlar arasında Microsoft Visio, Lucidchart, Bizagi Modeler gibi araçlar popülerdir. Ayrıca, Business Process Model and Notation (BPMN) gibi standartlaşmış diller ve notasyonlar, proses akışlarının daha kolay anlaşılmasını ve paylaşılmasını sağlar. Faydaları ise şöyledir:

- **Görselleştirme:** İş süreçlerinin net bir şekilde görselleştirilmesi, karmaşık süreçlerin anlaşılmasını kolaylaştırır.
- **Verimlilik:** Sürecin her adımının analiz edilmesi, gereksiz adımların tespit edilmesini ve süreçlerin optimize edilmesini sağlar.
- **İletişim:** Paydaşlar arasında ortak bir dil oluşturur ve süreçlerle ilgili iletişimi iyileştirir.
- **Dokümantasyon:** İş süreçlerinin belgelenmesi, süreçlerin yeniden yapılandırılması veya yeni çalışanların eğitimi için referans sağlar.
- **İyileştirme:** Süreç analizleri sonucunda belirlenen sorunlar ve darboğazlar üzerinde iyileştirmeler yapılabilir.

Blok zinciri teknolojisi, tedarik zinciri yönetiminde şeffaflığı, güvenliği ve verimliliği artırmak için devrim niteliğinde bir araçtır. Blok zincirinin tedarik zincirine entegrasyonu, birçok avantaj sağlarken çeşitli sonuçlar doğurur. Blok zinciri platformunun seçiminde en yaygın yöntem, *Özel (Private) Blok Zincirlerdir*. Hyperledger Fabric gibi platformlar, belirli bir grup tarafından yönetilen izinli ağlar sunar. Bu, tedarik zinciri katılımcıları arasında daha güvenli ve kontrollü bir veri paylaşımı sağlar. Sonuç olarak; ürünlerin tedarik zincirinin her aşamasında izlenmesi sağlanır, böylece ürünlerin nerede olduğu, hangi koşullarda taşındığı ve kimler tarafından işlendiği gibi bilgilere anında erişilebilir.

2.1.1. Plastiklerin Temin Edilmesi ve Ayrıştırma İşlemi

PP (Polipropilen)'nin geri dönüştürülmesine olan talep, yüksek tüketim nedeniyle artmaktadır. Geri dönüştürülmüş PP kullanmak çevresel faydalar sağlar, israfı azaltır ve sürdürülebilir malzemelerle yeni ürünlerin üretilmesine olanak tanımaktadır. Geri dönüşümün gerçekleştirilebilmesi için ilk olarak atık PP çuvalların temin edilmesi gerekmektedir. Öncelikle Plastik atık çuvallar toplanarak Şekil 1' de görüldüğü gibi bir yere yığılmaktadır. PP çuvallar toplanır ve atık tesislerine gönderilir. Burada, PP çuvallar diğer plastiklerden ayrılır ve temizlenir.



Şekil 1. *Prosesin başlangıcı*: Atık Çuval deposu

2.1.2. Atık Çuvalların Geri Kazanımı

Geri kazanım işlemleri literatürde; fiziksel ve kimyasal yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır ama firmada fiziksel geri kazanım prosesleri uygulanmaktadır. Fiziksel geri kazanım aşamaları aşağıda belirtilmiştir.

2.1.2.1. Yıkama-Kırma İşlemi

Toplanan plastik atıkların ayrılmasının amacı, geri kazanılan plastiklerin mümkün olduğunca saf ve değişmeyen özelliklerde elde edilmesidir. Birincil geri dönüşüm yöntemi kullanılmaktadır. Atık PP plastik çuvalların mekanik kırıcılar kullanılarak küçük parçalara ayrılması ve ardından orijinal plastiklerle karıştırılarak yeniden işlenmesini içerir. Kırma işleminden sonra çapaklar asıl yıkamaya girmektedir. Etiket, kapak gibi plastik ve kağıt dan ayrıştırma burada yapılır (Şekil 2). Shredder + ekstruder + granül kesim ile tek adımda işlem yapılmaktadır. Tümü basit, kullanımı kolay bir geri dönüşüm makinasına entegre edilmiştir.

PP çuvallarının içinde başka bir plastik bulunmaması gerekmektedir çünkü uygulanan işlemler başka bir plastik türü için uygun olmayabilir. Sonuç olarak, yüksek oranda yeniden kullanılabilir geri dönüşüm PP granül üretmek için hurda PP çuval atığının verimli bir şekilde geri dönüştürülmektedir.

