

**KAUÇUK, TÜRLERİ, ÖZELLİKLERİ, ÜRETİM
POTANSİYELLERİ, KULLANIM ALANLARI, ATIK
KAUÇUK GERİ KAZANIMI VE İŞLENME
SİSTEMLERİNİN ARAŞTIRMASI**

ŞERİFE MİNE DAL

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
ŞUBAT- 2015**

Şerife Mine DAL tarafından Prof.Dr.Fadime TANERdanışmanlığında hazırlanan “ Kauçuk, Türleri, Özellikleri,Üretim Potansiyeli,Kullanım Alanları, Atık Kauçuk Geri Kazanımı ve İşlenme Sistemlerinin Araştırması” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fadime TANER

Doç.Dr. Nimet KARAGÜLLE

Yrd.Doç.Dr. Mutlu YALVAÇ

İmza



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 17./04/2015 tarih ve 2015.9/515 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. Ayla ÇELİK
Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

**KAUÇUK, TÜRLERİ, ÖZELLİKLERİ, ÜRETİM
POTANSİYELLERİ, KULLANIM ALANLARI, ATIK
KAUÇUK GERİ KAZANIMI VE İŞLENME
SİSTEMLERİNİN ARAŞTIRMASI**

ŞERİFE MİNE DAL

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
PROF. DR. Fadime TANER**

**MERSİN
ŞUBAT - 2015**

KAUÇUK TÜRLERİ, ÖZELLİKLERİ, ÜRETİMİ, ÜRETİM POTANSİYELLERİ, KULLANIM ALANLARI, ATIK KAUÇUK GERİ KAZANIMI VE İŞLENME SİSTEMLERİNİN ARAŞTIRMASI

ŞERİFE MİNE DAL

ÖZ

Endüstriyel olarak birçok alanda kullanılan kauçuk, gerek hammaddesi gerek nihai atıkların değerlendirilebilmesi açısından günümüzde çok sık karşımıza çıkmaktadır. Kauçuk, günümüzün vazgeçilmez bir parçası olmakla birlikte, ürün atıklarının nasıl değerlendirileceği de geniş olarak araştırılmaktadır.

Kauçuk, günümüze doğal ve sentetik olarak iki temel başlıkta karşımıza çıkmaktadır. Doğal kauçuk bazı tropik bitkilerin sütümsü özsuğundan (*lateks*) doğal olarak elde edilir. Sentetik kauçuk ise petrol ve alkolün bileşimlerinden suni olarak elde edilen bir malzemedir. Sentetik kauçuk, kauçuk kullanım alanlarının artması ile birlikte kauçuğa olan ihtiyacı karşılamak amacı ile üretilmeye başlanmıştır.

Kauçuk sektörünün hızla büyümesi, ürünü elde etmenin yanı sıra oluşan kauçuk atıklarının çeşitli yöntemlerle geri kazanılmasının da önemini artmıştır. Ayrıca her alanda geri dönüşümün önemini artması ile birlikte kauçuk geri dönüşüm araştırmaları hız kazanmıştır.

Bu çalışmada, kauçuk malzemesinin genel özellikleri, Türkiye’de ve dünyada üretimi, kullanım potansiyeli ve alanları, sanayide kullanılan doğal ve sentetik kauçukların geri kazanım süreçleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kauçuk, Geri Dönüşüm

Danışman: Prof. Dr. Fadime TANER, Mersin Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı

A RESEARCH FOR RUBBER, TYPES, CHARACTERISTICS, PRODUCTION, PRODUCTION POTENTIALS, AREAS OF USAGE, WASTE RUBBER RECYCLING AND PROCESSING SYSTEMS

ŞERİFE MİNE DAL

ABSTRACT

Rubber, which used in different industries, is encountered with its both raw materials and being recyclable. In addition to being a part of modern life, how to recycle rubber waste is also researched extensively.

Rubber is classified basically as natural and synthetic. Natural rubber (NR) is obtained naturally from the milky juice (latex) of some tropical plants while synthetic rubber is synthesized artificially from the composite of alcohol and petroleum. Synthetic rubber has been produced to meet the increased demand of rubber along with the increasing of its area of usage.

