İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

**T.C.**

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİLERİ YÖNETİMİ**

**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

# PLASTİK SEKTÖRÜNDE GERİ DÖNÜŞÜMÜN SEKTÖRÜN SÜRDÜREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ:

## TÜRKİYE'DE ARAÇ LASTİKLERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÖKÇE ÇAKAR**

**200008782**

**İstanbul, 2020**

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

**T.C.**

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİLERİ YÖNETİMİ**

**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

# PLASTİK SEKTÖRÜNDE GERİ DÖNÜŞÜMÜN SEKTÖRÜN SÜRDÜREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ:

# TÜRKİYE'DE ARAÇ LASTİKLERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÖKÇE ÇAKAR**

**200008782**

**İstanbul, 2020**

T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

**T.C.**

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERİSTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

# YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Sanayi Politikaları ve Teknoloji Yönetimi Yüksek Lisans programı öğrencisi Gökçe ÇAKAR' ın Plastik Sektöründe Geri Dönüşümün Sektörün Sürdürülebilirliğine Etkisi: Türkiye'de Araç Lastikleri Üzerine Bir Analiz başlıklı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulu**23.06.2020** tarih ve **2020-510/02** sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

| | | UNVANI, ADI SOYADI | ÜNİVERSİTE |
|---|---|---|---|
| TEZ DANIŞMANI | : | Dr. Sabri ÖZ | İstanbul Ticaret Üniversitesi |
| JÜRİ ÜYESİ | : | Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ | İstanbul Ticaret Üniversitesi |
| JÜRİ ÜYESİ | : | Doc. Dr. Murat ÇEMBERCİ | İstanbul Ticaret Üniversitesi |

ENS.FR.Y15 06.11.2017

Hazırlamış olduğum tez özgün bir çalışma olup YÖK ve İTİCÜ Lisansüstü Yönetmeliklerine uygun olarak hazırlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmayı yaparken bilimsel etik kurallarına tamamıyla uyduğumu; yararlandığım tüm kaynakları gösterdiğimi ve hiçbir kaynaktan yaptığım ayrıntılı alıntı olmadığını beyan ederim. Bu tezin ihtiva ettiği tüm hususlar şahsi görüşüm olup İstanbul Ticaret Üniversitesinin resmi görüşünü yansıtmamaktadır.

**Gökçe ÇAKAR**

# ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında dünyada ve Türkiye'de geri dönüşümün gerekliliği ve geldiği durum ve araç lastiklerinin geri dönüşümü incelenmiştir. Bu çalışmanın tespitinde ve hazırlanmasında bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli hocam Dr. Sabri ÖZ'e bana olan desteklerinden ötürü teşekkür ederim. Bu bitirme çalışmasında; araç lastiklerinin geri dönüşüm aşamalarını incelememde Soysal Kauçuk San. Tic. Ltd. Şti'ye, geri dönüşümden elde edilen granüllerin parklarda tekrar kullanılır hale getirilmesini incelememde Ufuk Park Zemin Sistemleri San. Tic. A.Ş.'ye bilgi ve desteklerinden ötürü teşekkür ederim. Çalışmalarım boyunca verdiği destekten dolayı arkadaşım Tuğçe DİKTAŞ'a ve eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

**Gökçe ÇAKAR**

**Temmuz, 2020**

# ÖZET


## PLASTİK SEKTÖRÜNDE GERİ DÖNÜŞÜMÜN SEKTÖRÜN SÜRDÜRÜLEBİLİRİLİĞİNE ETKİSİ: TÜRKİYE'DE ARAÇ LASTİKLERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

Nüfusunun hızla artması ile birlikte insanların ihtiyaçları da hızla artmış ve bu da sanayinin hızla gelişmesine işletmelerin üretim kapasitelerini arttırmasına sebep olmuştur. Üretim sonucu elde edilen ürünler insan hayatına kolaylık ve fayda sağlamakla beraber, özellikle kimyasal bazlı birçok ürünün kullanım amacını tamamladıktan sonra doğaya karışması için çok uzun süreler gerektirmesi ve bunun sonucunda ekolojik dengeye zararlar vermesi ürünlerin geri dönüştürülerek, aynı veya farklı amaçlarla tekrar kullanılması söz konusu olmuştur.

Bu çalışmada, sanayi sektörü üzerine sürdürülebilirlik ele alınmakta ve etraflıca sürdürülebilirlik kavramına ilişkin tanımlamaların yapılmasını müteakip plastik sektöründe geri dönüşümün sektörün sürdürülebilirliğe katkısı üzerine bir analiz yapılmaktadır. Plastik sektöründeki geri dönüşümün ekolojik dengeye olan katkısının yanı sıra, bu sektörde üretim yapan sanayi firmalarının bu döngünün dışında kalması sonucu yaşadığı finansal problemler, plastik sektöründe regülasyonlarla ortaya koyulan bazı düzenlemelerin plastik sektörünün devamlılığına etkisi değerlendirilmiştir.

Çalışmada literatür taraması yapılmaktadır. İlk bölümde izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik hakkında Dünya'daki kalite standartları, belgelendirmeler ve alınan kararlar incelenmiş, Türkiye'deki mevzuat hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Son bölümde plastik sektöründe sanayi politikalarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesine ilişkin analiz yer almaktadır. Ortaya çıkan sonuçta geri dönüşümün

sektörün sürdürülebilirliği için önemini ve Türkiye'deki ekonomik tasarrufların ortaya çıktığı ifade edilmektedir.

***Anahtar Kelimeler:***

***Lastik, Sürdürülebilirlik, Geri Dönüşüm***

# ABSTRACT


## THE EFFECT OF RECYCLING IN THE PLASTIC SECTOR ON THE SUSTAINABILITY OF THE SECTOR: ANALYSIS OF CAR TIRES IN TURKEY

With the rapid growth of the population, the needs of people have increased rapidly, and this has led to the rapid development of the industry and the production capacity of the enterprises. Although the products obtained as a result of the production provide convenience and benefit to the human life, it has been necessary to recycle the products for the same or different purposes, especially after many chemical-based products require very long time to blend into the nature after they have completed their intended use and as a result of damaging the ecological balance.

In this study, sustainability is discussed on the industry sector and an analysis is made on the contribution of recycling in the plastics industry to the sustainability of the industry, following the definitions regarding the concept of sustainability. In addition to the contribution of recycling in the plastic industry to the ecological balance, the financial problems experienced by the industrial companies producing in this sector out of this cycle, the effects of some regulations introduced by the regulations in the plastic industry on the continuity of the plastic industry were evaluated.

In the study, literature review is performed. In the first part traceability and sustainability of the quality standards in the world, have been examined and decisions taken certifications, assessments have been made on legislation in Turkey. In the last section, there is an analysis on the evaluation and development of industrial policies in the plastics industry. The sustainability of the sector for

recycling is stated that arise ultimately resulting in economic savings and its importance in Turkey.

Keywords:

Tire, Sustainability, Recycling

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa No**

**ÖNSÖZ** ..... **iii**

**ÖZET** ..... **iv**

**ABSTRACT** ..... **vi**

**İÇİNDEKİLER** ..... **viii**

**ŞEKİL LİSTESİ** ..... **xi**

**TABLO LİSTESİ** ..... **xii**

**1. GİRİŞ** ..... **1**

1.1. TEZİN AMACI ..... 1

1.2. TEZİN KAPSAMI VE SINIRLARI ..... 1

**2. GENEL KISIMLAR** ..... **3**

2.1. PLASTİK MALZEME ..... 3

2.1.1.PLASTİK MALZEMENİN TARİHÇESİ ..... 4

2.1.2. PLASTİK MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ ..... 11

2.1.3. PLASTİK MALZEMENİN YAPISI ..... 13

2.1.4. PLASTİK MALZEMELERİN SINIFLANDIRILMASI ..... 14

2.1.4.1 TERMOPLASİKLER ..... 15

2.1.4.2. TERMOSETLER ..... 19

2.1.4.3.ELASTOMERLER ..... 22

2.2.ARAÇ LASTİKLERİNİN YAPISI ..... 25

2.3. İZLENEBİLİRLİK, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE GERİ DÖNÜŞÜM ..... 26
2.3.1. İZLENEBİLİRLİK ..... 27
2.3.2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ..... 28
2.3.2.1. PLASTİK SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ..... 30
2.3.3. GERİ DÖNÜŞÜM ..... 30
2.3.3.1. PLASTİKLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ ..... 32
2.3.3.2. ATIK LASTİKLERDEN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL PROBLEMLER VE ATIK LASTİKLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ ..... 33
2.3.3.3. ATIK ARAÇ LASTİKLERİNİN GERİ DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ ..... 39
2.4.ARAÇ LASTİKLERİ HAKKINDA MEVZUATLAR ..... 42
**3. MATERYAL VE YÖNTEM ..... 47**
3.1. UFUK PARK ZEMİN SİSTEMLERİ FİRMASININ TANITIMI ..... 47
3.2. ATIK ARAÇ LASTİKLERİNİN GERİ DÖNÜŞÜM AŞAMALARI ..... 49
3.2.1. ATIK ARAÇ LASTİKLERİNİN TOPLANMASI ..... 50
3.2.2. KIRMA İŞLEMİ ..... 51
3.2.3. AYRIŞTIRMA İŞLEMİ ..... 52
3.2.4. KÜÇÜK PARÇALAR İÇİN KIRMA ..... 53
3.2.5. ELEKTEN GEÇİRME ..... 54
3.2.6. ÇUVALLAMA ..... 54
3.2.7. KARIŞTIRMA ..... 55
3.2.8. GRAMAJLARA BÖLÜNMESİ VE KALIPLAMA ..... 56
3.2.9. PİŞİRME ..... 56
3.2.10. PAKETLEME ..... 57

3.3. SON ÜRÜNÜN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI..... 58

**4. BULGULAR ..... 62**

4.1. ARAÇ LASTİKLERİNİN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI..... 63

**5. TARTIŞMA VE SONUÇ ..... 66**

**6. KAYNAKÇA ..... 68**

# ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1: Plastik Malzmenin Yapısı....14
Şekil 2: Termoplastikler, Termosetler ve Elastomerlerin Yapısal Gösterimi....15
Şekil 3: Polietilen (PE) Ürün....16
Şekil 4: Polipropilen (PP) Ürün....17
Şekil 5: Naylon Ürün....18
Şekil 6: Politetrafloretilen Ürün....19
Şekil 7: Fenolik Ürün....20
Şekil 8: Fenolik Ürün....20
Şekil 9: Epoksit Ürün....21
Şekil 10: SBR Ürünler....23
Şekil 11: SBR Ürünler....23
Şekil 12: EPDM Granül....24
Şekil 13: Lastiğin Yapısı (Unapumnuk, 2008)....26
Şekil 14: Sürdürülebilirlik Şeması....29
Şekil 15: Geri Dönüşüm Şeması....31
Şekil 16: Atık Lastiklerin Geri Dönüşümü ile İlgili Bazı Uygulamalar....35
Şekil 17: Ömrünü Tamamlamış araç Lastiklerinin Değerlendirilmesi....38
Şekil 18: İstanbul Genelinde Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nin Konumu....48
Şekil 19: Tuzla'daki Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nin Konumu....49
Şekil 20: Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nin Konumu....49
Şekil 21: LASDER'den Araç Lastiklerinin Toplanması....51
Şekil 22: Atık Araç Lastiklerinin Büyük Parçalar Halinde Kırılması İşlemi....51
Şekil 23: Atık Araç Lastiklerinin Büyük Parçalar Halinde Kırılması İşlemi (2)....52
Şekil 24: Yabancı Maddelerden Ayrıştırma Yöntemi....53
Şekil 25: Daha Küçük Parçalar Haline Getirilmesi İçin Kırma İşlemi....53
Şekil 26: Elekten Geçirme İşlemi....54
Şekil 27: SBR Granüllerin Çuvallanması....55
Şekil 28: SBR Granül, Bağlayıcı ve Toz Boya Karışımı....55
Şekil 29: Gramajlara Bölünmesi İşlemi....56
Şekil 30: Kalıplara Ayrılıp Pişirme İşleminin Gerçekleşmesi....57
Şekil 31: Paketleme İşlemi....57
Şekil 32: Karo Kauçuk Zemin Kaplama Malzemesi....59
Şekil 33: Çocuk Oyun Parklarında Kauçuk Zemin Kaplama Uygulamaları....61
Şekil 34: Çocuk Oyun Parklarında Kauçuk Zemin Kaplama Uygulamaları 2....61
Şekil 35: Fitness Alanlarında Kauçuk Zemin Kaplama Uygulaması....61

# TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1: Lastiğin Bileşimi (Unapumnuk, 2008) .....25
Tablo 2: Plastiklerin Yoğunluk aralıkları Tablosu.....33
Tablo 3: Avrupa Birliği'nde Lastiklerin Geri Kazanım Uygulamaları (Ünlü, 2006) .....34
Tablo 4: ÖTLKY Hükümlerini Yerine Getirmeme Sebebine Göre Belediye Sayısı (Tunç, 2009).....43
Tablo 5: Özel Atıkların Geri Dönüşüm Hedefleri.....46

# 1. GİRİŞ

Plastik Sektöründe Geri Dönüşümün Sektörün Sürdürülebilirliğine Etkisi: Türkiye'de Araç Lastikleri Üzerine Bir Analiz konu alan tez çalışmasında; plastik, plastik sektörü, geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik konuları incelenmiş ve araç lastiklerinin geri dönüştürülüp tekrar kullanımı ile ilgilenen bir firma örneği alınıp irdelenmiştir.

## 1.1. TEZİN AMACI

Bu tezin amacı günümüzde kullanılan plastik malzemelerden yapılmış olan araç lastiklerinin geri dönüşümde kullanılıp yeniden hayata geçirilmesi ile sürdürülebilirliğe etkisi irdelenmiştir. Bu sürdürülebilirlik kazanılırken Türkiye'de geri dönüşüm politikaları incelenmiş, ileriye dönük kalkınma planları, standartlar ve mevzuatlar ele alınmıştır.

Bu inceleme esnasında atım araç lastiklerini geri dönüşümde kullanan bir fabrika örneği incelenmiştir.

## 1.2. TEZİN KAPSAMI VE SINIRLARI

Bu araştırmanın temel amacı plastik sektöründe kullanılan araç lastiklerinin geri dönüştürülüp sektörde sürdürülebilirliğe etkisi incelenip Türkiye'de kullanılan araç lastiklerinin geri dönüşümünün analizi yapılmıştır. Böylelikle plastik sektöründe kullanılan araç lastiklerinin geri dönüşümden tekrar oluşacak yeni malzemeye kadar izlenilen yoldaki kriterler gözetilmiştir.

Bu amaç doğrultusunda tez genel olarak üç kısımda incelenmiştir.

Birinci kısım; ilk olarak plastik malzemenin tanımı, yapısı, tarihçesi, özellikleri incelenmiştir. Daha sonra plastik malzemelerden elde edilen araç lastikleri incelenip izlenebilirlik, sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm konuları ele alınmıştır. Avrupa Birliği'nde ve Türkiye'de geri dönüşüm konuları incelenmiştir ve daha sonra Türkiye'de geri dönüşüm için uygulanan politikalar incelenmiştir. Belgelendirmeler, standartlar ve politiklar ele alınmıştır.

İkinci kısım; sanayi politikalarında plastik malzemenin mevcut yapısı incelenip beş yıllık kalkınma planlarında plastiğin geri dönüşüm kriterleri irdelenmiştir. Böylelikle araç lastiklerinin plastik sektöründeki yeri ve geri dönüşümde kullanımı konu ele alınıp bir fabrika örneği incelenmiştir. Fabrikada kullanılan atık lastiklerinin geri dönüşümde işlenmesi ve tekrar ürün elde edilmesi ile ilgili incelemeler gerçekleşmiş ve fotoğraflanmıştır.

Üçüncü kısımda ise; araç lastiklerinin değerlendirme yöntemleri ve kullanım alanları irdelenip araç lastiklerinin genel analizi yapılmıştır.

Bu genel üç kısım ve tezin amacı doğrultusunda ‘’Plastik Sektöründe Geri Dönüşümün Sektörün Sürdürülebilirliğe Etkisi: Türkiye'de Araç Lastiklerinin Analizi’’ adlı tez çalışmasının genel kapsamı ve sınırları oluşturulmuştur.

# 2. GENEL KISIMLAR

## 2.1. PLASTİK MALZEME

Demir, cam, ahşap gibi geleneksel malzemelerin yerine alternatif bir malzeme olarak bazen bu geleneksel malzemeler ile entegre edilerek bazen de yalın olarak kullanılarak dünya çapında rağbet görmeye başlamıştır.

Plastik malzemeler ilk bulunduğunda ısıtıldığında şekil alması ve soğutulduğunda aldığı şekli koruması sebebi ile bir malzeme olduğu düşünülmemiş, daha çok bunu bir uygulama metodu olduğu anlaşılmıştır. 1945'te Webster's New Collegiate Dictionary'nin getirdiği teknik tanımda "Plastik, organik kimyaya dayanan özel bir endüstriye ait ticari ürünleri kapsayan bir kelime" olarak ifade edilmiştir (Meikle,1995).