Kirli ürünler, sulu kırma makinesiyle parçalanarak yıkama hattına alınır. İlk havuzda, atıklar üzerindeki toz, çamur vb. maddeler yıkanarak temizlenir. Kırma işlemi genellikle yıkama işlemiyle eş zamanlı olarak gerçekleşir. PP'nin ön yıkamadan geçirilmesi veya ıslak kırılması, malzemenin üzerindeki toz oranını azaltırken kırma bıçaklarının ömrünü de uzatır. Öğütülmüş PP parçaları yıkanır ve temizlenir. Bu adım, granüllerin kalitesini arttırmak ve kirli maddeleri uzaklaştırmak için gereklidir. Öğütülmüş PP parçaları yıkanır ve temizlenir. Bu adım, granüllerin kalitesini arttırmak ve kirli maddeleri uzaklaştırmak için gereklidir.



Şekil 2. Yıkama – kırma işlemi

2.1.2.2. Durulama ve Kurutma İşlemi

Parçalanmış plastik bir durulama işlemine tabi tutularak daha hijyenik hale getirilmektedir. PP polimerinin ön kurutmasında; 60 °C de 1 saat fırınlanmalıdır (Şekil 3).



Şekil 3. Durulama ve kurutma işlemi

2.1.2.3. Kesim İşlemi

İhtiyaca göre meydana gelecek ürüne göre kesim işlemi yapılmaktadır. PP talaşı olarak adlandırılan geri kazanılmış malzeme elde edilir (Şekil 4). Temizlenen PP çuvallar, öğütme makinelerinde küçük parçalara öğütülür. Bu işlem, çuvalları granül haline getirmek için ilk adımdır.

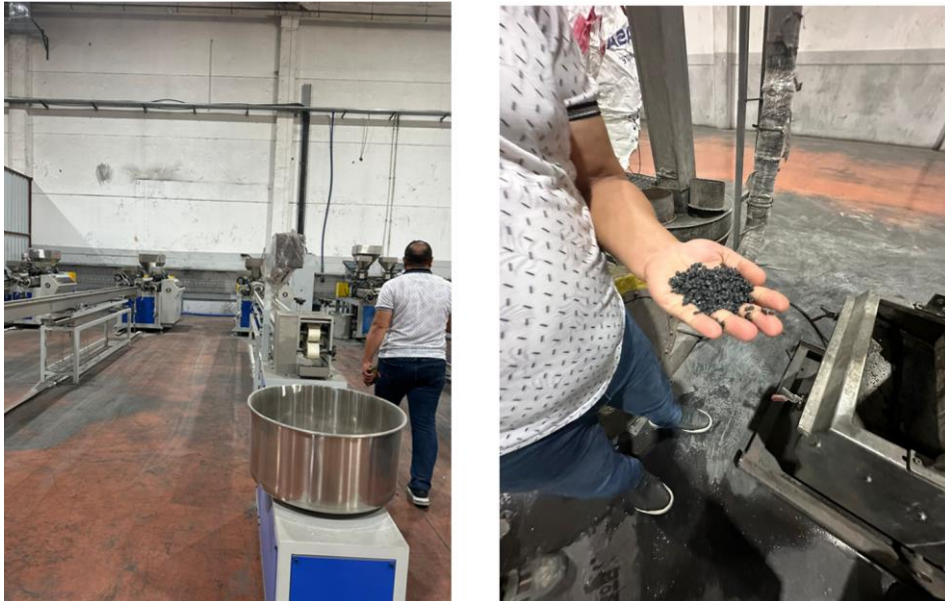


Şekil 4. Kesim işlemi

2.1.2.4. Granüle Dönüşüm İşlemi

Kurutulmuş PP granülleri ekstrüzyon makinelerinde eritilir ve şekillendirilir. Bu işlem, granüllerin istenen şekil ve boyutta olmasını sağlar. İlk olarak kırılmış PP parçalarının nemleri alınması için kurutuculara verilmektedir. Kurutulmuş PP'ler ekstrüzyon ünitesine iletilir. Burada yaklaşık 160 ile 300 °C'de eriyen PP çapaklar ilk olarak bir soğutma ünitesine verilmektedir.

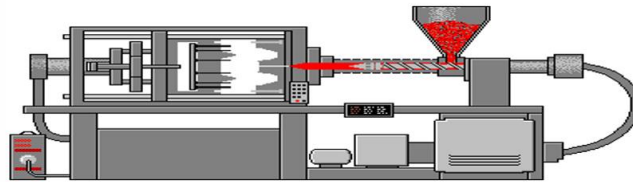
Şekillendirilmiş PP granülleri soğutulur ve ardından uygun boyutlara kesilir. Sonuç olarak, bu adımlar PP çuvallarından granül taneler üretmek için tipik olarak izlenen prosedürü temsil eder. Bu granüller daha sonra çeşitli ürünlerin imalatında kullanılabilir (Şekil 5). Polimerler, sıcaklık ve basınç altında ekstrüzyon makinelerinde eritilir. Ardından, bu erimiş plastik malzeme bir kalıp içinden geçirilir ve belirli bir şekle sahip uzun bir ürün elde edilir.