While the rubber market is growing, recycling of rubber waste via different methods become important besides its production. Furthermore, along with the rise of awareness about recycling in every area, researches about rubber waste recycling speed up.

In this study, general characteristic of rubber, its production in Türkiye and worldwide, usability and usage areas, recycle process of natural and synthetic rubbers that are used in industry are examined.

Key Words: Rubber, Recycling

Advisor: Prof. Dr. Fadime TANER, Department of Environmental Engineering, University of Mersin

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında büyük emeği geçen Sn. Prof. Dr. Fadime TANER'e , Yüksek Lisans Eğitim ve Öğretim süresi boyunca ve tez yazım sürecinde yardımlarını, desteklerini esirgemeyen Sn. Doç. Mehmet Ali MAZMANCI ve Sn. Arş. Gör. Yasin ÖZAY'a teşekkürü borç bilirim.

Her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen annem, babam, eşim ve iş arkadaşlarıma da ayrıca teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	viii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. KAUÇUK.....	2
2.1.1. Kauçuk tanımı	2
2.1.2. Kauçuk Çeşitleri	3
2.1.2.1. Doğal kauçuk ve özellikleri.....	3
2.1.2.2. Sentetik kauçuk çeşitleri ve özellikleri.....	5
<i>Stiren- Bütadien Kauçuk (SBR)</i>	6
<i>Bütadien Kauçuk (BR)</i>	8
<i>Bütül Kauçuk (IIR)</i>	9
<i>Etilen Profilen Monomer(EPM)-Etilen Propilen Dien Monomer (EPDM)Kauçuk</i>	10
<i>İsopren Kauçuk (IR)</i>	11
<i>Kloropren Kauçuk (CR)</i>	12
<i>Akrilonitril Bütadien Kauçuk (NBR)</i>	13
<i>Polisülfid Kauçuk (CR)</i>	14
2.2.KAUÇUK ÜRETİMİ	15
2.2.1.Kauçuk ile İlgili Teknik Tanımlar.....	17
2.2.1.1. Polimer ve monomer kavramları.....	17
2.2.1.2. Elastomerler	19
2.2.2. Kauçuk Hamuru Oluşumu.....	20
2.2.2.1. Dolgu maddeleri.....	21
2.2.2.2. Yumuşatıcılar	23

2.2.2.3. Yaşlanma önleyiciler.....	23
2.2.2.4. Vulkanizasyon kimyasalları	24
2.2.2.5. Vulkanizasyon ajanları	24
2.2.2.6. Hızlandırıcılar.....	25
2.2.2.7. Aktivatörler	25
2.2.3. Vulkanizasyon (Pişirme) İşlemi	25
2.3. KAUÇUK HAMURU HAZIRLAMA	27
2.3.1. Kauçuk Hamurundan Mamüller Üretimi	28
2.4. KAUÇUK KULLANIM ALANLARI VE ÜRETİM POTANSİYELLERİ.....	29
2.4.1. Endüstride Kauçuk	31
2.4.2. Kaçuğun Türkiye’de ve Dünyada Kullanım Alanları	33
2.5. TÜRKİYE’DE KAUÇUK SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ.....	34
2.5.1. Kauçuk Hammadde İthalatı.....	36
2.5.2. Kauçuk Hammadde İhracatı.....	37
2.5.3. Kauçuk Mamül İthalatı.....	38
2.5.4. Kauçuk Mamül İhracatı.....	38
2.6. DÜNYADA KAUÇUK SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ.....	39
2.6.1. Dünyada Kauçuk Üretimi.....	39
2.6.2. Dünyada Kauçuk İhracatı	41
2.6.3. Dünyada Kauçuk İthalatı.....	42
2.7. GERİ DÖNÜŞÜM	42
2.7.1. Geri Dönüşüme Bakış	45
2.7.2. Kauçuk Atıklar	46
2.7.3. Kauçuk Geri Dönüşümü.....	48
2.7.3.1. Kaçuğun granül haline getirilmesi	51
2.7.3.2. Kauçuk devulkanizasyonu.....	53
2.7.4. Geri Dönüştürülen Kauçukların Kullanım Alanları	56
2.7.5. Geri Dönüşümün Önemi	59
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR.....	62
ÖZGEÇMİŞ	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Kauçuk hamur reçetelerinde yer alan maddeler ve oranları.....	21
Çizelge 2.2. Türkiye’de kauçuk hammadde üretimi yapan firmalara ilişkin bilgiler	35
Çizelge 2.3. Türkiye’nin kauçuk ihracatındaki yeri	39
Çizelge 2.4. Dünya kauçuk üretimi	40