Plastik kelimesinin etimolojik kökenini; plasticus Latince'de, plastikos Yunanca'da kalıp verme kelimesine karşılık gelmektedir. İngilizce sözlük olan Merriam-Webster Dictionary kaynağında arandığında bir isim olarak plastik malzeme; bir obje film veya flament haline gelebilen bir dizi organik yapay veya işlenmiş malzeme, genelde yüksek molekül ağırlığına sahip termoplastik veya termoset polimerlerdir. (a plastic substance; specifically: any of numerous organic syn the ticor processed materials that are mostly thermo plasticor thermo setting polymers of high molecular weight and that can be made in to objects, film sor flaments.) (Meikle,1995).

Plastiklerin hayatımıza girmesinde ve çok sık kullanılmasındaki en önemli sebep maliyetsiz olması ve kolayca temin edilebilmesidir. Plastiklerin çok sayıda türe

sahip olması; hem günlük hayatımızda hem de sanayide geniş bir kullanım alanı olmasını ve birçok ihtiyacı karşılayabilmesini sağlamaktadır.

Plastik malzemeler, yapay olarak üretilir ve bir polimer türüdür. Çok sayıda küçük moleküllerin kimyasal bağlarla birbirine bağlanmasıyla oluşan uzun moleküllerdir. Polimerlerin günlük hayatımızdaki kullanım alanlarına; giysilerimizin kumaşları, elektrik kablo kaplamaları, motorlu araçların tekerlekleri, su boruları gibi birçok örnek verebiliriz. Polimer malzemeler 1900'lü yılların başında yapay olarak üretilmeye başlanmıştır ancak; doğal olan birçok polimer türü de mevcuttur. Örneğin; bitkilerin yapısındaki selüloz, DNA molekülleri, nişasta, doğal kauçuk bunlardan bazılarıdır.

### 2.1.1.PLASTİK MALZEMENİN TARİHÇESİ

Plastik malzeme ve plastik malzemeye bağlı olarak kullanılan diğer materyallerin süregelen zamanda izlediği yollarda değişik alanlarda ortaya çıkan kavram ve anlamlar mevcuttur. Plastiğin zaman içerinde izlediği yolda, plastik kullanıcıları için yaşam tarzlarını ve kalitelerini değiştirmiştir. Bu değişimlerin sebebi olan plastik malzemelerin izlediği yol olarak çeşitli kavramlarda ortaya çıkan tarihçesi incelenmektedir.

Plastiğin sosyal tarihçesi ile ilgili bazı yabancı kaynaklar ve 1986 yılında kurulmuş olan The Plastics Historical Society'nin web sitesinden edinilen bilgiler bir araya getirildiğinde dört temel dönem göze çarpmaktadır. Bunlar; doğal plastikler, yarı sentetik ve sentetik malzemelerin bulunuşu ve dünya savaşlarının olduğu dönem, dünya savaşları sonrası 1960'lara kadar geçen dönem, 1970'ler ve çevresel kaygılar, bilgi çağı ve günümüz şeklinde temel kısımlara ayrılabilir. Yerli kaynaklarda yapılan taramalar sonucu, plastik malzemenin Türkiye'deki sosyal tarihi hakkında kapsamlı

bir kaynağa ulaşılamamıştır. Kullanılan plastik eşyalar Batı'daki ile benzer olup dönem olarak daha geriden takip edildiği görülmektedir (Dolmaz, 2009)

Yüz yıldan fazladır insan hayatında bulunan plastik malzemeler; ahşap, cam, demir vb. materyallerin daha uzun yıllar insan hayatında olmasından kaynaklı nispeten yeni bir malzeme olarak gözlenmektedir. Yüz yıldan fazladır gerçekleşen plastik kullanımı gelecekte daha büyük teknolojik gelişmeler oluşturmak için yol gösterici materyal olmuştur. Daha öncelerinde plastik malzemenin daha modern ve yeni bir buluş olarak gözükmesine rağmen kaplumbağa kabuğu, kehribar, boynuz gibi doğal polimerlerden oluşan türler de mevcuttur. Bu doğal polimerler günümüz zamanında kullanılan plastiklere benzerlik gösterip aynı işlevi görmek için geçmişte sıklıkta kullanılmıştır.

İlk yarı 1850'li yılların sonlarında sentetik plastik malzeme olan nitrik asit ile selüloz liflerin birleşimini içermekteydi. Selüloz nitrat 1862 yılında İngiliz Alexander Parkes tarafından icat edilmiştir. Dünyadaki ilk plastik olarak sergilenen bu eser, süs eşyalarında, bıçak tutamaklarında, kutularda ve bunun gibi esnek ürünlerin üretiminde başarıya ulaşmıştır.

İleriki yıllarda Parkes'in bu başarısı farklı sektörlerde de kullanılmıştır. American Hyatt kardeşler, fildişinden yapılan bilardo topları için bir alternatif geliştirmeye çalışmışlar ve bu da nitrat selüloz bileşimini kullanarak malzeme üreten üreticiler için yeni bir sektör ortaya çıkartmıştır. Bu şekilde selüloit elde edilmiş ve 1870 yılında da patentlenmiştir.

1900'lü yıllarda selüloz nitratın yanıcı bir madde olması, seri bir şekilde üretimde ve hızlı bir şekilde kalıplama tekniklerinde kullanımını zor bir aşamaya getirmiştir. 1900'lerin başlarında bu probleme bir çözüm bulmak için selüloz asetatın yeir bir alternatif olarak geliştirilmiştir. Selüloz asetat ise yaygın olarak emniyet filmi, su geçirmez kumaş ve uçakların gövdelerinde kullanılmıştır. Bu dönemde aynı zamanda casein formaldehit geliştirilmiştir. Sert ve koyu bir plastik olan bakalit 1907 yılında Belçikalı bir kimyacı olan Leo Baekeland tarafından keşfedilmiş ve

patentlenebilecek ilk gerçek sentetik plastik olmuştur. Bakalit; karboksilik asit ve formaldehitten üretilmeye başlanmış ve reçinesi dolgu oluşturabilecek maddeleriyle takviye edilmiş bir üründür. Bakalitin yalıtım özelliğinin çok iyi olması, plastiklerin günlük hayata çok çeşitli şekillerde girmesini sağladı. Buna örnek olarak saç kurutma makineleri, radyo kutuları, ve kameraları verebiliriz. Bakalitin ahşap ile benzer bir görüşe sahipti ve bu onun araba panoları ve topuzları gibi alanlarda tercih edilmesini sağladı. 1900'lerde gelişmekte olan telekomünikasyon endüstrisine kağıt veya kumaş kaplaması ve koruması için emprenye etmek için ve yüksek basınç altında laminantlar yapmak için de tercih edilen bir plastik ürün oldu. Bu dönemde aynı zamanda selofan ve PVC de keşfedildi ve PVC için ilk patent 1914 yılında alındı.

1922'de plastik sektöründeki tüm gelişmeleri değiştirecek keşif bir Alman kimyacı olan Hermann Staudinger'den geldi. Çeşitli maddeler ile sentezlenen kauçukla çalışma yaparak, sonrasında birçok yeni plastiğin icat edilmesini sağlayacak bir buluş olan süper polimer yani birbirine bağlı binlerce molekülün zincirleri ile yapıldığını gördü. 1920'lerde Fransa'da selüloz asetatla kalıplanmış ilk gözlükler, karbondioksit ve amonyağın formaldehit ile birleştirilmesiyle üretilen ilk kalıplanabilir açık renkli plastik üretimi görülmüştür. Elde edilen bu ürün, üre formaldehit masa yapımında sıklıkla kullanılan bir ürün oldu. Beyaz renkli plastik karışıma istenilen renk için tozlar ekleyerek, mermer veya taş gibi görünen istenilen parlaklığa veya modele sahip desenler üretme imkanı oldu. Bu nedenle plastikler artık sadece fonksiyonel bir tercih değil, aynı zamanda estetik olarak da tercih edilen bir ürün oldu. Bu yıllarda önemli bir gelişme olarak ayrıca 1921'de ise ilk enjeksiyon kalıplama makinesi icat edildi.

1930'lu yıllarda plastik endüstrisinde seri üretim yapılmaya başlandığı yıllardı, bunun iki sebebi vardı. Sanayicilerin artık petrol – polistiren, akrilik polimerler ve polivinilkloridlerden plastik malzemenin nasıl oluşturulabileceğini öğrenmiş olmaları bu sebeplerden ilkidir. Diğeri ise, ilk olarak 1921 yılında üretilen enjeksiyon kalıplama makinesi ilk zamanlarda tam işlevsel olamamış fakat,

enjeksşyon kalıplama makinesi 1937 yılında beklenildiğinden gazla gelişme göstermiş ve insan gücüne gerek kalmadan tam otomatik olarak üretilmeye başlanmıştır. Bu oluşan her iki teknolojik gelişme de, plastik malzemeden elde edilen son ürünün fiyatını düşürerek ekonomikleştirmiş ve plastiklerin teknoloji yardımıyla herkesin kolayca ulaşabileceği bir hale gelmesini sağlamıştır. Ayrıca PVC'nin gelişimi 1930 yılında ilk olarak yüksek volt enerji içeren elektrik kablolarının yalıtımında kullanımı ile hız kaybetmeden kullanılmaya devam etti. 1930'lu yıllarda gelişen diğer ürünler Polimetilmetakrilat (akrilik veya "Perspex") ve polyamiddir. Polimetilmetakrilat (akrilik veya "Perspex") 1935 yılında uçakların artık kullanılmaya başlanmasıyla havacılık sektöründe de plastik malzeme yer almaya başlamıştır. Kokpit imalatında kullanılan plastik malzemeler uçak içinde koruyucu perdelerde de kullanılmak üzere tercih edilmiştir.. Polistiren ise 1937'de, depolama sırasında polimerizasyonun önlenmesi için eski yöntemlere göre daha ekonomik bir yol olduğu ticari olarak üretilmiştir.

1938'de ilk epoksi reçineler İsviçre'de üretilmiştir. O yıllardaki ana uygulama alanı diş hekimliği ve tıptı. Bu ürün ile, hijyenik, kolay temizlenebilen yüzeyler ve az emek sarf edilen ürünler elde edilmiştir. Üre formaldehitin diğer türevlere göre daha çelici kılan özelliği daha açık renkli ve dayanıklılık mukavemetinin fazla olmasıdır. Modern yaşam standartlarına mükemmel bir uyum sağlamış ve yumurta şeklinde yemek kapları, mantar setler, kremler ve piknik ürünleri setlerinde ve buna benzer alanlarda birçok ünün yapımında kullanılmıştır.

1940'larda yaşanan İkinci Dünya Savaşı plastiklerin gelişimi için çok önemli bir zaman dilimidir. Yaklaşık 100 yıldır gelişerek büyüyen plastik sektöründe evsel amaçlı üretilen ürünler daha ucuz hale gelmiştir. Bu dönemde tüketiciler tasarım teknolojisi yönünden ihtiyaç duydukları yeni tekniklerden faydalanmışlardır. Günümüzde hayatımızın birçok alanında kullanmaya devam ettiğimiz plastik ürünlerin üretimi; polietilen, polyester, polistiren, PET, silikonlar ve bunlara benzer platik türleri savaş döneminde geliştirilmiş olup o zamanların ihtiyaçlarına cevap

vermiştir. Örneğin; silikonlar su yalıtımında kullanılıp su drenajını sağlamış ve ısıya dirençli boyalarda sıklıkla kullanılarak ısı izolasyonunu sağlamıştır.

Naylon tamamen insan yapımı üretilen ilk elyaf türüdür. 1920'li yılların sonunda keşfedilmiş, ancak 1940'lı yıllara kadar yaygın olarak kullanılmamıştır. Bükülmüş, dokunulmuş veya örülmüş hallerde olabilen uzun şekillerdeki filament yapılardan oluşan yeni plastik türüdür. Paraşüt yapımından zemin döşemesine kadar birçok alanda hayatımıza girmeye devam etmiştir. 1940 ve 1950'li yllar PVC'nin gelişimi için çok önemli olmuştur. PVC'nin kayıt yapılabilir özellikte olması bu çağda hızla gelişen müzik endüstrisinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmesini sağlamıştır. Günümüzde hala sıklıkla kullandığımız dekoratif Formica nın büyümesi 1950'li yıllarda görülmüştür. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde espresso bar ve kafelerinde, yemek masalarında sıklıkla kullanılmıştır. Melamin formaldehit reçinesi özellikle Çin'de popüler bir ürün olmuş, yemek masalarında hem kullanım kolaylığı hem de şıklık sağlamasıyla çokça tercih edilen bir ürün haline gelmiştir. 1956 yılında otomobil endüstrisinde ilk olarak çatısı fiberglas ile güçlendirilmiş doymamış polyester kullanılmış ve bu otomobillerin gövde tasarımındaki en büyük plastik kullanımı olmuştur. İlerleyen zamanlarda fiberglas ve polyesterin kombinasyonu otomobillerin kaportalarında ve çevresinde, teknelerin ise gövde kısımlarının üretiminde kullanılarak estetik bir görüntü oluşturduğu için rağbet görmüştür. 1933'te ilk def keşfedilen polietilen, 1950'li yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte güvenilir üretim yöntemleri ile malzemenin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Erime noktasının yüksek olması ısıya dayanıklılık gerektiren alanlarda da tercih edilme sebebi olmuştur Bu dönemde çok ünlü bir marka olan Tupperware'in kullandığı materyaldir.

1950'li yıllarda plastiklerin hızla gelişmesi giyim sektöründe de büyük bir ilgi toplamıstır. Polyester, naylon ve lycra kolay yıkanıp ütülemeye ihtiyaç duyulmaması ve genellikle doğal alternatiflere göre daha ucuz ve ekonomik olması aynı zamanda ev işçiliğinde sağladığı kolaylıklar sayesinde tüketicilerin popüler tercihi haline gelmiştir.

1960 ve 1970'li yıllarda modanın ön plana çıkası ile giyim endüstrisine daha çok plastik girmeye başlamıştır. Plastik sektörünün gittikçe gelişmesi bu işbirliğinde önemli rol oynamıştır. Sektörün gelişmesiyle piyasaya farklı türlerde birçok kumaş girmiştir. Bu sadece giyim endüstrisinde değil ev dekorasyonunda da farklı tasarımlı mobilyaların üretilebilmesini sağlamıştır. 1960'larda, PVC'nin ilk kez su için kullanılmış, kalıplanmış polipropilenden imal edilen yerli ürünler, taraklar ve şişe tıpaları gibi birçok ürün 1963'ten itibaren geliştirilmiştir. Hafif ve çok yönlü olması sebebiyle 1960'lı yılların sonlarında plastikler uzay aracı bileşenleri ve ekipmanlarının üretiminde kullanılmıştır.

1970'lerde teknolojinin hızla gelişmesinde de plastikler arka planda önemli rol oynamıştır. Mühendislikte ve teknoloji ile birlikte daha iyi gelişebilen bilgisayar endüstrisinde, metallerin ve geleneksel diğer materyallerin yerine artık plastikler baş göstermeye başlamıştır. Plastiğin hijyenik yapısı tıp dalında kullanımını yaygın ve önemli hale getirmiştir. Ancak 1970'li yıllarda sentetik ciddi tepkiler görmüş; kullanıcılar ahşap, cam, demir, çelik gibi doğal materyallere dönmeyi seçmişlerdir. Sonuç olarak bu tercih, plastik sektörü tarihinde ilk çöküşün yaşanmasına sebep olmuştur. 1970'li yılların sonlarında müzik dünyasında yaşanan Punk hareketliliği ile giysi ve moda aksesuarlarında vinil tercih edilmiş ve plastik sektörünün tekrar canlanmasını sağlamıştır.

1980'li ve 1990'lı yıllarda küresel iletişimdeki artışın en büyük sebebi, plastik kullanımı olmuştur. Plastiğin dayanıklı, hafif, esnek ve yalıtım sağlıyor olması bilgisayarlar, fiber optik kablolar, telefonlar gibi ekipmanlarda genellikle kullanılmasını sağlamıştır. Bu yıllarda otomobillerde kullanılan plastik oranı %11 artmıştır.

Alışveriş alışkanlıklarının değişmesi, süper ve hipermarketlerin hayatımıza girmesiyle plastikler artık ambalajlarda da yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Bu

gelişme plastiklerin özellikle gıda sektöründe ürünlerin üretimden kullanıma kadar geçen süresinde taze kalmasını sağlamasıyla olmuştur.

İç mekan tasarımlarlında kullanılan ürünlere alternatif de sunabilen plastik endüstrisi; hem görsel olarak mevcut ürünleri karşılamış hem de fiyat olarak daha uygun ürünler sunmuştur. Birçok alanda ürünü görsel olarak karşılamanın yanı sıra performans olarak da mevcut ürünlerden daha iyi sonuçlar vermektedir. Örneğin plastik malzeme ile deriyi, granit veya mermeri taklit eden katı yüzeyler yapılabilmektedir.

**Bilgi çağı ve plastiklerin bugünü**

Günümüzde plastikler hayatımızın her alanında artarak yerini almaktadır. Bilgisayarlar ve elektronik cihazlar, otomobillerin iç tasarımı, ileri teknoloji spor donanımları zamanla plastiksiz dünyayı tanımayan bir neslin oluşmasına sebep olmuştur.