Şekil 5. Ektrüzyon makinesinden PP granül tanesi görünümü

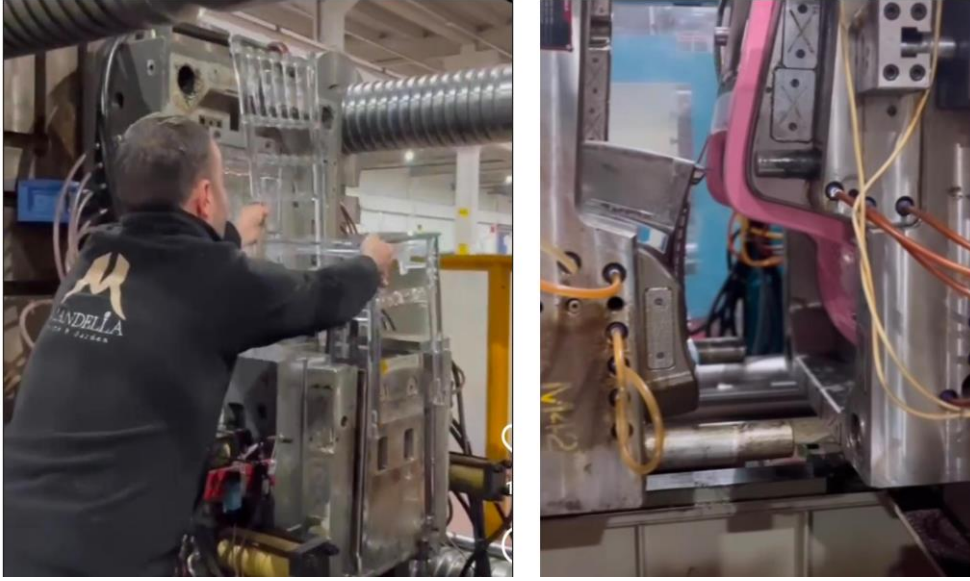
2.1.2.5. Granülden Plastik Sandalye Üretim İşlemi

Enjeksiyon-kalıplama teçhizatları Şekil 6'da gösterilmiştir. Her bir kalıp teçhizatı plastik sandalye modeline göre değişmektedir. Kalıplar, ürünlerin üretimden sonra tek tip olmasını sağlamak için duvarlarda eşit kalınlıkta olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 6. Kalıplama teçhizatları

Granül taneler enjeksiyon kalıplama işlemi için önce eritilir. Bu granüller, bir enjeksiyon kalıplama makinesinin besleme haznesine konur ve burada yüksek sıcaklıkta eritilir. Eritilmiş plastik, enjeksiyon birimi tarafından kalıp boşluğuna enjekte edilir. Kalıp içinde soğutulur ve katılaşır. Ardından, kalıp açılır ve son ürün çıkarılır. Bu süreç, granül tanelerden enjeksiyon kalıplama yoluyla ürün elde etmek için tipik olarak kullanılan prosedürdür. Firmada enjeksiyon kalıplama kullanılmaktadır (Şekil 7). Kalıptan çıkan sıcak ürün, belirli bir süre boyunca soğutulur. Soğuyan plastik, kalıbın içinde sertleşir ve istenilen form verilir.



Şekil 7. Enjeksiyon kalıplama ile PP esaslı sandalye üretimi

Plastik ürünler genellikle belirli standartlara ve kalite kontrollerine göre tamamlanır. Sonrasında ürünler paketlenir ve nakliyeye hazır hale getirilir. Bu, genel bir plastik üretim sürecini temsil eder. Ancak, özel üretim türüne ve ürüne bağlı olarak süreçte değişiklikler olabilir. Plastik endüstrisi geniş bir alandır ve farklı ürünler için farklı üretim teknikleri kullanılabilir. Ürünler uygun ambalaj malzemeleri ile paketlenir. Ambalajlanan ürünler sevkiyata hazırlanır ve müşterilere gönderilir.

2.2. Kullanılan Tehçizatlar

“Kullanılan teçizatlar” ifadesi genellikle bir işletmenin veya endüstrinin üretim sürecinde kullandığı ekipman, araçlar ve makineleri ifade etmektedir.

- **Ekstrüzyon Makineleri:** Ekstrüder makinası, bir kalıptaki bir açıklıktan zorlayarak katı ve yapışkan malzemeleri basar. Plastik granüllerin eritilerek şekillendirildiği makinelerdir.
- **Ekstrüzyon Hattı:** Plastik granüllerin eritilmesi ve belirli bir profil veya şekil alması için kullanılır.
- **Enjeksiyon Makineleri:** Plastik granüllerin eritilip enjekte edilerek kalıpların içindeki özel şekillerin oluşturulması için kullanılır. Bu yöntem genellikle özel parçaların üretimi için tercih edilir.
- **Kalıp Makineleri:** Plastik ürünlerin belirli şekil ve boyutlarda kalıplanması için kullanılır.
- **Enjeksiyon Kalıplama Makineleri:** Eritilmiş plastik malzemenin enjekte edildiği ve kalıp içinde şekillendirildiği makinelerdir.
- **Öğütücüler:** Atık plastiklerin öğütülerek granül haline getirildiği makinelerdir.
- **Yıkama ve Kurutma Ekipmanları:** Geri dönüşüm sürecinde kullanılan plastik parçaların yıkanması ve kurutulması için kullanılan ekipmanlar.
- **Paketleme Makineleri:** Üretilen plastik ürünlerin paketlenmesi için kullanılan makinelere örnek olarak paketleme makineleri gösterilebilir.
- **Kalite Kontrol Sistemleri:** Otomatik görüntü analizi sistemleri, kalite kontrol standartları.
- **Depolama Tesisleri:** Depo sistemleri, kapasite yönetimi.