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Strien- Bütadien Kauçuk Molekül Yapısı	7
Şekil 2.2. Bütadien Kauçuk Molekül Yapısı	8
Şekil 2.3. Bütil Kauçuk Molekül Yapısı	9
Şekil 2.4. Etilen Propilen Kauçuk Molekül Yapısı	10
Şekil 2.5. Etilen- Propilen Dien Monomer Kauçuk Molekül Yapısı	10
Şekil 2.6. Kloropren Kauçuk Molekül Yapısı	12
Şekil 2.7. Akrilonitril- Bütadien Kauçuk Molekül Yapısı	13
Şekil 2.8. Polisülfid Kauçuk Molekül Yapısı	15
Şekil 2.9. Hevea Brasilis Ağacından Doğal Kauçuk Eldesi	16
Şekil 2.10. Örnek Polimer Molekül Yapıları	18
Şekil 2.11. Kauçuk Hazırlamada Kullanılan Açık Mil	28
Şekil 2.12. Dünyada Kauçuk üretimini Gerçekleştiren İlk Beş Ülke ve Üretim Miktarları	37
Şekil 2.13. Dünya Kauçuk Üretiminde Ülkelerin Payı	41
Şekil 2.14. Atık Yönetim Hiyerarşisi (Çev. Ve Şeh. İl Müd. Tekirdağ)	44
Şekil 2.15. Lastik Bileşenleri	49
Şekil 2.16. Ham, Vulkanize, ve Devulkanize Kauçuk Yapısı	52
Şekil 2.17. Bütil Kauçuk Molekül Yapısı	53
Şekil 2.18. Kauçuğun Mekanik Olarak Parçalanması Sırasında Çapraz Bağların ve Polimer Zincirinin Kırılması	54

SİMGELER ve KISALTMALAR

NR	Doğal Kauçuk
SBR	Styren- Bütadien Kauçuk
NBR	Akrilonitril- Bütadien Kauçuk
EPDM	Etilen- Propilen Dien Monomer Kauçuk
EPM	Etilen- Propilen Kauçuk
IR	İsopren Kauçuk
BR	Bütadien Kauçuk
IIR	Bütıl Kauçuk
ÖTL	Ömrünü Tamamlamış Lastik

1.GİRİŞ

Kauçuk, Amkerika'nın keşfi ile bulunmuş ve o günden bugüne dek pek çok alanda kullanılmış bir malzemedir. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki aslında kauçuk çok daha uzun yıllar öncesinde de kullanılmakta olan bir teknolojidir. Tüm dünyada kauçuğa olan ihtiyaç ve verilen önem giderek artış göstermektedir. Hemen tüm teknolojilerde gerek nihai ürün, gerekse yan ürün olarak kullanılan kauçuk üretimi çeşitli yöntemlerle çok daha iyi seviyelere çekilmeye çalışılmıştır. Teknolojinin gelişmesi ve yeni ürünlerin artması, özellikle de otomobil üretimindeki artış kauçuğa olan ihtiyacı da arttırmıştır.

Kauçuk, doğal olarak tropik bölgelerde yetiştirilen hevea brasiliensis ağacından elde edilirken, sentetik kauçuklar petrol ve türevlerinde bulunan moleküler bağların yapısı ile ilgili yapılan çalışmalar sonucu elde edilmişlerdir.

Türkiye'de kauçuk üretimi ile ilgili yapılan çalışmalarda kauçuk hammaddelerin dışarıdan ihraç edildiği ve bu durumun hammadde temininde çeşitli sıkıntılara yol açtığı görülmektedir.