Bu nedenle günümüzün sanal dünyası teknolojik olan dijital ortamlarla da yakından bir bağı mevcut olduğundan kaynaklı insan hayatında plastik malzemenin yayılması kısa zaman almakta ve rağbeti yüksek olmaktadır. Plastik malzemenin ucuz, kolaylıkla erişilebilir, bol ve çeşitli olması plastik malzemenin tercih edilmesinde de önemli etken sağlamaktadır.

Öte yandan plastik malzemeler yerine dijital ortamlarda elde edilen sanal görüntüler, sanal olarak kolaylıkla ulaşılabilen üç boyutlu ürünler plastiklere olan ilgiyi küçük bir miktarda da azaltabilmektedir. Kaset ve CD kullanımının gün geçtikçe azalması bu duruma olan en büyük örneklerden biri olmaktadır. Bir diğer yandan dijital kitaplar, sanal ortamlardan sağlanan klip ve videolara kolaylıkla ulaşılması bu bağlamda incelenebilmektedir. Bu ve buna benzer hayatı kolaylaştırabilecek dijital ortamların yansıttığı bilgi çağında beklenildiğinden daha az plastik kullanımı oluşmaktadır.

## 2.1.2. PLASTİK MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ

Kimyasal içerik bakımında plastikler polimerler grubuna girmektedir. Polimerin kimyadaki anlamı; çok küçük monomer yapıların tekrar etmesiyle oluşan büyük moleküllerdir. Böylelikle katı, sıvı, gaz olarak fiziksel halde monomerler bulunmaktadır.

Plastikler belirli basınçta kalıcı olarak şekil değiştirebilen madde olarak bilinmektedir. Üretim sektöründe plastik, belirli sıcaklıkta akıcı olması veya kıvam alması ile basınçlı altında tercih edilen formda kalıbın şeklini alabilen ürünler olarak tanımlanırlar. Plastik sektöründe malzemeler, doğal yani lifli malzemeler (ahşap, yün, deri vb.) ve sentetik olarak adlandırılırlar. Ahşap, yün, deri gibi malzemeler doğal polimerlerden oluşan malzemelerdir, sentetik olan malzemeler ise endüstri ortamında kullanılan malzemelerdir.

Plastiklerin ayırt edici özellikleri arasında en belirgin olan özelliği ısıya karşı erime dirençlerinin oldukça düşük olmasıdır. İç yapıları şekilsiz olduğu için ısı alınca kolaylıkla ama yavaş bir şekilde katı formdan sıvı forma geçişleri olmaktadır. Bu durum ise plastiklerin kolaylıkla işlem görmesini sağlamaktadır.

Plastikler istenilen formda kalıplanabilmekte, dış etkilere ve atmosfer etkilerine yüksek dayanım gösterebilmektedirler. Plastiklerin bazı türleri kimyasal müdahalelere karşı da direnç gösterir, elektrik iletkenlikleri yoktur ve ısı iletkenlikleri düşüktür, hafiftir, renklendirilebilirler ve nem almazlar. Kısmen yanıcıdırlar ve doğada kendiliğinden yok olmazlar.

Plastikler, günümüze kadar hem miktar hem de çeşitlilik bakımından büyük gelişme göstermişlerdir. Polimerlerin sahip olduğu en belirgin özellikler;

ağırlıklarının hafif, işlenebilirliği kolay, elektrik ve ısı yalıtkanlıklarının iyi, pürüzsüz bir yüzey kalitesine ve görünüme sahip olmasıdır.

**Plastiklerin genel görünüşleri:** Plastiklerin nerdeyse tamamı renksizdir. Tercih edilen uygun rengi vermek için plastik malzeme oluşturulurken renk verici pigmentler kullanılmaktadır.

**Plastiklerin yüzey sertliği:** Plastik yüzeyi yumuşak ve kolay çizilebilirdir. Bu plastik malzemeler için bir dezavantajdır.

**Plastiklerin yoğunluğu:** Plastiklerin yoğunluğu 0.8-2.5 g/cm ³ aralığındadır. Bu özelliği sayesinde hafifliği önemli olduğu yerlerde plastik öncelikli tercih olmaktadır.

**Plastiklerin ısısal özellikler:** Plastiklerin ısı iletkenliği genellikle düşüktür ve bu fiziksel temas ile malzeme içerisinde ısı birikmesine sebep olmaktadır Bunun önüne geçmek için plastiklerin içine metal tozları ve elyaf gibi çeşitli ek malzemeler ilave edilmektedir.

**Plastiklerin kimyasal özellikler:** Plastiklerin kimyasal dayanımları metal malzemelere göre daha fazladır. Bu plastiklerin metal malzemelere göre tercih edilme sebeplerindendir. Termoplastikler kuvvetli asit veya alkalilerden etkilenirler. Ayrıca organik solventler ile tepkimeye girdiğinde şişme yapıp çözünebilirler.

**Alevlenme:** Plastikler aleve karşı çok dayanıksızdırlar ve aşırı ısı ile temastan sonra çoğu plastik kullanılmaz hale gelir.

**Hava etkisiyle bozunma:** Plastiklerin renklendirilmesi boya ile yapıldığından ilklim şartları genellikle rengin solmasına ve bozulmasına neden olur. Havada bulunan radyasyon, yağmur veya dolunun sebep olduğun aşınma ve hava kirliliği fiziksel ve kimyasal olarak plastiklerde bozulmaya sebep olabilir.

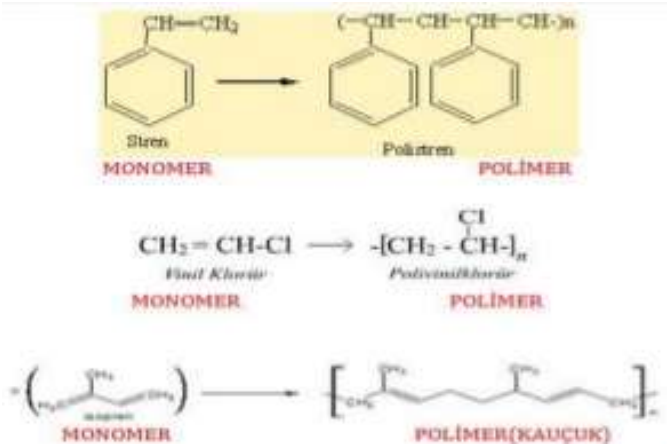
**Elektriksel özellikler:** Büyük çoğunlukla plastiklerin elektrik iletkenlikleri zayıftır, yalıtkandırlar. Plastik yapısındaki zincirlerindeki bağların birbirini sıkı bir

şekilde tutması ve yüksek kristalizasyon elektronların serbest olan hareketlerini engelleyerek yalıtkanlık sağlamaktadır.

**Mekanik özellikler:** Plastiklerdeki yüksek kristalizasyon mekanik mukavemet artmaktadır. Plastiklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri değişikçe mekanik özellikleri de değişebilir. Katkı maddesi olarak kullanılan cam elyafı ile mekanik özellikler yükseltilebilir.

### 2.1.3. PLASTİK MALZEMENİN YAPISI

Karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve diğer organik ya da inorganik elementlerin oluşturduğu monomer adı verilen; basit yapıdaki moleküllü gruplardaki bağın koparılarak polimer adı verilen uzun ve zincirli bir yapıya dönüştürülmesi ile elde edilen malzemelerdir (Url-1, Mart 2020). Plastiklerin yapı taşı olan polimerlerin ana iskeletini, -C-C- bağı oluşturur. Bu bağın yanında ana iskelette –C(O)O-, -C(O)N= -C-O-C- bağları da bulunabilir. Polimerler monomerlerine bağlı olarak düz zincir şeklinde veya üç boyutlu çapraz bağlı yapıda da olabilirler (Url-2, Mart 2020). Plastikler çoğunlukla petrolden üretilir ancak kömür ve selülozdan da elde edilebilir. Dünya çapında üretilen petrolün %4'ü plastik malzeme üretmek için kullanılmaktadır. Geri kalan petrol ise; otomobil yapmında, fabrikalarda ve enerji santrallerinde yakıt şeklinde kullanır ve bu kullanım doğayı kirletmektedir. Plastik üretiminde kullanılan petrolün %75'i dayanıklı ürünlerin elde edilmesinde kullanıldığından genel olan çevre kirliliğine neden olmamaktadır.




Şekil 1: Plastik Malzmenin Yapısı

## 2.1.4. PLASTİK MALZEMELERİN SINIFLANDIRILMASI

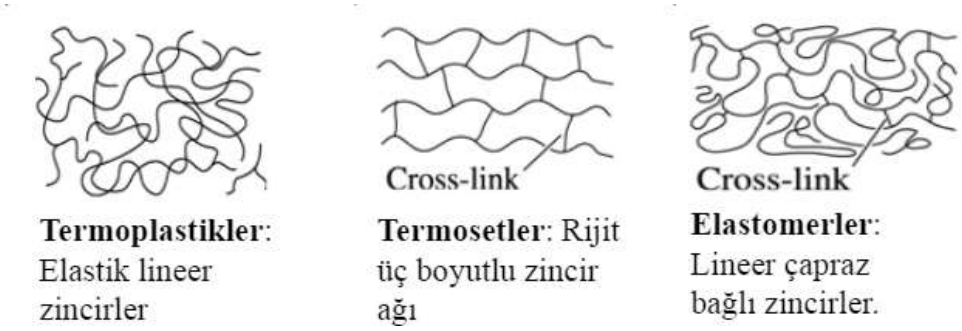
Plastikler üç temel ana gruba ayrılmaktadır. İşleme yöntemine göre polimerler;

- Termoplastikler

- Termosetler

-Elastomerler

Olmak üzere üç ana başlık altında toplanabilirler.




Şekil 2: Termoplastikler, Termosetler ve Elastomerlerin Yapısal Gösterimi

### 2.1.4.1 TERMOPLASİKLER

Polimer reçinelerden üretilen termoplastikler, soğutulduğunda sertleşen ve ısıtıldığında tümüyle karışılabilip sıvılaşabilen plastik türlerinden biridir. Termoplastiklerin en büyük özelliklerinden biri soğutulduğunda cama benzer özellik taşıdığından kaynaklı çatlamaya olanak sağlayan katı bir hal almaktadır. Çatlayan, kırılan veya herhangi bir deformeye uğrayan plastik malzemeler tekrar ısıtılabilir, şekil verilebilir ve dondurulup tekrar kullanılabilir bir materyale dönüşebilir. Termoplastiklerin bu özellikleri bu türdeki geri dönüştürülebilir kılmaktadır. Yapısı ve yoğunluğundan kaynaklı olarak birçok termoplastik malzeme türü vardır.

Termoplastikler, ısıtıldığı zaman homojen bir sıvı halde olan ve soğutulduğu zamanda ise sertleşip istenilen şekli alan polimer reçinelerinden üretilen bir plastik çeşitidir. Bu özelliği sayesinde termoplastikler tekrar ısıtılarak şekillendirilebilir, yani geri dönüştürülebilir. Ancak termoplastikler dondurulduklarında çatlama riskleri yüksek olmaktadır.

Bazı termoplastik türleri;

**Polietilen (PE)**

Ucuz olmasından dolayı en çok tercih edilen plastik türüdür. Bu toplam tüketimin %35`i kadardır. Ham haliyle saydam ve suyun ağırlığından hafiftir. Molekül yapısının simetrik bir şekilde dizilmesinin nedeni ile kristalleşebilmektedir. Kristallik oranı %90 seviyerine ulaşınca özgül ağırlığının artmasıyla birlikte mukavemeti ve yumuşama sıcaklığı buna bağlı olarak yükselmektedir. Sıklıkla ince bir film şeklinde paketleme, diğer malzemeler için ambalaj ve kaplama işlerinde ve ev eşyalarının üretilmeside sıklıkla kullanılmaktadır.



Şekil 3: Polietilen (PE) Ürün

**Polivinülklorür (PVC)**

Polietilenden sonra en çok tercih edilen ucuz bir plastik türüdür. Mukavemeti fazla, kimyasal ve fiziksel etkilere karşı mukavemetlidir. Alevle tepkimeye karşı dirençlidir fakat yanma esnasında zehirli gaz ortaya çıkmaktadır. Zemin kaplamaları, kapı, pencere malzemesi, boru şeklinde hortum, yapay deri üretiminde kullanılmaktadır.

**Polipropilen (PP)**

Yumuşama sıcaklığı yüksek mukavemetli bir malzemedir. Su emmesi çok az olduğundan çoğunlukla şişe, mutfak ve laboratuar malzemesi üretiminde kullanılmaya olanak sağlamaktadır.



Şekil 4: Polipropilen (PP) Ürün

**ABS (Akronitril-Bütadien-Stiren)**

Fiziksel ve kimyasal etkilere dayanıklı, mukavemet ve tokluğu yüksektir. Otomobil parçaları, elektronik aygıtların kapları ve buzdolabı parçaları üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır.

**Polistiren (PS)**

Doğal halde saydam ve kokusuzdur ancak diğer termoplastiklere göre çevreye ve kimyasal etkilere karşı mukavemeti azdır. Kolay işlenilebilmesi nedeniyle ucuzdurlar. Radyo kabinleri, oyuncaklar, ev eşyaları imalatında kullanılır.

### Naylon

Poliyamidler grubundan naylonun dayanıklılığı yüksek olup aşınmaya karşı dirençlidir. Naylonların üretimi kolaydır ancak pahalıdır. Dişli yatak ve benzeri parçaların üretiminde kullanılırlar.



Şekil 5: Naylon Ürün

### Polimetilmetakrilat (PMMA)

PMMA akrilikler grubundandır ve şeffaftır. Sert olduğu için dışarıdan gelen fiziksel etkilere karşı dayanıklıdır. Günlük hayatta pleksiglas olarak tanınan ismi ile deniz, hava ve kara yolu araçlarında, lamba ve reklam panoları imalatında kullanılır.

### Polikarbonat (PC)

Dirençleri oldukça yüksek olan polikarbonatlar otomobil, hava yolu taşıtlarında, el aletlerinin parçalarında imalatı sağlanmaktadır. Dayanıklı bir plastik türü olduğu için baretlerde de kullanılmaktadır.

**Politetrafloretilen (Teflon)**

Politetrafloretilen büyük ölçüde kristalleşir. Simetrik ve homojen yapıya sahiptir. Plastik malzemeler arasında öz ağırlığı en yüksek olan polimer türüdür. (2,3 gr/cm³). Mukavemeti ve aşınmaya karşı dirençleri yüksek olmasına rağmen sürtünme kat sayısı oldukça düşüktür. -200C ile +260C arasındaki sıcaklıkta kullanılmaya uygundur. Asit ve bazlara karşı dayanıklıdır. Sürtünme kat sayısı düşük ve kaygan bir yüzeye sahip olduğundan yatak, boru, pompa ve izolasyon şeritleri imalatına uygundur. Yüksek sıcaklığa dayanıklılığından dolayı mutfak eşyalarında tercih edilir.




Şekil 6: Politetrafloretilen Ürün

## 2.1.4.2. TERMOSETLER

Atom zincirleri güçlü olan kovalent bağlardan oluşan termosetler; termoplastiklerin aksine ısıtılıp şekil verildikten sonra tekrar ısıtılıp başka şekillere dönüştürülemezler. Atom zincirleri arasında bulunan güçlü kovalent bağlardan dolayı yapıları bozulan ve tekrar şekil alamayan termosetler oda sıcalığında sıvı halde bulunmaktadır.

1909 yılında Dr. LeoBaekeland tarafından ticari amaçlı ilk termoset üretilmiştir. Bakalit şeklini ısı ve basınç altında dahi değiştirmeyen bir malzemedir. Sürekli ısıya maruz kalan mutfak eşyaları, ütü gibi ürünlerin tutma yerlerinde yalıtım malzemesi olarak kullanılmıştır. İlerleyen yıllarda kulaklıklar, elektrik yalıtımı ve bağlantılarında da tercih edilmiştir

Bilinen termoset türleri şunlardır;

**Fenolik**

Endüstriyel plastiklerin başında gelen bakalit (fenol formaldehid) geliştirilen ilk sentetik polimerdir. Mukavemeti yüksek, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklı, kolay işlenebilir, uygun fiyatlı olması sebebiyle çokça tercih edilmektedir. Cam lifi, pamuk ve odun talaşı eklenerek mukavemet ve sertlikleri arttırılır. Kullanım alanları; elektrik ve oto endüstrisi, mobilya ve yapılarda kaplama ve yapıştırma olarak sıralanabilir.





Şekil 7: Fenolik Ürün - Şekil 8: Fenolik Ürün 2

**Epoksit**

Mukavemeti, sertliği oldukça fazla ve kimyasal etkilere dayanıklı olması sebebiyle koruyucu ve dekoratif kaplama işlerinde elverişlidirler. İçerisine cam,

karbon ve boron lifleri ile katılarak mukavemetleri arttırılabilir. Uçak ve uzay aracı gövdelerinde tercih edilmektedir, ancak pahalı bir üründür. Günümüzde zemin kaplamalarında da kullanılmaktadır.



Şekil 9: Epoksit Ürün

**Poliyester**

Poliyesterler aslında düşük viskoziteli lineer polimerlerdir ancak, katkı maddeleri ile çapraz bağlar oluşturulur ve termoset plastik elde edilir. Dış etkilere dayanıklılıkları yüksektir ve kolay uygulanırlar. Cam elyafı ile pekiştirilmiş halde deniz ve kara yolu araçlarının gövdelerinde ve su tankları imalatında tercih edilirler.