3. Bulgular

Sektörel büyüme sırasında, plastik geri dönüşüm işletmelerinin finansal, çevresel ve sosyal faydalarının belirlenmesi ve denetlenmesi önemlidir. Fizibilite raporlarında, sektöre yönelik araştırmalar, mali, teknik ve finansal analizler, sosyal etki değerlendirmesi ve projenin yasal boyutlarına odaklanılmaktadır.

Plastik geri dönüşüm işletmelerindeki faaliyetlerin şeffaflığını artırarak, sürdürülebilirlik odaklı bir iş modeli geliştirilmiş ve sürdürülebilirlik fizibilite raporu hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, proses (iş) akış modelleri ve blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirine entegrasyonu akış şemaları oluşturularak elde edilecek kazanımları ve bu teknolojinin maliyetlere etkisini belirlemektir. Geri dönüşüm sürecinin iş akışı koşulları, girdi materyallerinin ürün kalitesi dikkate alınarak belirlenmiştir. Ekonomik açıdan daha çevreci, sürdürülebilir, rekabetçi, enerji verimli ve dijitalleştirilmiş plastik ve tekstil üretimlerine olanak tanınmıştır. Sürdürülebilir Girişimciliğin firma üzerinde nitel bir araştırma sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.1. Proses Akış Model Tasarımı

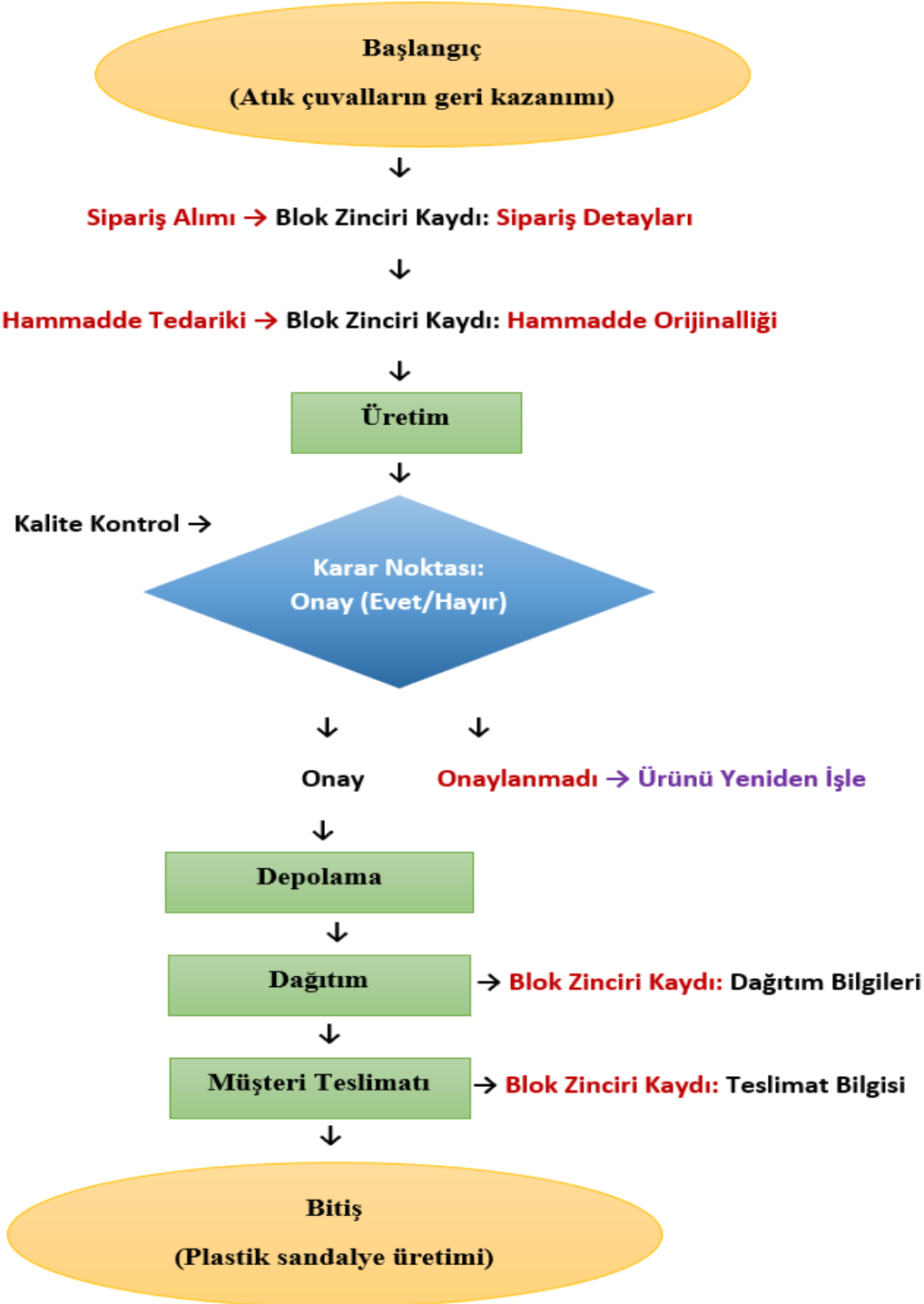
Plastik geri dönüşümü tahmin edileceği üzere toplama, sınıflandırma ve geri dönüştürme aşamaları ile ciddi maliyetli bir iştir. Öncelikle bir atık toplama sistemi geliştirilerek plastik atıklar, fabrikada diğer atıklardan ayrılmaktadır. Daha sonra plastikler hammaddesine göre sınıflandırılarak geri dönüşüm proses işlemi sağlanmaktadır. 2005 yılından beridir Gaziantep'te Sönmez Plastik A.Ş firması, atık çuvallardan PP (Polipropilen) granül taneleri üreterek plastik bahçe mobilyaları üretim imalat faaliyeti yapmaktadır.