Bu çalışmada, kauçuk ile ilgili verilen temel bilgilerin yanında, hammaddesinde dışa bağımlı olduğumuz kauçuk malzemesinin geri dönüşüm yöntemleri ile tekrar elde edilebilirliği araştırılmıştır. Günümüzde pek çok malzemede gerçekleştirilen geri dönüşüm, kauçuk hamur ve mamullerinde de gerçekleştirilebilmiştir. Geri dönüşümün önemi ile birlikte artan çalışmalar hemen tüm malzemelerin geri dönüşümünü esas almakta, bu durumda gerek hammadde temininde gerekse ekonomide çeşitli iyileştirmeler yapılabilmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. KAUÇUK

2.1.1. Kauçuk Tanım

Kauçuk bazı tropik bitkilerin sütümsü öz suyundan (lateks) doğal halde veya petrol ve alkolün bileşimlerinden elde edilen bir malzemedir. Kauçuk Terimi, Hevea Brasiliensis ağacından elde edilen malzemeyi adlandırmakta kullanılmaktadır. Ancak günümüzde bu terim uygulanan kuvvetin serbest bırakılmasıyla tekrar eski konumuna geri dönebilen malzemeler olarak adlandırılmaktadır(Elastomer Teknolojisi 1, 2001).

Kauçuk türü malzemeler, fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikleriyle artık günümüzün vazgeçilmez bir mühendislik malzemesi olmuşlardır. Christopher Columbus'un Amerika'yı keşfiyle başlayan kauçuk ile ilgili araştırmalar, aslında Amerika'da yaşayan Aztek toplumunda yapılan arkeolojik kazılardan, çok öncelerde keşfedilip kullanıldığı anlaşılmaktadır. Avrupalıların, 16. yüzyılın başlarında keşfedip dünyaya tanıtmaya başladıkları kauçuk, ancak 19. yüzyılın ortalarına doğru Charles Macintosh, Thomas Hancock ve Charles Goodyear gibi araştırmacı ve girişimcilerin özel gayret ve keşifleriyle günlük yaşamın ayrılmaz bir mühendislik malzemesi olmuştur. Özellikle Charles Goodyear'ın 1840 yılında kazayla vulkanizasyon işlemini bulmasıyla kauçuğun soğukta sertleşmesi ve sıcakta yumuşayarak yapışkan hale gelmesi gibi olumsuz özellikleri giderilerek kauçuk alanında teknolojik çalışmaların başlamasına olanak sağlamıştır. 1888 yılındaki otomobil tekerleklerinin icadı ise kauçuğun artık vazgeçilmez bir mühendislik malzemesi olduğunu ispatlamıştır (Vahapoğlu, 2007).

Kauçuk teknolojisindeki gelişmeler o yılların güçlü devletlerini doğal kauçuk yetiştiriciliği gerçekleştirilmesi fikrine yöneltmiş ve İngiltere başta olmak üzere, Avrupadaki birçok devletin kendi egemenlikleri altındaki kolonilerde büyük kauçuk yetiştiriciliği (tarım arazisi) kurmalarına sebep olmuştur. Bu çalışmaların yanında,

kurmuş oldukları çiftliklerde yetiştirdikleri Hevea kauçuk ağacından ayrı olarak, alternatif bitkilerin bulunması çalışmalarına da yönelmişlerdir (Vahapoğlu, 2007).

Gelişen teknoloji ve doğal kauçuğun temininde başka ülkelere olan bağımlılık, insanlarda 1850'li yıllardan beri sentetik kauçuk üretimini gündeme getirmiştir. I. ve II. Dünya savaşları sırasında doğal kauçuk plantasyonlarının ambargo altına alınması, özellikle Almanya, Rusya ve Amerika'da, sentetik kauçuk çalışmalarına tamamen ağırlık verilmesine sebep olmuştur. Sonuçta günümüzde kullandığımız birçok sentetik kauçuk malzemeleri savaş yıllarındaki ihtiyaca karşılamak amacı ile elde edilmiştir (Vahapoğlu, 2006).

Günümüzde ise kauçuk, birçok sanayi dalında gerek ürün, gerekse yan ürün olarak kullanılmaktadır. Kauçuk ısıya dayanımı, sızdırmazlık özellikleri, rahat monte edilebilirliği gibi bir çok özelliğinden faydalanılarak özellikle otomotiv sanayi (kapıcam fitili, sızdırmazlık ürünleri, klima üniteleri, silecekler), PVC sanayi (pencere, kapı contaları), beyaz eşya (çamaşır makinesi fitilleri, bulaşık makinesi fitilleri, fırın contaları, buzdolapları) gibi günlük yaşantımızın vazgeçilmez parçası haline gelen her şeyde kullanılmaktadır.