**Amin**

Fiziksel ve kimyasal etkilere dayanıklıdır. Kokuya ve herhangi bir tada sahip değildirler. Sıcaklık fiziksel olarak değişimini etkilemediği için özellikle ateşle teması olan mutfak ve ev eşyaları imalatında sıklıkla kullanılmaktadırlar. Melaminformaldehid ve üre-formeldahid bu gruptandır.

**Silikon**

Si atomlarının zincirleri kararsız olduğundan kendi aralarında bağ oluşturmaları zordur ancak oksijen atomlarıyla kolaylıkla bağ oluşturabildiğinden polimerize olma yetenekleri vardır. Bu şekilde silikon oluşur. Silikon kauçuklar -100 C ile 250 C arasında elastikiyetini korur. Elektrik ve su yalıtımında kullanılır ve pahalıdır.

## 2.1.4.3.ELASTOMERLER

Elastomerler, yalıtımı yüksek ve düşük deformasyonlu, farklı şekiller verilebilen bükülebilir plastik malzeme kategorisidir. Elastomerlerin kullanım alanlarına; kaykay tekerlekleri, tenis ayakkabılarının tabanları, hoparlör kablolarını ve telefon hatlarını saran yalıtımlar gibi örnekler verebiliriz. Elastomerler doğal ve yapay kauçuktan olabilir.

Elastomerler ilk doğal kauçuk olarak yaygınlaşmıştır. Yaşayan bir ağacın kabuklarının iç kısımlarında süte benzer bir sıvıdır. Çoğunlukla tropikal bitkilerde olur.

Ancak günümüzde doğal kauçuklar, kauçuk pazarının yalnızca dörtte birini oluşturur. Pazarın geri kalan kısmını 19. Yüzyıldan günümüze gelişerek gelen ve 20. yüzyılın ikinci yarısına ticari amaçlı kullanımıyla, kimyasal işlemler ile sentetik olarak elde edilen kauçuklar karşılamaktadır.

Sentetik veya doğal kauçukların üretimi sert ve kuru bir malzeme olarak yapılır. Üretilen malzeme balyalar halinde ürün imalatçısına gönderilir. Polimerlerin ham yapısına çeşitli katkı maddeleri eklenerek değiştirilir ve kullanışlı ürünler haline getirilir.

Bazı elastomer türleri şunlardır;

**Stiren Butadien Kauçuk (SBR)**

Dünya üzerinde bulunan tek sentetik kauçuk olan stiren butadien kauçuk (sbr), günümüzde birçok sektörde tercih edilmektedir. Kimyasal olarak elde edilen bir ürün olan stiren butadien kauçuğu; bütaditen ile strien, 3/1 oranlarında kopolimer oluştururlar. Sentetik kauçuklar içerisinde sıklıkla tercih ediliyor olması, çok sayıda amaç için kullanılabiliyor olmasından kaynaklanmaktadır. Aşınmaya karşı oldukça yüksek bir dirence sahip olması ulaşım araçlarının tekerleklerinde zemin ile araç arasındaki sürtünmeyi önlemek amaçlı kullanılmaktadır. Dünya çapında üretilen sentetik kauçukların büyük bir bölümünü stiren butadien kauçuk oluşturmaktadır. Stiren butadien kauçuk genellikle% 23 oranında strein içermektedir. Bu oran arttıkça daha sert olur ancak düşük sıcaklıklara olan dayanımı da azalır. Stiren butadien kauçuk doğal kauçuğa benzer ve kauçuğun atmosferik dayanıklılığı yüksektir. Stiren butadien kauçuğun kulanım sıcaklık aralığı – 50 ile 110 derece arasındadır. Stiren butadien kauçuk maliyeti düşük olduğundan ekonomik bir avantaj sağlar.





Şekil 10: SBR Ürünler - Şekil 11: SBR Ürünler 2

**Etilen Propilen Dien Monomer (EPDM)**

Etilen propilen dien monomer (epdm) hafifliği ve mukavemeti ile ön plandadır. Etilen oranı % 45 ve % 75 arasındadır. İsteğe göre sıfır üretilen bir materyal olan etilen propilen dien monomer, kısaca propilen kauçuktur. EPDM'in sıcaklığa, ozona ve atmosfer koşullarına karşı mukavemetlidir. Ayrıca fosfat, glikol esaslı olan fren yağları, hava koşulları ve su buharına karşı etilen propilen dien monomer'in dayanıklılığının yüksek olması, özellikle sanayide tercih edilen bir ürün olmasını sağlamaktadır. EPDM'in doymuş yapıda olması, 150 derecede bile kullanılabilir olmasını sağlar. Günümüzde otomotiv endüstrisi başta olmak üzere birçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır.



Şekil 12: EPDM Granül

**Nitril Butadien Kauçuk (NBR)**

Nitril kauçuk butadien ve akrilonitrilmonomerlerinin kopolimerizasyonu ile oluşturulur. Nitril grubunun yağlara, solventlere ve aşınmaya dayanımı çok yüksektir. Diğer elastomerlerdeki gibi NBR hamuruna, PVC ilavesi yaparak ozon dayanımı yüksek ürünler elde edilebilir.

## 2.2.ARAÇ LASTİKLERİNİN YAPISI

Bir araç lastiği yüzlerce heterejon malzemeden oluşmaktadır. Lastikler çelik teller ve tekstil ürünlerinin harmanlanmasıyla oluşur ve araç ile yer temasını sağlayan en önemli materyaldir. Lastiklerin içinde bulunan hava aracılığı ile ait olduğu aracın ve üzerindeki yükün taşınmasına yardımcı olmaktadır. Lastiğin ana kısmı vulkanize kauçuktan, lastik dolgusundan, lastikleştirilmiş dokudan, çelik tellerden ve karbon siyahı veya silika jel, kükürt, çinko oksit, proses yağı, destekleyici bilye ve daha birçok katkı maddesinden oluşmaktadır (Unapumnuk, 2008). Lastiğin kimyasal olarak bileşimi C ve H'den oluşan hidrokarbonlardır. Bunlar genelde yüksek molekül ağırlıklı polimerlerdir. Polimerlerin yapısı 1000-20000 birim tek ve çift bağlı C-H monomerlerinden ibarettir. En çok kullanılan kauçuk türleri doğal kauçuk (NR), stiren bütadien kauçuk (SBR) ve bütadien kauçuktur (BR). Doğal kauçuk isopren, bütadien, stiren ve isobütilden oluşurken, SBR ise stiren, alkan ve alkenlerden oluşmaktadır (Gönüllü, 2004).

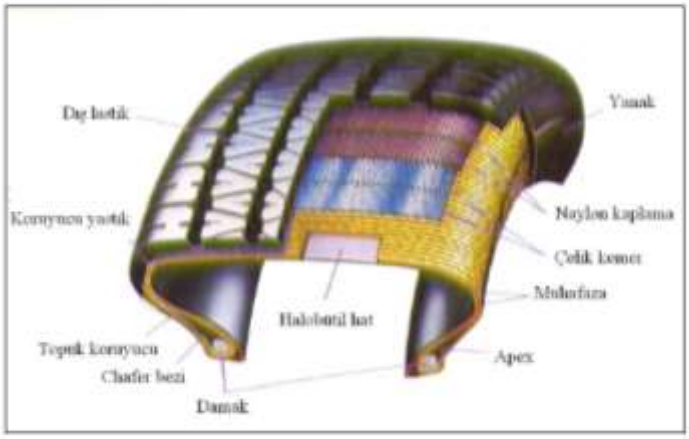
Lastiklerin yüzdelik bileşimlerini gösterten tablo Tablo1'de verilmiştir.

Tablo 1: Lastiğin Bileşimi (Unapumnuk, 2008)

| **Lastik Bileşimi** | **%** |
|---|---|
| Doğal kauçuk | 15-19 |
| Karbon siyahı | 24-28 |
| Sentetik kauçuk | 25-29 |
| Çelik tel | 9-13 |
| Tekstil telleri | 5-6 |
| Kimyasal katkılar | 14-15 |

Araç lastiği üretiminde gerçekleştirilen başlıca aşamalar; hammaddenin hazırlanması, karıştırma, haddeleme, çekme, lastik elemanlarının ön montajı,

lastik elemanlarının monte edilmesi, şekil verme ve vulkanizasyondan oluşmaktadır.




Şekil 13: Lastiğin Yapısı (Unapumnuk, 2008)

## 2.3. İZLENEBİLİRLİK, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE GERİ DÖNÜŞÜM

Bir ürünün nihai üretim noktasından ömrünü yitirene kadar olan kısma kadar izlenebilirlik, sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm kavramları iç içe gelişmektedir.

Kısa olarak izlenebilirlik; bir ürünün üretiminden sonra takibinin yapılabilmesi, sürdürülebilirlik; bir ürünün üretildikten sonra gelecek nesilleri de düşünerek olabildiğince kullanılması, geri dönüşüm ise; üretilen ürünlerin ömrünü tamamlaması veya deforme olması sonucu çeşitli işlemlerden geçerek tekrar bir ürün oluşturulmasıdır.

### 2.3.1. İZLENEBİLİRLİK

İzlenebilirlik, ölçüm hizmeti verilen gıda, biyokimya, çevre, tekstil, inşaat gibi birçok sektör için sürecin takibi, sistemin sorgusu, kalitenin eldesi ve sürdürülebilirliği için çok önemlidir.

İzlenebilirlik, bir ürünün üretimden itibaren paketlenmesi, depolanması, nakliyesi ve nihai satış noktasına ulaşması sırasındaki tüm bilgilere ulaşılabilmesi ve kayıt altına alınması, böylece geriye dönük takibinin yapılabilmesi işlemidir (Opara, 2003).

Avrupa'da, tedarik zincirinin farklı aşamalarındaki ürün akış yönetimine ve kayıt altına alınan bilgi miktarına bağlı olarak iki çeşit izlenebilirlik sistemi vardır. Bunlar; tedarik zinciri izlenebilirlik sistemi ve ürün izlenebilirlik sistemidir (Banterle, 2008). Aslında bu izlenebilirlik sistemleri dışında ürün, girdi, ölçü/ ölçme izlenebilirliği olmak üzere farklı kategoriler ve amaçlarla da kontrol edilmektedir (Cebeci, 2017).

**Ürün İzlenebilirliği:** Lojistik, geri toplama ve tüketiciye bilgi sağlamayı kolaylaştırma amacıyla bir ürünün tedarik zincirindeki fiziksel konumunu saptama işlemidir.

**Süreç İzlenebilirliği:** Ürünün üretim, depolama, işleme gibi aşamalarda geçirmiş olduğu uygulama ve işlemlerinin türü ve zamanını belirleme amacı taşımaktadır. Bu bir tür "nerede, ne zaman, ne oldu/yapıldı" sorularına yanıt arayan bir izlenebilirlik biçimidir.

**Girdi izlenebilirliği:** Üretimde kullanılan her türlü girdinin sağlandığı yer ve özellikleri gibi bilgilerin izlenebilirliğini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

**Ölçü/Ölçme izlenebilirliği:** Ürünlerin belli bileşenler ve risk etkenleri bakımından analiz edilmesi yanında ölçü ve test elemanlarının standartlara

uygunluğu ve kalibrasyonunun yeterliliğini izlemeyi de amaçlayan bir izlenebilirlik yöntemidir (Cebeci, 2017).

Türkiye'de ürün doğrulama ve takip sistemi ile ilgili çok sayıda bilimsel çalışma yapılmamasına rağmen, belirli kuruluşlar tarafından kurulan programlar yardımıyla internet üzerinden izlenebilirlik hizmeti verilmeye ve kullanıcı kılavuzları yayımlanmaya, kurs ve seminerler düzenlenmeye başlanmış ve genellikle büyük ölçekli firmalar tarafından da izlenebilirlik sistemlerine olan talep artmıştır (Çetin, 2014).

### 2.3.2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

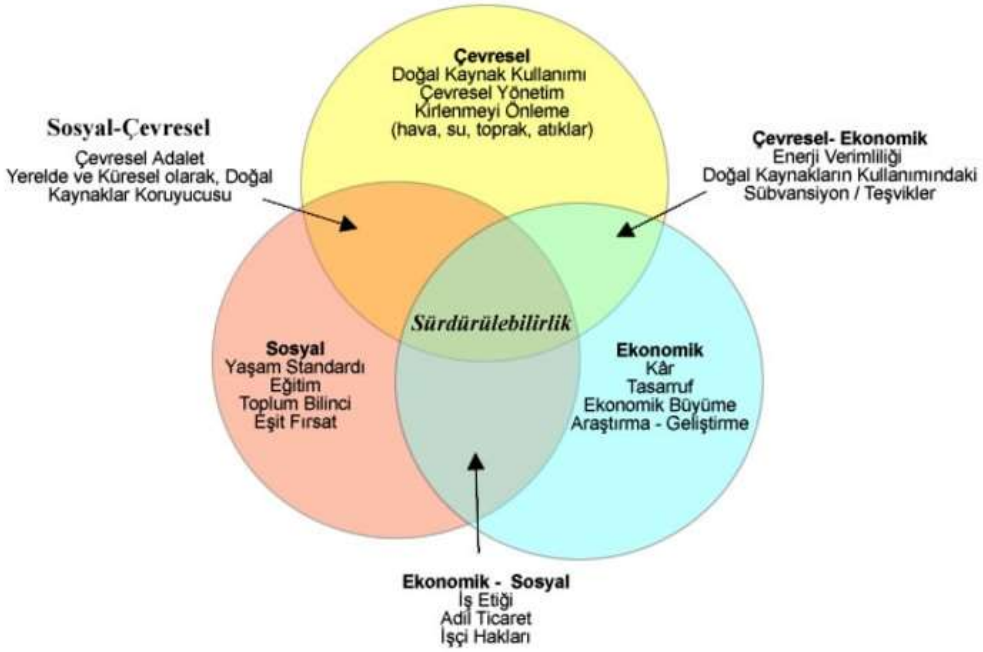
Sürdürülebilirlik insan yaşamını daim kılarak, üretim ve çeşitliliğin devamlılığını sağlayabilmektir. Başka bir tanımla sürdürülebilirlik, kendi ihtiyaçlarımızı karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilmelerine engel olmamaktır.

Türkçe literatürde genel kabul gören birebir karşılığı olmamakla birlikte, "sürekli [daimi, mütemadiyen, devamlı, kesintisiz] olma kabiliyeti veya becerisi" şeklinde tercüme edebileceğimiz sürdürülebilirlik kavramı, Latince "sustain" sözcüğüne karşılık gelmektedir. Bu kavramın İngilizce'ye geçişi de oldukça yakın zamanda olmuştur. Yolles&Fink'in (2014: 1) Lutz Newton &Freyfogle'den (2005) alıntılayarak aktardığına göre, bu kavram ilk kez Oxford Dictionary'nin online versiyonu tarafından 1980'lerin ortalarında kullanılmıştır. Bahsi geçen sözlükte sürdürülebilirlik, "belli bir oranda veya düzeyde devam ettirilebilme" şeklinde telâffuz edilmektedir (Url 2, Mart 2020).

Daha perspektif bir açıdan bakıldığında sürdürülebilirlik, bir ürünün veya bir olgunun uzun zaman boyunca kendisini koruyabilme, muhafaza edebilme, kendi varlığını sürdürebilme becerisi ve yeteneğidir. Bir ürün, bir eylem veya herhangi bir şey sürdürülebilir ise; bahsi geçen şeyin yeniden kullanılabilir, tekrarlanabilir veya o şeyin geri dönüşümü mümkündür.

Sürdürülebilirlik kelimesi ile ilk olarak 1987 yılında yayınlanan Birleşmiş Milletler bünyesi altında çalışmakta olan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun "Ortak Geleceğimiz" isimli rapor aracılığı ile tanıştık. Bu raporda yer alan sürdürülebilirlik tanımı şu şekildedir: "İnsanlık; doğanın gelecek nesillerin gereksinimlerine yanıt verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçları temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir."

Sürdürülebilirlik birçok kavramı içerisinde barındırmaktadır. Bu kavramlar arasında ekolojik, ekonomik ve toplumsal boyutlar içerisinde ortak yaklaşım sağlanarak bir bütünlük elde edilebilmektedir. Sürdürülebilirliğin özünde gelecek nesillere doğal kaynakların bitmediği, yaşamın kolay olduğu, rahat nefes alınabilen, eşitlik ve refahın sağlanabildiği sosyal çevre, birey ile toplum arasında doğal çevreyi sergileyen ve gözeten bir ekonomik sistem vb. durumlar ile daha yaşanılabilir bir dünya bırakmak mevcuttur.




Şekil 14: Sürdürülebilirlik Şeması

### 2.3.2.1. PLASTİK SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Plastik sektörü, iklim değişikliği, enerji ve kaynak verimliliği, tüketici koruma ve atık yönetimi gibi önemli konulara çözüm bulma noktasında, politika üreticileri ve diğer paydaşlara karşı sorumlu bir ortaktır. PlasticsEurope'un ortak bir plastik sanayi vizyonu ve yaklaşımı geliştirmek amacıyla değer zinciriyle yakın çalışmalar içinde olmasının nedeni plastiklerin bu konularla başa çıkmada büyük bir potansiyele sahip olmasıdır.