Proses Akış Modeline bakıldığında; ürün kalitesi; üretim planlama aşamasında başlar ve mühendislik birimlerin desteği ile üretim aşamasında devam ederek, nihai ürüne ulaşıncaya kadar sürdürmektedir. Tüm adımlar, karar noktaları ve bağlantıların görsel olarak şemalandırılması gerekmektedir. Şekil 8'de atık çuvalların toplanması ile başlayan süreç plastik sandalye üretimine kadar devam etmesi ile akış modelimiz son bulmaktadır. Bu akış şeması ile daha kolay şekilde üretim hattının işleyişi sağlanmıştır.

Adım Adım Proses Akış Model Tasarımı, temel olarak 6 adımda yapılmıştır (Şekil 8);

- Sürecin Tanımlanması:** Tasarıma başlamadan önce, hangi sürecin modellenmesi gerektiği belirlenir. Bu süreç, genellikle işletme faaliyetlerinin bir parçası olan ve belirli bir çıktıya ulaşmayı hedefleyen bir süreçtir. *Bizim modelimizdeki süreç ise atık çuvalların toplanmasıdır.*
- Adımların Belirlenmesi:** Sürecin tüm adımları detaylandırılır. Bu adımlar, başlangıçtan bitişe kadar olan tüm işlemleri kapsar. Üretim hattında kullanılan adımlar belirlenmiştir.
- Karar Noktalarının Belirlenmesi:** Süreç içinde kararların verildiği noktalar belirlenir. Bu karar noktaları, sürecin akışını değiştirir ve alternatif yollar yaratır. Evet ya da hayır modellemesidir.
- Giriş ve Çıktıların Tanımlanması:** Her adım için gerekli olan girdiler ve üretilen çıktılar tanımlanır. Bu, sürecin nasıl ve hangi kaynaklarla çalıştığını gösterir.
- Akışın Çizilmesi:** Tüm adımlar, karar noktaları ve bağlantılar diyagram üzerinde çizilir. Bu adımda, sürecin görsel olarak temsil edilmesi sağlanır.

6. **Gözden Geçirme ve Revizyon:** Çizilen proses akış modeli, ilgili paydaşlar tarafından gözden geçirilir ve gerekli revizyonlar yapılır. Bu, modelin doğruluğunu ve uygulanabilirliğini sağlar.