2.1.2. Kauçuk Çeşitleri

2.1.2.1. Doğal kauçuk (NR)

Hevea Brasiliensis ağacının iç kabuğunda bulunan kauçuk öz suyu yani lateks, gövde de açılan yarıklardan akıtılarak toplanır ve sonrasında şekillendirilmek üzere pıhtılaştırılır. Molekül yapısında içerdiği çift bağ doymamışlık derecesini ifade eder. Doymamışlık derecesi çift bağın sayısı ve aktivitesi ile ilgilidir. Örnek olarak kükürt vulkanizasyonu ya da kauçuk bozulmasına sebep olan oksijen ve ozon reaksiyonu veren bu bağlardır.(Kauçuk doğal yapısında bulunan çift bağlar vulkanizasyon ile bozularak kauçuğun stabil hale getirilmesi, oksijen ile reaksiyona girerek bozulmasının önlenmesi sağlanmaktadır.)

Doğal kauçuğun ampirik bağıntısı ilk defa, 1826 yılında, Michael Faraday (1791-1867) tarafından C_5H_8 olarak ifade edilmiştir. 1835 yılında İskoç kimyacı William Gregory (1803-1858) kauçuğu damıtmış ve ham isopren'i (2-methyl-1,3-bütadien, $CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$) elde etmiştir.

Benzer şekilde 1838 yılında Fransız fizikçi ve eczacı Appolinaire Bouchardat (1806-1886) kauçuğu damıtarak saf olmayan isopren elde etmiş ve bu malzemeyi 'cauchene' olarak adlandırmıştır. 1860 yılında ise İngiliz kimyacı Charles Hanson Greville Williams (1829-1910) kauçuğu damıtarak saf isopreni elde etmiş ve elde ettiği bu malzemeyi 'isopren' olarak adlandırmıştır. Kauçuk malzemesinin isopren moleküllerinin birleşmesinden meydana geldiğini belirtmiştir (Gent,1992).

Kauçuk geniş bir molekül ağırlığı dağılımına sahiptir ve bu nedenle mükemmel işlenebilirlik özellikleri gösterirler. Zincir yapısı kimyasal durumu ile ilgilidir. Tabii kauçuk düzenli bir yapı özelliğinde olduğundan yüksek derecelerde kristalleşme özelliğine sahiptir. Kauçuk gerilince ve düşük sıcaklıklarda kristalleşir. Kristalleşmenin fiziksel özelliklere olumlu özellikleri şunlardır.

- Yüksek derecede kopma mukavemeti, (çekme- kopma testlerinde yüksek dayanım gösterir.)
- Yüksek yırtılma ve aşınma mukavemeti, (aşınmaya ve yırtılmaya dayanıklıdır.)
- Çiğ hamur mukavemeti, (pişirilmemiş kauçuk hamuru mukavemeti oldukça yüksektir.)
- İyi dinamik özellikler,
- Kolay işlenebilme, (düşük yırtılma ve yüksek kopma mukavemeti sayesinde kolayca şekil verilebilir.)
- Düşük kalıcı deformasyon değerleri ve yayılma özellikleri. (işlenen kauçuk sonrasında çok kolay deforme olmaz.)

Artan kristalleşme özelliğine bağlı olarak oluşan olumsuzluklar ise şunlardır.

- Depolama sırasında sertleşme,

- Proses sırasında yüksek ısı oluşumu (heat build-up) (Proses yardımcı maddeleri ve uygun dolgu maddesi kullanımı ile bu durumun önüne geçilebilir.) (Vahapoğlu,2006).

Kauçuktaki en önemli özellik, polar olmayan yapısı sayesinde çok kolay moleküler bağlar kurabilmesi ve homojen olarak karışımının sağlanabilmesidir.