Plastik, yeni yaşam tarzlarının kalite, konfor ve güvenliğinin sağlanması ve sürdürülebilmesi noktasında önemli bir rol oynar. Etkileyici maliyet-performans oranı, her türlü gelir grubundan insanların faydalanabilmesi anlamına gelir. Ancak toplumun ihtiyaçlarını karşılamak yalnızca bugüne özgü bir durum değildir. Gelecek nesillerin de malzeme ve diğer faydalara erişebilmeye hakkı vardır. Yarının ihtiyaçlarını karşılamak "Sürdürülebilir Kalkınma" konseptinin temelidir. Plastik ürünler, çoğalan nüfusla beraber artış gösteren su, gıda, barınma, temizlik, enerji, sağlık hizmetleri ve ekonomik güvenlik taleplerinin olduğu bir dünyada, insan yaşamının iyileştirilmesi, doğal kaynakların korunması ve gelecek nesiller için çevrenin muhafaza edilmesine sürekli olarak yardımcı olur (Url-3, Nisan 2020)

### 2.3.3. GERİ DÖNÜŞÜM

Geri dönüşüm, kullanım ömrünü tamamlamış atıkların birçok geri dönüşüm yöntemi ile aynı veya farklı türde ham madde olarak tekrar üretime kazandırılma şeklidir.

Daha önceden tüketilmiş maddelerin tekrar geri dönüşüm çemberine dahil olabilmesinin en önemli katkısı ham madde ihtiyacının azalmasıdır. Böylece hızla artan insan nüfusu ile paralel artış gösteren tüketim miktarlarının ekolojik dengeyi

bozması ve doğaya zarar vermesinin önüne geçilmiş olur. Aynı zamanda geri dönüşümü sağlanabilen ürünlerin yeni bir ham madde olarak terci edilmesi büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlamaktadır.




Şekil 15: Geri Dönüşüm Şeması

Şekil 15: Geri Dönüşüm Şeması

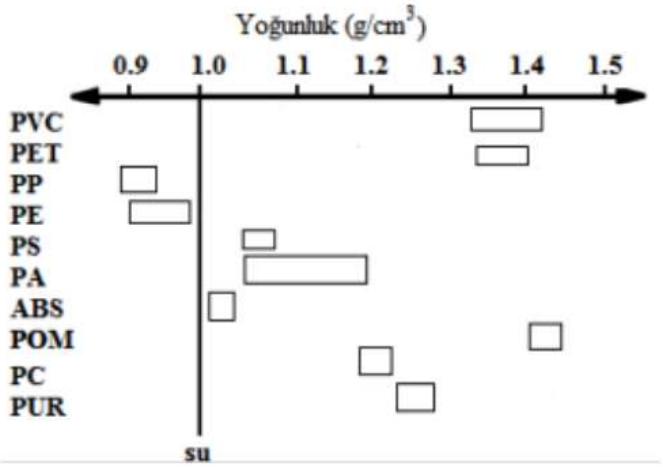
Geri dönüşümün en önemli amacı; kaynakların lüzumsuz kullanılmasının önüne geçmek ve çöp miktarlarının azaltılmasını sağlamaktır. Doğada bulunan ve geri dönüştürülebilen başlıca maddeler; kağıt, plastik, cam, kauçuk, demir, bakır, çelik, bakır, elektronik atıklar vb. maddelerdir. Bu ürünlerin geri dönüştürülmesi ve tekrar kullanılacak hale getirilmesi, doğal kaynakların hızla tükenmesinin önüne geçecektir. Bu durum aynı zamanda ülke ekonomisinin gelişmesine de önemli katkı sağlar. Örneğin kullanılmış ahşabın tekrar ahşap bir ürün imalatında kullanılarak; hava, çevre ve su kirliliğinin azalması sağlanır. Böylelikle her imalat için yeni ağaç kesilmesi önlenmiş olur.

Geri dönüşüm sayesinde tabii kaynakların hızla tükenmesine engel olur ve gelecek nesillere doğal kaynaklara tükenmeden erişebilme imkanı sağlar. Geri dönüşüm sayesinde oluşturulan ham maddeler birincil ham maddeye göre daha ekonomiktir ve işlem sayısı azalacağı için enerji tasarrufu sağlamaktadır. Katı kkatıkların en büyük problemi olan depolanması ve transferi gibi problemlerin de önüne geçer ve çevre kirliliği azalır. Çevre kirliliğinin azalması dolaylı yolsan insan sağlığını olumlu etkiler ve bu da sağlık giderlerinin azalmasını sağlar.

### 2.3.3.1. PLASTİKLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Geri kazanım; değerlendirilebilir atıkların özelliklerine göre toplanarak, katı atık tesislerinde işlenmesi, atıkların yeniden üretim sürecine girebilecek hale getirilmesidir. Geri kazanımı sağlanamadığı için ve her yıl artarak çoğalan plastik atıkların yaratacağı sonuçlar ortadadır. Plastik tüketiminin büyük çoğunluğu PE, PET, PP, PS ve PVC gibi polimerlerden oluşur. Dünyamızı ve doğal kaynaklarımızı korumak amacıyla plastik malzemelerin geri dönüşümü gerekli ve önemlidir. Plastik atıkların geri kazanımı için öncelikle atıkların toplanması gerekmektedir. Daha sonra toplanan plastik atıkların ayırma işlemi yapılır. Plastikleri ayırmada çeşitli yöntemler vardır. Yüzdürme-batırma, elle ayıklama, hava ile sınıflandırma, seçimli çözündürme ve lazer taraması gibi değişik türdeki ayırma teknikleri kullanılmaktadır. Plastiklerin yoğunluk farklılıkları tablosu Tablo 2'de verilmiştir. Tablodan anlaşıldığı üzere, plastiklerin yoğunlukları 0,9 g/cm3 ile 1,427 g/cm3 arasında ve birbirlerine oldukça yakındır. Yoğunlukları büyükten küçüğe POM > PVC > PET > PUR > PC > PA > PS > ABS > PE > PP şeklindedir.

Tablo 2: Plastiklerin Yoğunluk aralıkları Tablosu




### 2.3.3.2. ATIK LASTİKLERDEN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL PROBLEMLER VE ATIK LASTİKLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Atık lastiklerin zor ayrışabilir olması ve çok miktarda üretilmesi pek çok çevresel problemlere neden olmaktadır. Atık lastiklerin depo alanlarda oluşturdukları başlıca çevre sorunları şu şekildedir; özellikle yaz aylarında lastik öbeklerinde meydana gelen şiddetli yangınlar, lastiklerin hacimli ve boşluklu olması nedeniyle bu atık topluluklarında yaşama fırsatı bulan örümcekler ve kemirici hayvanlardır. Araç lastiklerinin içlerinin boşluklu olması yüksek miktarda hava barındırdığından oluşan yangının sönmesini zorlaştırmaktadır. Bu aynı zamanda atmosfere karbon siyahı, uçucu organikler, yarı-uçucu organikler, çok halkalı hidrokarbonlar, yağlar, kükürt oksitler, azot oksitler, nitrosaminler, karbon oksitleri, uçucu partiküller ve As, Cd, Cr, Pb, Zn, Fe vb. çok miktarda zararlı bileşik yayılmasına neden olmaktadır. Yangınların sonucunda atmosfere yayılan bu zararlı maddeler yangının oluşturduğu çevredeki toprak ve suların kirlenmesine sebep olmaktadır. Lastik içlerinde yaşayan ve üreyen hayvanlar ise sağlık açısından oldukça tehdit edici hastalıkların, özellikle yağmurlardan sonra hızla yayılmasına neden olmaktadır.

Yıprandığı için araçlardan sökülen veya kullanılmadığı halde raf ömrünü tamladığı artık kullanıma uygun olmayan lastikler ömrünü tamamlamış lastikler olarak ifade edilmektedir. Kullanıma uygun olmayan ömrünü tamamlamış lastik

statüsünde tanımlanan lastikler enerji geri kazanımı amacıyla değerlendirilebilmektedir. Türkiye'de her yıl yaklaşık olarak 200.000 ton civarında ömrünü tamamlamış lastik oluşmaktadır. Bu lastiklerin geri dönüşümünün sağlanması ekonomi ve çevre açısından oldukça önem arz etmektedir. Atık lastikler diğer katı atıklardan farklı olarak, ön işlemden geçirilmeden atık depolama sahalarında bertaraf edilemezler. Bunların ayrışması için öncelikle boyut küçültme işleminden geçirilmeleri, yani küçük parçalara ayrılmaları gerekmektedir. Aksi takdirde, vahşi depolama sahalarında lastik stoklarının oluşmasına neden olurlar. Bu lastik stokları, sıçan, fare, sivrisinek ve bazı haşerelerin yaşamalarına barınak sağlanmasına sebep olduğu gibi, atıldığı yerlerde veya depolandığı stoklarda kontrolü güç büyük yangınlar için bir potansiyel oluşturmaktadır. Atık lastiklerin yönetiminde her ülkede farklı uygulamalar söz konusudur.Avrupa Birliği ülkelerinde 1990 yılında üretilen lastiklerin %62'si düzenli depolama sahalarına gönderilirken, 2000 yılında bu oran %35'e düşmüş ve 2006 yılında sıfır olmuştur (Juma ve ark., 2006). Depolama sahalarına gitmeden değerlendirilen atık lastikler bütün halde kullanılabildiği gibi parçalanmış veya granül halde de farklı kullanım alanlarına sahiptirler. Tablo 3'de üç farklı özellikteki atık lastiğin Avrupa Birliği'ndeki kullanım alanları görülmektedir (Ünlü, 2006).

Tablo 3: Avrupa Birliği'nde Lastiklerin Geri Kazanım Uygulamaları (Ünlü, 2006)

| **Bütün lastikler** | **Parçalanmış lastikler** | **Granül ve toz halindeki lastikler** |
|---|---|---|
| Kaplama | Alternatif yakıt | Spor sahaları |
| Alternatif yakıt | Düzenli depolama alanları | Çatı kaplama malzemeleri |
| Ses bariyerleri | Yol drenajları | Çocuk oyun alanları |
| İnşaat sektörü | İnşaat alanları drenajı | Asfalt katkısı |
| Suni resifler | Tren yolları etrafına dolgu | Kaldırım taşları |
| Dolgu | Kompost | Ayakkabı tabanı |
| | Yol inşaatı dolgusu | Spor ekipmanı |

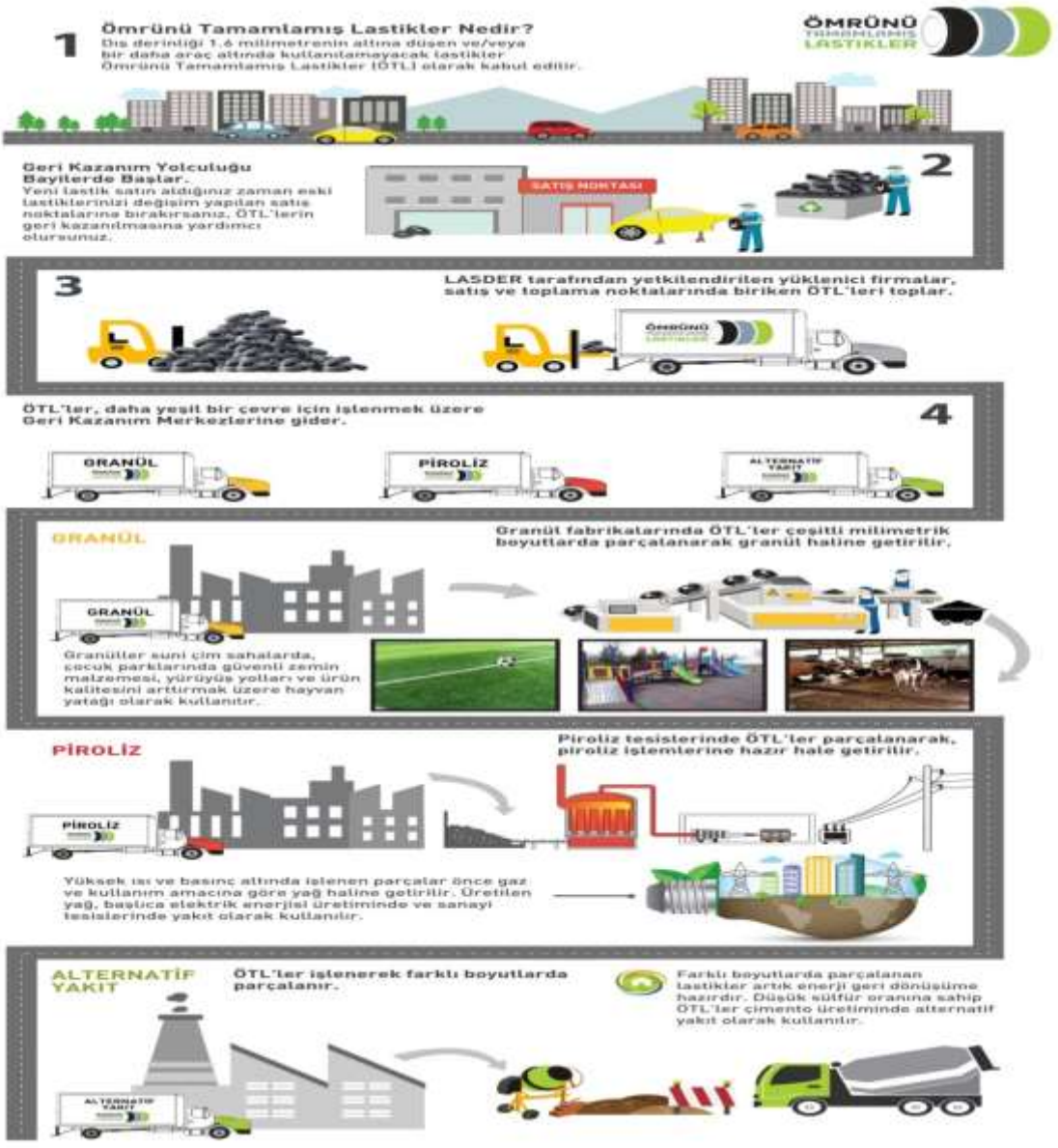
Atık lastiklerin yönetiminde uygulama sıralaması tüm atık yönetim sistemlerinde olduğu gibi atık azaltımı, yeniden kullanma, geri dönüşüm ve geri kazanım şeklinde olmalıdır. Lastiklerin ömürlerini uzatacak faydalı yaklaşımlarla atıkların azaltılması sağlanabilir. Satıcı ve üretici açısından ekonomik fayda sağlayan bu yöntem ile yeni lastik üretimi için kullanılan ham maddeler korunur. Geri dönüşüm kapsamında ise, atık lastikler bütün halde, motorlu spor alanlarında sınırlayıcı, deniz kıyısında gemi yanaşma noktalarında esneklik ve koruma amaçlı, araç park alanlarında koruma gibi amaçlarla kullanılmaktadırlar. Granül hale getirilen atık lastikler ise otomotiv endüstrisinde, spor alanları ve çocuk oyun alanları zemininde, inşaatlarda ve inşaat malzemesi, zemin ve asfalt uygulamalarında, kullanılmaktadırlar. Şekil 16'da atık lastiklerin kullanım alanlarına ait bazı uygulamalar görülmektedir.