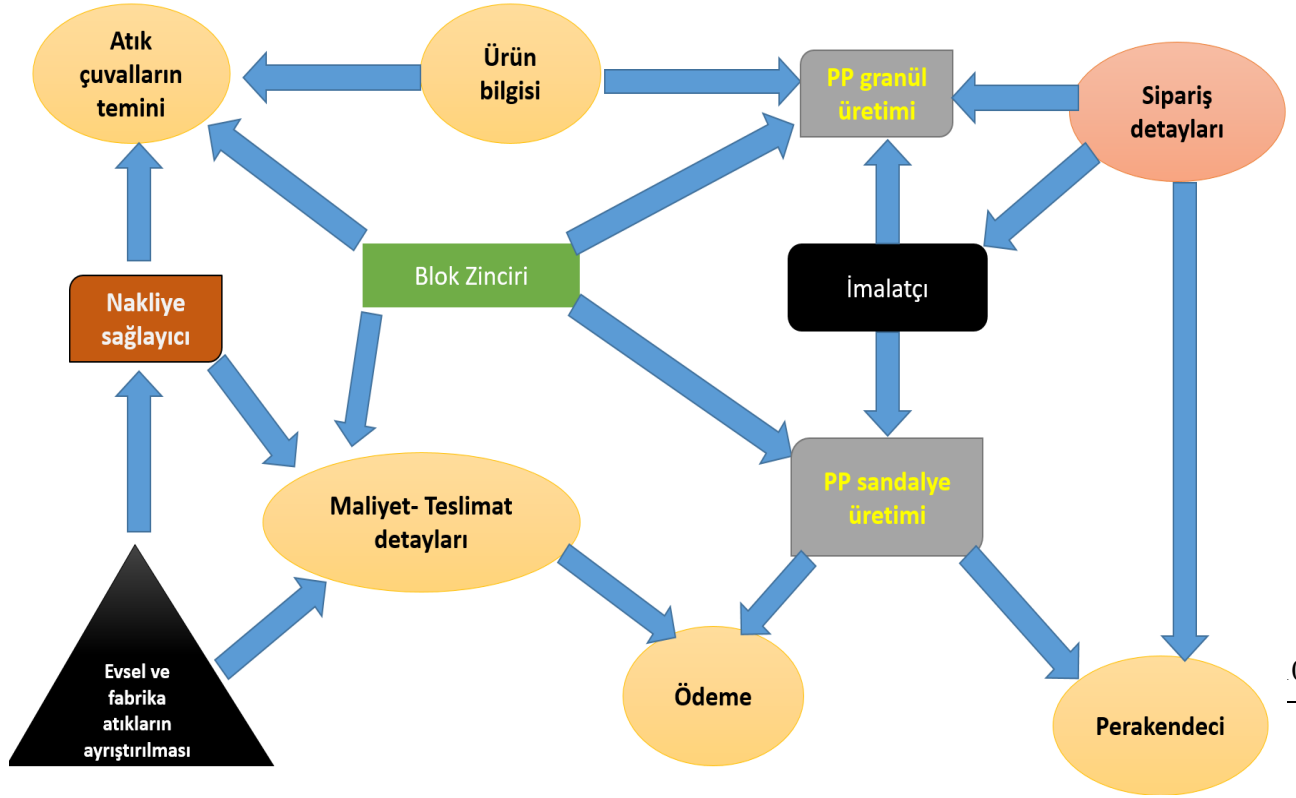


Şekil 8. Atık çuvalın geri kazanımı proses akış modeli

3.2. Tedarik Zincirinde Blok Zincir Teknolojisi Tasarımı

Tedarik zinciri yönetiminde etkin lojistiğin ana hedefleri arasında, ürünün doğru durumda, zamanında ve mümkün olan en düşük maliyetle temin edilmesi bulunmaktadır. Ayrıca, ürünle ilgili güvenilir bilgiye erişim, son kullanıcılar için önemlidir. Ancak, bu hedefleri etkili bir

şekilde gerçekleştirmek, tedarik zinciri üyeleri için giderek zorlaşmaktadır. **Blok zinciri teknolojisi**, bir ürünün imalatından satışına kadar olan tüm süreçleri kaydedip belgelendirerek tedarik zincirinde şeffaflık sağlar. Her işlem için bir blok oluşturulabilir, bu da ürünün imalatından dağıtımına ve satışına kadar tüm adımların izlenebilir olduğu anlamına gelir. Şekil 10'da görülen modelde, tedarik zincirine blok zinciri entegre edilmiştir.



01

Şekil 9. Firmanın tedarik blok zinciri teknolojisi akış diyagramı

Şekil 9'da blok zincirinin firma üzerindeki avantajlarına bakıldığında; hammadde tedarikinde blok zinciri kullanılarak ürünlerin orijinalliğinin doğrulanmıştır. Üretim sürecinde her aşamanın blok zincirine kaydedilmesi sağlanmıştır. Dağıtım sürecinde ürünlerin takibi kolay olmuştur. Tedarikçiden gelen hammadde bilgileri blok zincirine kaydedilir. Hammadde teslim alındığında tedarikçiye otomatik ödeme yapılması ve ürün kalite kontrolü geçerse sevkiyat için otomatik onay verilmesi önem arz etmektedir. Buradan da fizibilite raporunun önemi vurgulanmıştır.

Atık çuvalların tedariki, ayrıştırılması ve sipariş detaylarıyla başlar. Bu üç tedarik zinciri üyesi, ürünlerini ve verilerini bir sonraki katmana iletir. İkinci katmanda, imalatçı ve nakliyeci bulunur. Bu ikinci katman, tedarik zinciri tarafından alınan temel ürünleri işleyen orta katmandır. Son olarak, üçüncü katmanda perakendeci yer alır. Tüm tedarik zinciri üyeleri işlemlerini blok zincirine kaydeder, bu da daha yüksek güvenlik sağlar. Ayrıca, bu model geleneksel tedarik zincirinin dezavantajlarını giderir. Veriler merkezden dağıtılır ve her üye blok zincirindeki işlemleri için önemli verilere erişebilir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, örneklemedeki firmanın sürdürülebilir iş modelleri ve plastik geri dönüşüm sektöründeki faaliyetleri incelenmiş, sürdürülebilir girişimcilik açısından değerlendirilmiştir. İş süreçleri ve karşılaşılan zorluklar ele alınmıştır. Yeşil Mutabakat çerçevesinde, geri dönüştürülmüş hammadde kullanımı ihracatta desteklenebilir ve bu sektörün büyümesi ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayacaktır. Üretici, imalatçının ürün bilgilerini ve nakliye sağlayıcısının alım detaylarını görüntüleyebilir, bu da üreticinin hangi ürünü, ne zaman, ne kadar ve kime üreteceği konusunda bilgi sahibi olmasını sağlar. Blok zinciri teknolojisinin veri sağlama avantajı, nesnelerin interneti gibi teknolojilerle birleştirildiğinde daha büyük hız ve maliyet avantajları sağlar. Blok zinciri olmadığında, tüketiciye aktarılan bilgi eksikliği büyük maliyet sorunlarına yol açabilir.

Proses Akış Model Tasarımı, iş süreçlerinin daha verimli, anlaşılır ve yönetilebilir olmasını sağlayan güçlü bir araçtır. Doğru ve etkili bir proses akış modeli, işletmelerin operasyonel verimliliğini artırarak rekabet avantajı sağlar. Bu modelleme tekniği, süreçlerin sürekli olarak iyileştirilmesi ve optimize edilmesi için de kritik bir rol oynar.

Blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirine entegrasyonu; şeffaflık, güvenlik, verimlilik ve izlenebilirlik açısından önemli faydalar sağlar. Bu teknoloji, tedarik zinciri yönetiminde devrim niteliğinde bir değişim yaratarak, daha güvenilir ve etkili bir operasyonel yapı sunar. İşletmeler, blok zinciri teknolojisini benimseyerek maliyetleri düşürme, müşteri güvenini artırma ve operasyonel riskleri minimize etme şansına sahip olurlar. Ancak, başarılı bir entegrasyon için dikkatli planlama ve uyum süreçleri gereklidir. Blok zinciri, tüm işlemlerin şeffaf ve izlenebilir olmasını sağlayarak düzenleyici gerekliliklere uyumu kolaylaştırır. Blok zinciri, tedarik zincirinde yeni iş modellerinin ve iş fırsatlarının ortaya çıkmasını sağlar.

Araştırmanın başlıca kısıtı, yalnızca Gaziantep il sınırları içerisindeki bir geri dönüşüm firmasıyla (işletmesi) gerçekleştirilmiş olmasıdır. Örneklem az sayıda işletmeden oluştuğundan, sektöre yönelik genelleme yapılamaz. Ayrıca, ekonomik değer yaratmanın nicel olarak ifade edilememesi ve finansal verilerin eksikliği, sürdürülebilirlik değerlendirmesini kısıtlamıştır. Gelecek çalışmalarda, farklı tür atıkları dönüştüren işletmelerin sürdürülebilir iş modelleri incelenebilir. Ayrıca, sürdürülebilir girişimlerin geliştirdiği çözümlerin sosyal refahı nasıl iyileştirdiği ve pazarları, rakipleri ve endüstrileri nasıl etkilediği araştırılabilir. Çevre kirlenmesinin önlenmesi ve geri kazanımın önemli olduğu bu makalede proses akış şemaları ile desteklenmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Sönmez Global Plastik İşletmesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

6. ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

7. ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ BEYANI

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

8. KAYNAKÇA

- [1] Faraca, G., Astrup, T., 2019. Plastic Waste from Recycling Centres: Characterisation and Evaluation of Plastic Recyclability, *Waste Management*, 95(2):388-398.
- [2] Nxumalo, S.M., Mabaso, S.D., Mamba, S.F., Singwane, S.S., 2020. Plastic Waste Management Practices in The Rural Areas of Eswatini, *Social Sciences & Humanities Open*, 2(1), 1-11.
- [3] Zhuo, C., Levendis, Y.A., 2013. Upcycling Waste Plastics into Carbon Nanomaterials: A Review, *Journal of Applied Polymer Science*, 131(4), 1-14.
- [4] Gandini, A., Lacerda, T.M., 2015. From Monomers to Polymers from Renewable Resources: Recent Advances, *Progress in Polymer Science*, 48(1), 1-39.
- [5] Jesionek, K., Wieczorkiewicz, G., 2019. Problems Of Plastic Recycling in the Aspect of the Applications of Energy Methods, *Journal of Engineering Science and Technology Review Special Issue on Telecommunications, Informatics, Energy and Management*, Conference Article, *jestr*, 178-179: <http://jestr.org/downloads/SpecialIssue2020/fulltext37SE.pdf>
- [6] Korkmaz Memiş, N., Kaplan S., 2018. Şekil Hafızalı Polimerler ve Tekstil Uygulamaları, *Tekstil ve Mühendis*, 25 (111), 264 – 283.
- [7] Hazar Yoruç, A.B., Uğraşkan, V., 2017. Yeşil Polimerler ve Uygulamaları, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1), 318 – 337.
- [8] PAGEV, Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu 2023/3, 1-27 s.
<https://pagev.org/upload/files/Plastik%20%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202023.pdf>
- [9] Aksay, B., Güğerçin, S., 2022. Sürdürülebilir Girişimcilik: Adana'daki Plastik Geri Dönüşüm İşletmeleri Üzerine Nitel Bir Araştırma, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 57(2), 1473-1493.
- [10] Bose, B.P., Dehuri, A.N., Bose, D., Ghosh, D., 2022. Plastic Waste Recycling: Experiences, Challenges and Possibilities in a Circular Economy-A State-of-the-Art Review, *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 4(3), 524-534.
- [11] Ankara Üniversitesi Plastik Ders Notu, Prof. Dr. Ali Karaduman, Erişim Tarihi: 21.05.2024; <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=265>
- [12] Ahrabi, A., Bilici, İ., Bilgesü A.Y., 2012. PET Atıkları Kullanılarak Kompozit Malzeme Üretimini Araştırılması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(3), 467-471.
- [13] Dhinakaran, V., Surendar, K.V., Hasunfur Riyaz, M.S., Ravichandran, M., 2020. Review on Study of Thermosetting and Thermoplastic Materials in The Automated Fiber Placement Process, *Materials Today: Proceedings*, 27(2), 812-815.
- [14] Zhang, J., de Souza, M., Creighton, C., Varley, R. J., 2020. New Approaches to Bonding Thermoplastic and Thermoset Polymer Composites, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Composites Part A 133 (2020) 105870, 1-8.
- [15] Nishida, H., Carvelli, V., Fujii, Toru., Okubo, K., 2018. Thermoplastic vs. Thermoset Epoxy Carbon Textile Composites, 13th International Conference on Textile Composites (TEXCOMP-13), *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 406 (2018) 012043.
- [16] MEGEP, 2006. Plastik Teknolojisi, *Geri Dönüşüm Makinelerinde Üretim 2*, 1-53 ss.
https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Geri%20D%C3%B6n%C3%BC

[%C5%9F%C3%BCm%20Makinelerinde%20%C3%9Cretim%202.pdf](#)

[17] Yüce, E., Kılıç, M., 2014. PVC ve PET Atıkların Seçimli Flotasyonu Bölüm 1: Plastikler; Çevresel Etkileri; Geri Dönüşümü, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29(2), 79 – 94.

[18] Ciner, M.N., Elmaslar Özbaş, E., Kurtuluş Özcan, H., Öngen, A., Güneysu, S., Aydın, S., 2023. Plastik Atık ve Plastik Ayak İzi, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 6(2), 86 – 92.

[19] Yakışık, H., 2023. Plastik Atıklar ve Sürdürülebilirlik: Türkiye’de Plastik Atık Yönetimi, Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 9(2), 36 – 55.

[20] SBB (2024). Kalkınma Planları. Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 12. Kalkınma planı, Erişim Tarihi: 22.05.2024: <https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/>

[21] Sayar, Ş., 2012. Sakarya İli Entegre Atık Yönetimi ve Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, 1-100.

[22] Kayan, A., 2020. Plastik Kirliliğin Çevresel Zararları ve Çözüm Önerileri, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 22(2), 403 – 427.

[23] Güreli, S., 2006. Plastik Sektöründe Endüstriyel Atıklardan Geri Dönüşüm Sonucu Elde Edilen Mamullerin Maliyetlemesinde Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yönteminin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, 1-88.

[24] Tayyar, A.E., Üstün, S., 2010. Geri Kazanılmış Pet’in Kullanımı, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1), 53-62.

[25] Şimşek, N., Akdağ, G., 2017. Sürdürülebilirlik ve Yenilik Açısından Farklı Bir Deneyim: Yenilebilir Su Şişeleri, The First International Congress on Future of Tourism: Innovation, Entrepreneurship and Sustainability, 1357 – 1365.

[26] Maddah, H.A., 2016. Polypropylene as a Promising Plastic: A Review, American Journal of Polymer Science, 6(1), 1-11.

[27] PP (Polipropilen) Çuval (woven), Erişim Tarihi: 21.05.2024

<https://www.polystarco.com/tr/blog-detail/how-to-recycle-woven-polypropylene-feed-bags-efficiently/>

[28] Plastik bahçe mobilyaları, Erişim Tarihi: 21.05.2024

<https://www.yucelmobilya.com.tr/tr/blog/plastik-bahce-mobilyasinda-hangi-tur-hammaddeler-kullanilmalidir.html>