Şekil 16: Atık Lastiklerin Geri Dönüşümü ile İlgili Bazı Uygulamalar

Olumsuz çevresel etkilerinden dolayı, atık lastiklerin bertarafında enerji ve maddesel geri kazanım sağlamak için yakma ve piroliz gibi yöntemler geliştirilmiştir. Atık lastiği hammadde olarak geri kazanmak ve ısıl işlemlerden geçirerek enerji elde etmek pek çok problemi ortadan kaldıran en uygun yöntemlerdir (Gönüllü, 2004). Atık lastikler, kömür gibi konvansiyonel yakıtlardan daha yüksek ısıl değere sahip oldukları için özellikle çimento fabrikalarında ikincil yakıt olarak doğrudan kullanılabilmektedir. Lastiklerin alternatif yakıt olarak kullanımıyla ilgili uygulamalar Amerika'da ve Avrupa ülkelerindeki çimento fabrikalarında uzun yıllardır sürdürülmektedir. Ülkemizde de alternatif yakıt kullanmak üzere lisans almış olan çimento fabrikaları mevcuttur. Genellikle, fırının orta kısmından ya da kalsinasyon aşamasında fırına parçalanarak ya da bütün olarak alınırlar. Lastik, ön ısıtma sisteminde ya da fırın yakma sisteminde de kullanılabilir. %20-25 oranında atık lastik kullanımının gerek klinker üretim prosesine gerekse çevreye herhangi bir olumsuz etkisi bulunmamaktadır. Bunun yanında bütün ya da parçalanmış haldeki lastikler için tutarlı bir besleme miktarı oluşturulması, yakıtın tamamen yanmasını sağlar ve proseste ısı dalgalanmaları olmasını önler (Ünlü, 2006).Genellikle yakma sonucunda inert bir madde olan kül kalmaktadır ve bu kül, kurşun ve kadmiyum tuzları içerdiğinden, uzaklaştırılmasında ve depolanmasında bazı sorunlar yaşanmaktadır. Yakma sisteminde 400°C'nin üstünde ekzotermik reaksiyonlar gerçekleşmekte ve sıcaklık kendi kendine artmaktadır. Yanma sırasında oluşan ısı ve buhar endüstriyel proseslerde elektrik üretiminde ve ısı ihtiyacını karşılamakta kullanılmaktadır. Ancak yakma sonucu oluşan toksik gazlar (SO2, H2S, HCl, HCN, vb.) insan sağlığına oldukça zararlıdır. Tam yanma olmadığı durumlarda ise, is meydana gelmektedir. Yakma fırınının tasarımı, elde edilecek verim için oldukça önemli bir faktördür. Ayrıca, ısıl verim, kullanılan yakıtın fiziksel özelliklerine (uçucu madde içeriği, nem, mineral madde içeriği, yüzey özellikleri), fırının tasarımına ve üretim koşullarına bağlı olarak değişir. Bu tür ısıl işlemlerde maksimum ısı geri kazanımı, düşük kirletici emisyonu ve düşük güç üretim maliyeti gibi avantajlar sağlanırken, yüksek yatırım ve işletme maliyeti, baca gazı arıtım maliyeti, kalifiye operatör bulma zorluğu gibi dezavantajlar da söz konusudur (Sharma ve ark., 1998). EPA'ya göre, ABD'de hurda lastiklerin % 78'i muhtelif yöntemlerle ticari olarak değerlendirilmektedir. Değerlendirilen bu atık lastiklerin %

42’si ise termik santral, çimento fabrikası ve endüstriyel kazanlarda yakılarak enerjilerinden yararlanılmaktadır (Gönüllü, 2004). Atık lastikler için uygulanan bir diğer ısıl işlem pirolizdir. Piroliz ile atık lastikler yüksek sıcaklıkta oksijensiz ortamda parçalanmaktadırlar. Piroliz ile oluşturulan ürünlerin hacmi %50 azalarak enerjiye dönüşmektedir. Piroliz sonucu çıkan sıvı ve gaz ürün termik santrallerde ve enerji ihtiyacı olan endüstriyel proseslerde tekrar yakıt olarak kullanılabilmektedir. Lastiklerin pirolizi sonucunda oransal olarak %33 katı ürün, %35 sıvı ürün, %12 metal fraksiyonlar ve %20 gaz ürün elde edilmektedir (Sharma ve ark., 1998)




Şekil 17: Ömrünü Tamamlamış araç Lastiklerinin Değerlendirilmesi

### 2.3.3.3. ATIK ARAÇ LASTİKLERİNİN GERİ DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ

Her yıl Türkiye'de oluşan 200.000 ton atık araç lastiklerinin %352i doğal kauçuktan %65'i ise sentetik olup geri dönüştürülebilen kauçukta oluşmaktadır. Ömrünü tamamlamış atık araç lastiklerinin geri kazanılıp yeniden değerlendirilmesiyle ilgili birkaç yöntem vardır. Bu yöntemler;

**Araç lastiklerinin işlem görmeden doğrudan değerlendirilmesi;**

Atık araç lastiklerinin herhangi bir işlem görmeden farklı amaçlar doğrultusunda kullanılan ekonomik, masrafsız ve kolay bir yöntemdir. Atık araç lastiklerinin doğrudan değerlendirilip tekrar kazanılmasıyla ilgili ülkemizde en değişik çalışmalardan bir tanesi; Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü tarafından sunulup gerçekleştirilmiş olan yığma binalarda duvar dayanımını güçlendirmek amaçlı atık araç lastikleriyle iyileştirme çabaları sağlanmıştır.

**Araç lastiklerinin malzeme olarak tekrar değerlendirilmesi;**

Lastiklerin temel yapısını oluşturan kauçuk, çelik ve tekstil ürünlerinin liflerinin özel ayrıştırma yöntemleri ile ayrıştırarak meydana gelen üç ana malzemeyi yeniden kullanarak değerlendirilmektedir. Atık lastiklerin tekrar malzeme olarak değerlendirilmesi için günümüz teknoloji ile gelişen çeşitli teknikler oluşturulmuştur. Bu teknikler, özel makinelerde öğütme ve kırma işlemi, mikrobiyal ve termomekanik işlemler, endüstri mühendislerinin ve bu konularla ilgili diğer meslek disiplinlerinin geliştirdikleri kazanım yöntemleri ve teknikleridir.

**Araç lastiklerine kaplama yapılarak değerlendirlmesi;**

Atık araç lastikleri yeniden kaplanıp onarılarak tekrar lastik olarak kullanılabilmektedir. Kaplama lastikleri sıfır araç lastiklerine göre daha ekonomik olmakla birlikte birçok uygulama alanlarında kaplanarak yeniden değerlendirilmiş lastikler kullanılmaktadır. Yeniden kaplanılmış malzemeler sıfır araç lastikleriyle aynı güvenilirlikte olup performans standartlarında herhangi bir farklılık arz etmemektedir. Atık araç lastiklerinin kaplanıp tekrar değerlendirilmesiyle birlikte

lastiklerden kaynaklanan yangınlar önlenmekte ve böylelikle lastikler için oluşturulan ham maddenin varlığı korunmaktadır. Böylelikle hem satıcı hem üretici için hem de tüketici için ekonomik yararlar sağlamaktadır.

**Atık araç lastiklerinin parçalanarak granül haline getirilmesi;**

Kırma işlemi ile lastikler kullanıma uygun boyutlara getirilerek içinde bulunan çelik ve lif parçaları kauçuk malzemeden uygun yöntemler ile ayrıştırılarak kauçuk granülü oluşturulmaktadır. Kırma işlemi mekanik veya kriyojenik olarak iki farklı yöntem ile gerçekleşmektedir. Mekanik öğütmenin aşamaları; kesme, ayırma, kırma ve sınıflandırmadır. Öncelikle lastikler üretim tarihlerine ve oluşturdukları bileşenlere göre ayrıldıktan sonra araç lastikleri gerekli ölçülerde kesilir. Daha sonra araç lastiklerinin içinde bulunan lifler ve çelik malzeme ayrıştırma yöntemi ile ayrılır. Küçük granül parçalarının oluşması için öğütme işlemiyle araç lastikleri granül haline getirilir. Kriyojenik öğütme ise atık araç lastiklerinin -80 °C'nin altında sıvı azotun kullanılmasıyla dondurulup, daha sonra çekiçli değirmende kauçuk öğütülür. Mekanik öğütmedeki gibi gerekli ayrıştırma yöntemleri ile içindeki çelik paçalar ve tekstil lifleri ayrıştırılır. Kriyojenik öğütme mekanik öğütmeye göre daha az enerji ve makine gerektirmektedir. Bu sebepten dolay daha ekonomiktir.

**Atık araç lastiklerinin ısıl değerlendirilmesi;**

Isıl değerlendirme yönteminde, atık lastiklerin yüksek ısılarda yanma özelliği kullanılır. Araç lastiklerinin büyük bir kısmı organik malzemelerden meydana geldiği için yüksek ısıl değere sahiptirler. Isıl olarak değerlendirme yönetimini çimento fabrikalarında ve enerji santrallerinde kullanmaktadır. Lastikten elde edilen yakıt kömüre oranla daha yüksek enerji verip daha düşük sülfür verdiğinden yakıt olarak kullanılması depolamaya göre daha çok tercih edilmektedir. Ancak atık araç lastiklerinin yakılması sonucunda oluşabilecek hava kirliliği, gelişmiş baca gazı arıtma teknolojileri kullanılmadığında çevre kirliliğine sebep olabimektedir, yanma sonucu çıkan atmosfer ve insan sağlığı için ciddi problemler oluşturmaktadır. Lastikler yakıldığı zaman atmosfere birçok zararlı bileşikler yaymaktadır. Bunlardan bazıları kükürt oksitleri, azot oksitleri, karbon oksitleri, çok halkalı hidrokarbonlar, yağlar, uçucu partiküllerdir. Atmosfere yayılan zehirli gazlar havanın yanı sıra

yakıldığı yerin çevresindeki toprağı ve suyu da kirletmektedir. Atık lastikler ABD, Avrupa ve Türkiye'deki özellikle çimento fabrikalarında ve elektrik üreten termik santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Atıkların yakılması, bazı durumlarda enerjinin geri kazanımına yönelik bir seçenek olmaktadır. Böyle durumlarda AB, ilgili depolama alanları ve tesislerinden çevreye yayılan kirliliği azaltmak amacıyla 2000 yılında Atık Yakma Yönergesini ve 2001 yılında Düzenli Depolama Yönergesini kabul etmiştir. Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (IPPC) ile ilgili AB Yönergesinde atık ile ilgili faaliyetlerden hava, su ve toprak için emisyon değerleri ortaya konmuştur (Atık Yönetimi Hakkında AB Müktesebat Rehberi, Temmuz 2012)

**Atık araç lastiklerinin prolizi ile ham madde olarak değerlendirilmesi;**

Hammadde olarak değerlendirme yönteminde, atık lastikler son yıllarda oldukça önem kazanan piroliz yöntemi ile bileşenlerine ayrıştırılır. Piroliz yönteminde, oksijensiz ortamda ve ısı altında kimyasal zincirlerin kırılması işlemidir. Katı atıkların proliziyle, endüstriyel değer kazanan farklı kimyasal maddeler elde edilmektedir. Bu yöntem atık lastikler üzerinde uygulandığında, lastikler çoğunlukla karbon siyahı, gaz, çelik ve yağa dönüşür. Piroliz işlemi oksijensiz atmosferde, 300-900oC sıcaklıkta gerçekleşir. Pirolizin yanma yönetiminden daha çok tercih edilme sebebi sürecinin kapalı bir reaktörde gerçekleştirilmesi ve yan ürünlerinin çoğunlukla değerlendirilmesidir. Bu daha az hava kirliliğine neden olur. Avrupa'da üretilen atık araba lastiklerinin %26'sının atık depolama alanlarında bulunduğu, %24'ünün ısıl olarak değerlendirildiği, % 9'unun ihraç edildiği, %14'ünün tekrar işlendiği ve %25'inin de inşaat sektöründe kullanıldığı rapor edilmiştir (Miguel, 2006). Atık lastiklerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler; çevreye zarar vermeden ürün eldesi sağlamalı, doğal kaynakların muhafaza edilmesine yardımcı olup düşük maliyetli olmamalıdır.

## 2.4.ARAÇ LASTİKLERİ HAKKINDA MEVZUATLAR

### Ulusal Mevzuatlar

Ülkemizde 2006 yılında kullanılmış araç lastikleri hakkında düzenlemeler yapılmaya başlanılmıştır. Günümüzde kullanılmış araç lastikleri kontrolsüz bir şekilde denizlere, benzin istasyonlarına, boş arazilere, yol kenarlarına atılması nedeniyle çevre kirliliği oluşmaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 25.11.2006 tarihli, 26357sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan ve 01.01.2007 tarihinde yürürlüğe giren'Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği (ÖTLKY)' ile atık lastiklerin kontrolünü sağlayacak sistemin kurulması çalışmalarına başlanmıştır. Kısaca ömrünü tamamlamış araç lastiklerinin bu sistemi işleyişe başladığında, ömrünü tamamlamış araç lastiklerinin denize, yol kenarlarına, boş arazilere ve benzeri alıcı ortamlara veya bu alanlara benzer dolaylı alıcı ortamlara verilmesinin önüne geçilmesi, geri dönüştürülerek kazanılması veya tamamen bertaraf edilmesi için toplama ve transfer sisteminin kurulması, bunlara ait yönetim planının oluşturulması ve ömrünü tamamlamış araç lastiklerinin yönetilmesinde gerekli düzenlemeler, mevzuatlar, standartlar oluşturulması hedeflenmiştir. Ülkemizde 2006 yılında belediyeler arasında Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yapılan çalışmada (Tablo 4) ÖTLKY hükümlerini yerine getirememe sebebine göre belediyeler değerlendirildiğinde yönetmeliğin yeterince bilinmediği ortaya çıkmakta ve maddi imkansızlıklar başı çekmektedir (Tunç, 2009). Söz konusu yönetmelikte geri kazanım tesislerine giden lastiklere uygulanan yöntemler içerisinde piroliz yöntemi de yer almaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006). Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 06.10.2010 tarihli, 27721 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 'Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelikte de yakma tesislerinde atık lastiklerin prolizi ile enerji geri kazanımının söz konusu olduğu ifade edilmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010). 2007 yılından bu yana Çevre ve Orman Bakanlığı'nca 13 adet geri kazanım tesisine lisans verilmiştir. Ülkemizdeki lisanslı lastik geri kazanım tesislerinin toplam kapasiteleri 101.000 ton/yıl'dır. Aralık 2010 itibariyle 33.400 ton ömrünün tamamlamış lastiğin geri kazanımı bu tesislerde sağlanmıştır. Bunun yanında, Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından "Atıkların Ek Yakıt Olarak Kullanılmasında Uyulacak Genel Kurallar Hakkında Tebliği" çerçevesinde 21 adet

Çimento Fabrikasına lisans verilmiştir. Atık lastikleri ek yakıt olarak yakabilen lisanslı tesislerinin toplam kapasiteleri 110.000 ton/yıl iken, Aralık 2010 itibariyle15yaklaşık 39.000 ton ömrünü tamamlamış lastiğin yakılarak geri kazanımı sağlanmıştır (Seçgin, 2011).

Tablo 4: ÖTLKY Hükümlerini Yerine Getirmeme Sebebine Göre Belediye Sayısı (Tunç, 2009)

| | | | Sebepler | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | AUBS | AHVBS | YB | MI | PY | TY | AY | Diğer |
| TÜRKİYE | 3.225 | 3.115 | 429 | 1.492 | 918 | 867 | 587 | 111 |
| İstanbul | 74 | 74 | 10 | 12 | 13 | 19 | 11 | 4 |
| Batı Marmara | 172 | 170 | 34 | 73 | 55 | 48 | 43 | 1 |
| Ege | 594 | 585 | 69 | 296 | 175 | 193 | 102 | 32 |
| Doğu Maramara | 226 | 226 | 23 | 69 | 53 | 48 | 28 | 4 |
| Batı Anadolu | 289 | 283 | 30 | 153 | 106 | 79 | 55 | 13 |
| Akdeniz | 463 | 454 | 41 | 257 | 132 | 123 | 91 | 11 |
| Orta Anadolu | 381 | 364 | 70 | 138 | 83 | 79 | 55 | 12 |
| Batı Karadeniz | 307 | 298 | 43 | 134 | 86 | 105 | 51 | 14 |
| Doğu karadeniz | 233 | 209 | 25 | 121 | 81 | 40 | 60 | 8 |
| Kuzeydoğu Anadolu | 117 | 115 | 13 | 68 | 42 | 38 | 16 | 3 |
| Ortadoğu Anadolu | 174 | 156 | 51 | 48 | 34 | 38 | 30 | 7 |
| Güneydoğu Anadolu | 195 | 181 | 20 | 123 | 58 | 57 | 45 | 2 |

AUBS: Anket Uygulanan Belediye Sayısı
AHVBS: Anket Hizmeti Verilen Belediye Sayısı
YB: Yönetmelik Bilinmiyor
Mİ: Maddi İmkansızlıklar
PY: Personel Yetersizlikleri
TY: Teknik Yetersizlikler
AY: Araç Yetersizliği

"Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği" ne göre, yenileme pazarına lastik satan her üretici/ithalatçı, o yılı takip eden sene piyasaya sattığı miktarın, seneler bazında artan bir oranını toplayarak geri kazandırmak zorundadır.

Türkiye'de %30 ile başlayan kota yükümlülüğü bu gün itibarıyla %80'e ulaşmış olup bu miktar sınırdır. Çünkü Yenileme pazarına satılan bir lastik, ÖTL olduğu zaman %20'lik kısmı aşınmaya uğramıştır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerine göre 2015 yılında yenileme pazarına 315.000 TON lastik satılmıştır. Bu miktarın yaklaşık %60'lık kısmı LASDER Üyelerinin yenileme pazarına sattığı miktardır.

LASDER'in kuruluş ve geri kazandırma faaliyetine başladığı yıllarda Türkiye'de 4 Lisanslı Geri Kazanım Firması vardı ve 3-4 Çimento Fabrikası da ÖTL'yi alternatif yakıt olarak kullanıyordu. LASDER'in pazara girmesiyle sağlanan güven ve sürdürebilirlik ile bu gün 30'un üzerinde Lisanslı Geri Kazanım firması olmuş, en az 15 Çimento Fabrikası da ÖTL'yi alternatif yakıt olarak kullanmaktadır. LASDER her yıl 100.000 tonun üzerinde, kota miktarı ÖTL'yi tüm Türkiye genelinde toplayarak geri kazanımını sağlamaktadır.

AB Ülkelerinin yaklaşık 20 yılda ulaştığı seviyeye LASDER 3 yıl gibi kısa bir zamanda ulaşmıştır. Bu nedenle de AB Ülkelerinin kurmuş olduğu ETRMA Derneği (Avrupa Lastik ve Kauçuk Sanayicileri Derneği) , LASDER'i üyeliğe kabul etmiştir.

Türkiye'de ÖTL yönetimi "Üretici Sorumluluğu" çerçevesinde yürütülmektedir. (Url-4, Şubat 2020)

**Uluslararası Mevzuat**

Avrupa Birliği ülkelerinde kullanılmış lastiklerin yönetimi ile ilgili;

2000/53/EC sayılı direktif (End-of-Life Vehicles-Ömrünü Tamamlamış Araçlar)18 Eylül 2000 tarihinde kabul edilmiştir. Amacı, sayıları gittikçe artan ve çevresel sorun haline gelen ömrünü tamamlamış araçların çevreye en az zarar veren atık haline gelmesini sağlamak olan bu direktifte lastiklerin depolanmasında yangın

tehlikesinin olduğundan ve atık lastiklerin öncelikle yeni bir malzeme olarak geri dönüştürülmesi gerektiğinden bahsedilmektedir. 2003 yılından itibaren ömrünü tamamlamış lastikler, olduğu gibi depolanması yasaklanmış, 2006 yılından itibaren ise parçalanarak depolanması da yasaklanmıştır (EU, 2000). Avrupa Birliği ülkelerinde ömrünü tamamlamış lastikler ile ilgili yasal mevzuatın değişimi ile birlikte lastiklerin depolanması giderek azalırken, yerini malzeme olarak geri dönüşüm ve enerji geri kazanımına bırakmıştır (Tunç, 2009).

Avrupa Birliği (AB) Ülkelerinde ÖTL Geri Kazanımı yaklaşık 20 yıl önce getirilen direktifle başlamıştır. AB'de tüm Ülkeler ETRMA'ya (Avrupa Lastik ve Kauçuk Üreticileri Derneği)bağlı olup her yıl ÖTL ile ilgili geri kazanım miktarlarını "end of life tyre" (ömrünü tamamlamış lastikler) bölümüne rapor etmektedirler. LASDER'de her yıl geri kazanım miktarlarını bu Derneğe raporlamakta ve yayınlanmaktadır.

AB'de ÖTL toplama ve geri kazandırma işleri 3 sistemle yürütülmektedir.

1. Vergi Sistemi: Bu sistem sadece 2 Ülkede uygulanmaktadır. Devlet her satılan yeni lastikten vergi almakta ve ÖTL toplama ve geri kazandırma sistemini de Devlet yürütmektedir.
2. Serbest Sistem: Sadece 3 Ülkede uygulanmaktadır. Bu sistemde yeni lastik satılırken tüketiciden belli bir "çevre katkı payı" toplanmakta, daha sonra lastik satıcıları bu parayı toplama ve geri kazanıma tedarik yapan firmalara vermektedir.
3. Üretici Sorumluluğu: AB Ülkelerinin çoğunluğunda bu sistem uygulanmaktadır. Üretici/ithalatçı firmalar yenileme pazarına satmış olduğu her lastikten, bayileri kanalıyla son tüketiciden "çevre katkı payı" almakta, daha sonra bu payları ÖTL'nin toplanması, taşınması ve geri kazandırılması ile ilgili Yetkili Kuruluşlara devretmektedir. Yetkili Kuruluşlar da bu parayı ÖTL'nin toplanması, taşınması ve geri kazanım firmalarına ve de ÖTL'yi alternatif yakıt olarak kullanan çimento fabrikalarına ulaştırılmasında kullanmaktadırlar

AB ve ülkemiz mevzuatı yönünden özel atıklara ilişkin geri dönüşüm hedefleri Tablo 5'de görülmektedir (Url-4, Şubat 2020)

Tablo 5: Özel Atıkların Geri Dönüşüm Hedefleri

| ÖMRÜNÜ TAMAMLAMIŞ LASTİKLER | |
|---|---|
| **İlgili AB Direktifi** | Yok. |
| **AB Direktifi Toplama Hedefi** | Yok |
| **AB Direktifi Geri Dönüşüm Hedefi** | Yok |
| **İlgili Ülke Mevzuatı** | Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği |
| **Ülke Mevzuatı Toplama Hedefi** | Kota kapsamında toplama oranları mevcuttur. 2013 yılı için toplama oranları %70'dir. |
| **Ülke Mevzuatı Geri Dönüşüm Hedefi** | Geri kazanım esas alınmıştır, ancak herhangi bir hedef bulunmamaktadır. |
| **AB Uyum Durumu** | Yok |
| **Uyumlaştırma Takvimi** | Yok |

# 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde geri dönüşüm araç lastiklerinin kullanımı ve yeni bir ürün elde edilmesi aşamalarını ele almak için Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi incelenmiştir. İlk olarak Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nin tanıtımı yapılmıştır. Daha sonrasında Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nde atık araç lastiklerinin geri dönüşüm aşamaları fotoğraflanıp tek tek ele alınmıştır. Son olarak da ortaya çıkan son ürün ve kullanım alanları incelenmiştir.

## 3.1. UFUK PARK ZEMİN SİSTEMLERİ FİRMASININ TANITIMI

Dünya'da doğal kaynakların azalmasıyla birlikte tüketilen doğal kaynak malzemelerin ters orantı şeklinde ilerlemesi ciddi bir problem oluşturduğundan kaynaklı geri dönüşüm ile elde edilen malzemelerin işlenip tekrar kullanılması doğayı korumak amaçlı bir yöntem olmaktadır. Bu fikir ile yola çıkan Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi Tuzla Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulmuştur. 2013 yılında kurulmuş olan Ufuk Park Zemin sistemleri Şirketi faaliyetlerini sürdürmektedir. Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi yeniliklere açık ve bu yenilikleri sektöre kazandırarak ülke ekonomisine katkıda bulunarak, daha çok kentsel yaşam alanlarını modern, çağdaş, estetik ve daha yaşanılabilir mekanlar haline getirmeyi de hedef olarak almıştır. Kuruluşundan bu zamana kadar karo kauçuk üretimi yapmaktadır. Karo kauçuğun yanında SBR granül ve EPDM de üreten Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi ömrünü tamamlamış veya atık lastikleri kullanarak çevreye duyarlı geri dönüşüm malzemelerinden yararlanmaktadır. İlgili standartlar,

yönetmelikler ve mevzuatlar dahilinde doğaya ve insan sağlığına zarar veren malzemeler dönüştürülerek kullanılmaktadır. Kauçuk zemin kaplama çeşitli amaçlar doğrultusunda sıklıkla tercih edilen bir malzeme olarak kullanılmaktadır. Farklı çeşit, model ve ölçülerde kauçuk zemin kaplama ürünleri mevcuttur. Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nde tercih edilen ürünler doğrultusunda üretimini gerçekleştirmektedir. Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi çocuk parkları, çocuk oyun alanları, basketbol sahaları, voleybol sahaları, koşu ve yürüyüş yolları, fitness alanları, ahırlar, araç yolları olmak üzere çeşitli pek çok alana ürettiği malzemeler ile hizmet vermektedir.

Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi çalışma sistemi olarak farklı bölgelere keşif ekibi ile ulaşmaktadır. Uygulama için kauçuk yapılacak zeminin özelliği ve metrekare alanın büyüklüğünü dikkate alarak alana en uygun kauçuk uygulama çeşitlerini müşterilere anlatmaktadır. Kauçuk zemin kaplama çeşitleri olarak karo kauçuk zemin uygulaması, EPDM dökme kauçuk zemin uygulaması, SBR dökme kauçuk olmak üzere farklı kauçuk uygulama zemin kaplama çeşitleri bulunmaktadır.

Açık adresi '' İstanbul Deri Organize Sanayi Bölgesi Kazlıçeşme Caddesi No 54 Tuzla/İstanbul'' olan Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nin konumu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.




Şekil 18: İstanbul Genelinde Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nin Konumu




Şekil 19: Tuzla'daki Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nin Konumu



Şekil 20: Ufuk Park Zemin Sistemleri Şirketi'nin Konumu

## 3.2. ATIK ARAÇ LASTİKLERİNİN GERİ DÖNÜŞÜM AŞAMALARI

Atık araç lastiklerinin geri dönüşümde kullanım aşamaları olarak sırasıyla;

1) LASDER'den atık araç lastiklerinin toplanması,

2) Kırma işlemi ile büyük parçalar haline ayrılması,

3) Ayrıştırma yöntemi ile içindeki yabancı parçaların küçük paçalar haline getirilmesi,

4) İçinden ayrılan parçalardan sonra 1-3 mm granüller halinde daha küçük parçalar haline getirilmesi,

5) Elekten geçirilip büyük kalan parçaların ayıklanması,

6) Granüllerin çuvallanıp üretim departmanına getirilmesi,

7) Karıştırma kazanlarına granül, bağlayıcı ve toz boya eklenerek karıştırma işlemine alınması,

8) Malzeme uygun gramajlara bölünüp kalıplara dökülmesi,

9) 200 C° ve 180 bar basınçta makinelerde üretimin gerçekleşmesi,

10) Paletlenip ürünlerin dağıtıma çıkarılması,

Şeklinde yapılmaktadır.

### 3.2.1. ATIK ARAÇ LASTİKLERİNİN TOPLANMASI

LASDER'den atık araç lastiklerinin toplanılması için ilk önce alınacak tona göre sipariş geçilip araç lastiklerini nakliye ile alınması sağlanmaktadır. Alınan araç lastiklerinin kırılması için fabrikaya getirilir.



Şekil 21: LASDER'den Araç Lastiklerinin Toplanması

### 3.2.2. KIRMA İŞLEMİ

LASDER'den toplanan araç lastikleri fabrikaya getirildikten sonra büyük kalibreli parçalar şeklinde kırma işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemin amacı geri dönüşüm için kullanılacak atık araç lastiklerinin daha küçük parça granül haline getirilmeden önce içinde bulunan yabancı maddelerden ayrıştırmak için yapılmaktadır.



Şekil 22: Atık Araç Lastiklerinin Büyük Parçalar Halinde Kırılması İşlemi



Şekil 23: Atık Araç Lastiklerinin Büyük Parçalar Halinde Kırılması İşlemi (2)

### 3.2.3. AYRIŞTIRMA İŞLEMİ

Büyük şekilde kırma işlemi gerçekleştikten sonra içinde bulunan yabancı maddelerden ayırmak için ilk önce mıknatıs ile içinde bulunan tel parçalarının ayrışması sağlanmaktadır. Daha sonra tekstil materyallerinin ayrılması için eleme yöntemi kullanılmaktadır. Bu işlemler sayesinde büyük parçalar halinde kırılan geri dönüşüm atık lastiklerinin içindeki yabancı maddeler ayrışmış olmaktadır.



Şekil 24: Yabancı Maddelerden Ayrıştırma Yöntemi

### 3.2.4. KÜÇÜK PARÇALAR İÇİN KIRMA

İçinden yabancı maddelerin ayrılan lastiklerin 1-3 mm kalibrelerde daha küçük granüller haline gelmesi için büyük parçalar halinde bulunan malzeme kırma makinesine alınır.



Şekil 25: Daha Küçük Parçalar Haline Getirilmesi İçin Kırma İşlemi

### 3.2.5. ELEKTEN GEÇİRME

Kırma işleminden sonra makinadan kaynaklanan sapmalardan dolayı kalibreye uymayan boyutlardaki granüller için eleme işlemi gerçekleştirilip büyük granüller ayrılır. Ayrılan granüller tekrar kırma işleminden geçirilerek istenen kalibreye uygun hale getirilir.



Şekil 26: Elekten Geçirme İşlemi

### 3.2.6. ÇUVALLAMA

İstenilen kalibre aralıklarına getirilen granüller karo kauçuk olarak nihai ürün oluşturmak amaçlı 25 kilogramlık partiler ile çuvallanıp üretim departmanına getirilir.



Şekil 27: SBR Granüllerin Çuvallanması

### 3.2.7. KARIŞTIRMA

SBR Karo Kauçuk oluşumu için gerekli üç temel malzeme olan SBR granül, granül bağlayıcısı ve üretilecek ürünün renk talebine göre toz boyası eklenerek karıştırma kazanlarında 5 dakika karıştırılıp bu üç malzemenin birbiri ile kaynaşması sağlanır. Ana malzeme olan granüllerin %4'ü bağlayıcı, %1'i toz boya olacak şekilde orantılanılır.



Şekil 28: SBR Granül, Bağlayıcı ve Toz Boya Karışımı

### 3.2.8. GRAMAJLARA BÖLÜNMESİ VE KALIPLAMA

İstenilen ürün ölçülerine göre uygun gramajlara bölünen karışım kalıplara yerleştirilerek pişirilmesi için makinelere yerleştirilir.



Şekil 29: Gramajlara Bölünmesi İşlemi

### 3.2.9. PİŞİRME

Uygun gramajlara ayrılan ürünler istenilen ölçülerdeki kalıplara döküldükten sonra 180 C° sıcaklıkta, 180 bar basınç altında ürünler pişirilmektedir.



Şekil 30: Kalıplara Ayrılıp Pişirme İşleminin Gerçekleşmesi

### 3.2.10. PAKETLEME

İstenilen ölçülerde üretilen ürünler için uygun paletlerde uygun yüksekliklerde paketlenip montaj edilmesi için alana gönderilir.



Şekil 31: Paketleme İşlemi

## 3.3. SON ÜRÜNÜN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

LASDER'den toplanıp son ürün elde edilene kadar ilerlenen aşamalarda ortaya çıkan son ürün karo kauçukların özellikleri;

- Karo kauçuklar esnek ve yumuşak olduklarından dolayı darbe emici özellikleri mevcuttur. Çocuk oyun alanlarında çocuklar düşükleri zaman sakatlanmalarını önlemektedir. Çocuk oyun alanlarında eskiden kullanılan zemin malzemesi olan kumlar çocukların boğazına veya gözlerine kaçtığında sağlıklarına ciddi zararlar verebilmektedir. Bunu önlemek amaçlı Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul görülen karo kauçuklar günümüzde sıklıkla çocuk oyun alanlarında kullanılmasını sağlamıştır.
- Karo kauçukların dayanıklı olması kullanıldıkları alanlarda uzun ömürlü bir şekilde kullanılmaktadır.
- Kolay bir şekilde montajı yapılabilmektedir. Dış mekanlarda kullanılacak yerlerde kauçuk zemin için üretilen çift komponentli kauçuk zemin yapıştırıcısı ile uygulanacak olan zemine kolaylıkla montajı sağlanmaktadır. İç mekanlarda isteğe bağlı olarak da yapıştırılabileceği gibi yapıştırmadan da kullanılabilmektedir.
- Karo kauçuklar bulundukları zeminlerden kolaylıkla demonte edilebilme özelliğine de sahiptir. Yapıştırılarak kullanılmayı tercih edilen yerlerde kauçuk zemin malzemeler raspa yardımıyla kolaylıkla zeminlerden sökülebilirler.
- Kauçuk malzemelerin kaymaz özelliği mevcuttur.
- Üstünde yüründüğünde veya herhangi bir malzeme ile temasta bulunduğunda yapışmama özelliği vardır.
- Isıya dayanıklı ve yanmaz özelliği bulunan kauçuk zemin malzemeler fabrikalarda kullanılarak herhangi bir yangın durumuna karşı yanma tepkimesine girmezler.
- Isı yalıtımı özelliği sayesinde özel üretim ile bazen yalıtım malzemesi olarak da kullanılabilmektedir.
- Ses yalıtımı sağlayan karo kauçuklar müzik odalarında, fitness salonlarında ve benzeri alanlarda ses gürültüsünü önlemek amaçlı kullanılabilmektedir.

- Su geçirgenliği özelliği ve karo kauçuğun üretildiği kalıptan kalıba şekil farklılığı göstermesiyle birlikte altında bulunan su olukları karo kauçuğun yüzeyinde bulunan suları içine emerek alt kısımdan su oluklarıyla birlikte uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Böylelikle suyu içinde barındırmadan alandan uzaklaşmasına yardımcı olmaktadır.
- Standartlar dahilinde üretilen geri dönüşüm malzemesi olan karo kauçukların çevreye ve insan sağlığına herhangi bir zararı bulunmamaktadır.
- Hava koşullarına karşı dayanıklı olan karo kauçuklar yağmur, kar veya güneşten etkilenmemektedir.
- Farklı renklerde, kalınlıklarda ve ölçülerde kullanıcılar için alternatifler sunmaktadır. Böylelikle peyzaj uygulamalarında estetik bir görüntü oluşturabilmektedir.
- Karo kauçuk olarak elde edilmesinden dolayı uygulaması kolay olmaktadır. Uygulan alanlarda kesme işlemine ihtiyaç duyulduğu zamanda herhangi bir makine kullanılmaya ihtiyaç duyulmadan maket bıçağı ile kolaylıkla kesilebilmektedir.
- Beton, asfalt ve bunlara benzer zeminlerde poliüretan bazlı çift komponentli kauçuk zemin yapıştırıcısı ile kolaylıkla yapıştırılarak kullanılabilmektedir. Kum vaya toprak zeminlerde yapıştırmaya gerek kalmadan da kullanılabilmektedir.



Şekil 32: Karo Kauçuk Zemin Kaplama Malzemesi

Esnek ve darbelere karşı olan dayanım özelliği ile düşmelerden kaynaklanan yaralanma ve sakatlık riskini en aza indirmesinden dolayı çocuk oyun alanlarında, kreşlerde, anaokullarında, okul bahçelerinde, huzur evlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Kauçuk kalınlığı arttıkça darbe emici özelliği de orantılı bir şekilde artmaktadır. Kullanılan kauçuk malzemenin renk, desen ve ölçü seçenekleriyle estetik açıdan göze hitap edebilmektedir.

Spor ve fitness salonlarında zeminde daha yumuşak bir his vermesi için de kullanılan kauçuk zemin malzemesi jimnastik hareketlerinin yapılması için daha rahat bir ortam sağlanması ve ağırlık çalışılan mekanlarda kullanılan ağırlık aletlerinin zemine darbesini azaltıp yok edilmesi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu alanlarda kullanılan diğer vücut geliştirme aletlerinin kendi ağırlıkları zemine uygulanan baskıyı azaltmak için de kullanılmaktadır.

Teras ve bahçelerde estetik bir peyzaj oluşturabilmek amacıyla kullanılan karo kauçuk malzemeler kullanılan renk çeşitleri ve desenleriyle birlikte göze hitap edilmektedir.

Koşu, bisiklet ve yürüyüş yollarında, dış mekan spor alanlarında güzel ve ergonomik bir spor yapma hissi oluşturabilmektedir. Basketbol, voleybol ve benzer spor dallarının yapıldığı çok amaçlı spor sahalarında kullanılan kauçuk zemin malzemeleri sıklıkla tercih edilebilmektedir.

Ses emici ve darbe absorbe edici özellikleri bulunduğu için satış poligonlarında kullanılabilmektedir. Bu sayede atış poligonlarında oluşan ses gürültüsünü en aza indirgeyebilmektedir.

Her türlü hava koşullarına olanak sağlayabildiği için hayvan barınaklarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu sayede ısı yalıtımı özelliği sayesinde de hayvanları soğuğa karşı koruyabilmektedir. Aynı zamanda ahırlarda da kullanılan kauçuk zemin kaplama malzemesi kalınlık ölçüsü biraz daha artırılarak zeminde uygulaması yapılmaktadır. Böylelikle ısı yalıtımı yaparken ağırlık bakımından büyük kilolara sahip olan ahır hayvanlarının zemin malzemesine zarar vermesini önlemektir.

Bunların dışında trafik eğitim alanlarında, garaj içi ve gara girişleri gibi araç yollarında da kauçuk zemin kaplama malzemesi kullanılmaktadır.

Apartman girişlerinde ve kaygan zeminlerde kaymalardan kaynaklanan sakatlanmaları ve yaralanmaları önleyebilmek amaçlı kullanılmaktadır.

Ev için özel kullanım alanları, bulaşık makinesi ve çamaşır makinesinin altında titreşimi önlemesi ve sesi absorbe etmesi için tercih edilmektedir.






Şekil 33: Çocuk Oyun Parklarında Kauçuk Zemin Kaplama Uygulamaları

Şekil 34: Çocuk Oyun Parklarında Kauçuk Zemin Kaplama Uygulamaları 2



Şekil 35: Fitness Alanlarında Kauçuk Zemin Kaplama Uygulaması

# 4. BULGULAR

Demir, cam, ahşap ve benzeri geleneksel malzemeler ile entegre olabilen veya yalın haliyle kullanılabilen plastiklerin teknolojinin gelişmesiyle birlikte maliyetsiz ve kolay temin edilebilme özelliklerinden dolayı geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Uzun yıllardır hayatımızda olan plastik malzemeler 100 yıldan fazladır farklı türleriyle birlikte gündelik hayatta da kullanılmaya başlanmıştır. 1900'lü yıllardan günümüze kadar plastiklerin kullanım amaçlarına, şekillerine, işlevlerine vb. faktörlere göre değişik alanlarda kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte pratik olarak üretilmektedir. Kolay ve ucuz bir şekilde temin edildiğinden dolayı tüketim hızı da oldukça artmaktadır.

İşleme yöntemine göre plastik malzemeler 3 ana kategori başlık altında toplanabilmektedir. Bunlar: termoplastikler, termosetler, elastomerlerdir. Termoplastikler ısıtıldığında eriyebilen soğutulduğunda ise tekrar şekillenebilen plastik türleridir. Termoplastiklere en bilinen örneklerden biri teflonlardır (politetrafloretilen). Termosetler, termoplastiklerin aksine ısı verildiğinde şekil değiştirebilen ancak yapısı bozulduğu için yeniden şekillenemeyen plastik türleridir. Termosetler için ise en bilinen örneklerden bir tanesi silikonlardır. Silikonlara ısı verildikten sonra yapısı bozulmakta ve yeniden şekil verilememektedir. Elastomerlerin en ayırt edici özelliği ise iyi yalıtım sağlayabilen bir malzeme olmasıdır. Kolay bir şekilde deforme olmadıklarından sağlam bir ürün elde etmek için kullanılmaktadır. Bu özelliği ile birlikte en önemli örneği sürtünme yapmasına rağmen yıpranman araç lastiklerinde kullanılmaktadır.

Araç lastikleri yapısında kullanılan bileşenlerin yaklaşık olarak %70'i elastomerlerden ede edilmektedir. Zemin ile aracın yer ile temasını sağlayan en

önemli parça olan araç tekerlerinin yapısında yüksek oranlarda doğal ve sentetik kauçuklar olmaktadır.

Plastik sektöründe sürdürülebilirlik üretim ve çeşitliliğin devamını sağlamayı amaçlarken insanların gelecek nesillere daha yaşanılabilir bir çevre bırakmak hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda sosyal, ekonomik ve çevresel etkenler sürdürülebilirliğin üç ana kategorisini oluşturmaktadır. Plastiklerinin fazla kullanılması sürdürülebilir bir plastik sektörü oluşturmanın temel nedenlerinden biri olmaktadır. Bu sebeple doğal canlı yaşamı korumak amaçlı politika üreticileri ve paydaş ortaklar bu konuda birlikte çalışmaktadır.

Geri dönüşüm ise ömrünü tamamlanmış malzemelerin çeşitli yöntemler ile tekrar ham madde oluşturulmasıdır. Böylelikle atıklardan kaynaklanan çevresel sorunlar çözülmüş olur. Gün geçtikçe plastiklerin hızlı bir şekilde tüketilmesi ve ciddi çevresel problemler oluşturması plastik sektöründe geri dönüşümün gelişmesini sağlamıştır. Böylelikle plastiklerin geri dönüştürülmesi ekonomik faydalar sağlarken dünyayı ve ekonomik kaynakları korumaktadır.

Genel olarak bu konular doğrultusunda incelenen araç lastiklerinin değerlendirme yöntemleri ve kullanım alanları incelenmektedir.

## 4.1. ARAÇ LASTİKLERİNİN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Atık lastikler için ise geri dönüşüm plastik sektörü için önemli bir yer kaplamaktadır. Her yıl tonlarca hurdaya çıkan araç lastikleri çok ciddi çevresel problemler oluşturmaktadır. İçinde bulunan boşluklardan kaynaklı hacimsel olarak fazla yer kaplaması, bu boşluklarda insan sağlığına ciddi zararlar verici kemirici-yırtıcı türlerin barınması, hava ile temasın çok olmasından kaynaklı herhangi bir dikkatsizlik sonucu meydana gelebilecek yangılarda lastiklerin söndürülememesi ve

bu nedenle çevreye bıraktığı zararlı gazlar çok ciddi çevresel problemlere yer açabilmektedir. Kullanılmış lastikler veya ömrünü tamamlamış lastikler kullanılamayacak durumda ise enerji geri kazanımı amacıyla değerlendirilebilmektedir. Bu araç lastiklerinin enerji kazanımı amacıyla değerlendirme yöntemleri zamanla gelişmiştir. Doğrudan değerlendirme (işlem görmeden tekrar kullanılması) yöntemi ile araç lastikleri salıncak oturağı, lastiklerden elde edilen masalar şeklinde değerlendirilebilir. Yeniden kaplama yapılma yöntemi ile tekrar lastik olarak aralarda kullanılması sağlanabilir. Isıl olarak değerlendirme yöntemi ile gerekli koşullar altında ömrünü tamamlamış lastikler yakılar ısı enerji sağlaması için kullanılmaktadır. Ham madde olarak değerlendirme yöntemi ile lastikler üreticiler tarafından alınıp gerekli ham madde şekline çevirip tekrar kullanılmasını sağlamaktadır. Granül haline çevirip ayakkabı tabanı, kauçuk zemin kaplama gibi işlemlerde kullanılmaktadır.

Geri dönüşüm lastiklerinin kırılıp tekrar değerlendirme yöntemleri arasında granül hale gelmesi araç lastikleri analizi için materyal kısmında ele aldığımız Ufuk Zemin Sistemleri Firması'nın işleyişi incelenmiştir. Bu işleyişte atık araç lastiklerinin toplanıp son ürün elde edilene kadar ilerlenen aşamalar incelenmiştir. Bu aşamalar sırasıyla; atık araç lastiklerinin veya ömrünü tamamlamış araç lastiklerinin toplanıp fabrikaya getirilmesi, fabrikaya gelen lastiklerin kırma işleminden geçirilerek büyük parçalara bölünmesi, bu büyük parçaların içinden araç lastiklerinin içinde bulunan demir ve tekstil ürünlerinin gerekli ayrıştırma yöntemleri ile ayrılması, ayrıştırma işleminden sonra büyük parçaları daha küçük parçalar haline getirmek için tekrar kırma işleminden geçirilmesi, küçük parçalara ayrılan granüllerin bağlayıcı ve istenilen renkte boyalar ile karıştırma kazanında karıştırılarak malzemelerin birbiriyle harmanlanması, harmanlanan malzemenin istenilen ölçülerde elde edilecek kauçuk malzemenin uygun hesaplar ile gramajlara bölünmesi ve bu ölçülere uygun kalıplara dökülmesi, kalıpların 180 C° ısı altında 200 bar basınçta pişirilmesi ve böylelikle kauçuk zemin kaplama malzemenin üretilmesidir. Üretilen kauçuk zemin kaplama malzemelerin paketlenip uygulama yapılacak alana götürülmesi ile aşamalar son noktasına ulaşmış olmaktadır.

Son elde edilen kauçuk malzeme yanmaz özellikte olduğu için fabrikalarda sıkılıkla tercih edilebilmektedir. Kolay montaj ve demontajı olmasından ötürü hızlı bir şekilde zemin üzerinde kullanılabilmektedir. Her türlü hava koşullarına karşı dayanıklı ve su geçirme özelliği olduğu için suyu içinde ve yüzeyinde barındırmamaktadır. Farklı renk, kalıp ve alternatiflerde üretildiği için talep edilen doğrultuda üretim sağlanabilmektedir.

Elde edilen zemin kaplama kauçuk malzemeler çocuk oyun alanlarının zemin kaplamasında çocukların düştüğünde zarar görmemesi için kullanılmaktadır. Fitness alanlarında ses absorbe emici özelliğinden dolayı sıklıkla tercih edilen malzeme ağır makine seslerini de absorbe edebilmesi için fabrikalarda da kullanılmaktadır.

Koşu yollarında, teraslarda kullanım alanlarına sahip olan kauçuklar peyzaj uygulamalarında oldukça estetik bir görüntü oluşturmaktadır.

# 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yüz yıldan fazladır hayatımızda bulunan plastik malzemeler doğada parçalanıp ayrışması uzun süreler alması nedeniyle çevre kirliliğini oluşturan ciddi bir kriter olması ve Dünya'da plastik tüketiminin giderek artması, plastiklerin geri dönüşümünün nedenlerini oluşturmaktadır. Atık plastiklerin geri kazanımın konusunun önem açısından giderek yoğunlaşması günümüzde; yaygın kullanım alanlarına sahip plastiklerin ve plastik malzemelerin geri dönüşümü konularındaki çalışmalar önem giderek artmaktadır. Bununla bağlantılı olarak plastik sektöründe geri dönüşüm sektörün sürdürülebilirliğine de etki etmektedir. Geri dönüşüm malzemelerinden elde edilen plastikler, plastik atıktan kaynaklı çevre kirliliğini azaltmasıyla gelecek nesillere daha temiz bir çevre bırakmamızı sağlamaktadır.

Plastik malzemelerden biri olan ve tez konusunda yoğunlukla işlenen araç lastikleri ise son zamanlarda hızla büyüyen atık lastik stokları, Dünya çapında ve ülkemizde de çok büyük bir çevresel sorun haline gelmektedir. Atık lastik stok alanlarında geniş hacimlere sahip olduğundan alansal olarak fazla yer kaplaması, içinde yaşayan insan sağlığına zararlı yırtıcı ve kemirici hayvanların barınması, bulundukları alanlarda kötü koku yaymaları gibi benzer konular başlıca atık lastiklerin çevresel problemlerini oluşturmaktadır. Atık araç lastiklerinin ekonomik olarak değerlendirilip bu değerlendirmeler sonucunda geri kazanılması sağlanabilmektedir. Atık lastiklerin değerlendirildikten sonra yeniden kullanılması şeklinde insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek yöntemler seçilmelidir. Günümüzde araç lastikleri atıklarının yönetimi ve yeniden değerlendirilmesiyle ilgili çalışmalar sürdürülürken diğer taraftan atık araç lastiklerinin oluşmasını azaltabilecek tedbirler alınmalıdır.

Günümüzde araç lastiklerinin değerlendirmesiyle ilgili bu çalışmada yer verilen araç lastiklerin geri dönüşüm yöntemlerinden biri olan granül haline getirip kauçuk

zemin kaplama malzemesi olarak kullanması incelenmiştir. Diğer plastik türlerinde benzer şekillerde geri dönüştürülüp tekrar kazanılması çevresel problemleri azaltmaya yardımcı olacaktır. Araç lastiklerin geri dönüşümü için sağlanan toplama ve depolama alanları gibi diğer geri dönüştürülebilir plastik malzemeler için de toplama ve depolama alanlarının oluşturulması çevresel problemlerin azalmasını sağlamakla birlikte plastik sektöründe geri dönüşümün sağlanması için önem arz etmektedir. Böyle çalışmalar yapılarak plastik sektöründe geri dönüşüm sektörün sürdürülebilirliğine büyük kakılar sağlayabilir.

# 6. KAYNAKÇA

Atık Yönetimi Hakkında AB Müktesebat Rehberi, Temmuz 2012, İstanbul &Brüksel

Banterle, A., Stranieri, S., 2008, The Consequences of Voluntary Traceability System for Supply Chain Relationships, An Application Of Transaction Cost Economics, Food Policy, Vol.33, 560-569p.

Cebeci, A., Güneş, E., 2017, Türkiye ve Avrupa'daki Tüketicilerin Gıda Etiketi Okuma Tutumlarını Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi, Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(4):261-267s.

Çetin, A., 2014, Gıda İzlenebilirliğinde Bilişim Teknolojisinin Kullanımı: Aydın İli Zeytin ve İncir İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Aydın, 107s

Çevre ve Orman Bakanlığı, (2006), Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete, No: 26357.

Çevre ve Orman Bakanlığı, (2010), Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete, No: 27721.

Dolmaz Ö., 2009, '' Gündelik Hayatta Plastik Malzemenin Anlamları: Mutfak Objeleri Üzerine Bir Araştırma'', İstanbul

European Communities, (2000), Dırectıve of The European Parlıament and of The Councıl on and-of Life Vehicle, 2000/53/EC.

GÖNÜLLÜ M.T., (2004), Atık Lastiklerin Yönetimi.

Juma M., Korenova, Z., Markos, J., Annus, J. ve Jelemensky, L. (2006), "Pyrolysis and combustion of scrap tire," Petroleum&Coal, 48, 15-26, (2006).

Meikle, J. L., 1995. American plastic: a Cultural History / New Brunswick, Rutgers University Press, New Jersey.

Miguel G. S., Aguado J., Serrano D.P., Escola J.M., 2006, Thermal and catalytic conversion of used tyre rubber and its polymeric constituents using Py/MS, Applied Catalysis B: Environmental, 64, 209–219.

Opara, L.U., 2003, Traceability in Agriculture and Food Supply Chain: A Review Of Basic Concepts, Technological İmplications, and Future Prospects, Food, Agriculture & Environment, 1(1):101-106.

Seçgin, H. (2011), Çevre ve Orman Bakanlığı, Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı'nda görevli Çevre Mühendisi ile sözlü görüşme, Ankara.

Sharma, V.K., Mincarini, M., Fortuna, F., Cognini, F. ve Cornacchia, G. (1998), "Disposal of waste tyres for energy recovery and safe environment," Energy Convers, 39, 511-528.

Tunç, B. (2009), "Atık lastiklerin yönetimi ve monofillerdeki fiziksel ve kimyasal davranışların incelenmesi," Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze.

Unapumnuk, K., Keener, T.C., Lu, M. ve Liang, F. (2008), "Investigation into the removal of sulfur from tyre derived fuel by pyrolysis," Fuel, 81, 951-956.

Ünlü, H. (2006), Otomotiv endüstrisinde oluşan tehlikeli atıkların geri kazanımı, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Url-1 <guvengeridonusum.com>, alındığı tarih 05.03.2020

Url-2 <es.scribd.com>, alındığı tarih 05.03.2020

Url-3< https://www.pagev.org/plastikler-ve-surdurulebilirlik>, alındığı tarih 15.04.2020

Url-4 <www.lasder.org.tr>, alındığı tarih 15 Şubat 2020