Polar olmayan yapısı, tabii kauçuğun polar olmayan diğer kauçuklarla yüksek oranlarda karışabilmesini sağlamaktadır. Tabii kauçuğa, Strien- Bütadien Kauçuk (SBR)ve Bütadien Kauçuk (BR) katıldığında aşınma mukavemeti, ısı dayanımı ve düşük ısı özellikleri arttırılmaktadır. Tabii kauçuğun bu polimerlerle karışması halinde SBR ve BR'nin işlenebilme, yapışma ve dinamik özellikleri geliştirilebilir (Vahapoğlu, 2007).

Karıştırma işlemi tabii kauçuğun iyice ekstruzyon (karıştırma) ile yumuşatıldıktan sonra yapılmalıdır. Etilen- propilen kauçuğun (EPDM) dış hava şartlarına dayanıklı olması tabii kauçuğun zayıf olan bu özelliğinin geliştirmek amacıyla birbirleriyle karıştırılmasına olanak sağlar. Polar yapısından dolayı Akrilonitril- Bütadien Kauçuk (NBR) ile karıştırılması daha az rastlanır. Yağlara ve kimyasallara dayanımı iyi olan NBR ile az da olsa da mümkündür (Vahapoğlu, 2007).

2.1.2.2. Sentetik kauçuk

19. yüzyıl ile birlikte başlayan teknolojik devrimler, sanayinin gelişmesi ile birlikte hızlı pazar arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Birçok malzemedeki dolgu maddesi olarak kullanılmaya başlanan kauçuk mükemmel özellikleri sayesinde birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum yeni teknolojik ürünlerdeki kauçuk malzeme kullanımında hızlı bir şekilde artmasına sebep olmuştur. Artan kauçuk ihtiyacı, doğal kauçuktaki üretimin belirli ülkelerde olması ve savaş yıllarının doğurduğu ihtiyaç, araştırmacıları sentetik kauçuk üretimine yöneltmiştir. Çok geniş bir yelpazede üretilen kauçuk ürünlerden istenilen fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerin, her bir üründe farklı olması ve istenilen özelliklerin tek bir kauçuk türü tarafından

karşılanamaması farklı özelliklere sahip birçok sentetik kauçuk türlerinin araştırılmasına ve sonuçta yeni sentetik kauçuk malzemelerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Yapılan çalışmalar sonrasında elde edilen sentetik kauçuk çeşitlerinden günümüzde yaygın olarak kullanılmaya devam eden kauçuk türleri şu şekildedir;

- Strien- Bütadien Kauçuk (SBR),
- Butadien kauçuğu (BR),
- Etilen-Propilen kauçuğu (EPDM),
- İsoopren kauçuğu (Sentetik Doğal Kauçuk) (IR),
- Kloropren kauçuğu (CR),
- Akrilonitril-Bütadien kauçuğu (NBR)
- Polisülfid (PTR) (Vahapoğlu,2006).

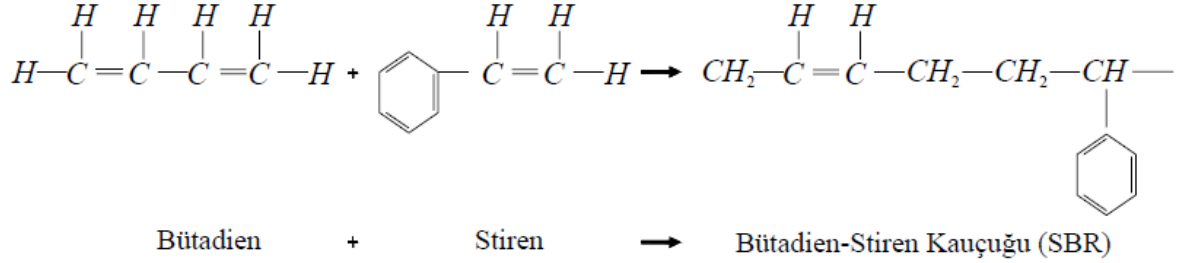
Yapılan araştırmalar sonrasında tabii kauçuk ile aynı özelliklere yakın ancak istenilen özelliklerde olan sentetik kauçuk çeşitleri aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Strien- bütadien kauçuğu (SBR)

Buna-S ve GR-S (Government Rubber-Styrene) olarak da adlandırılan stiren-bütadien kauçuğu günümüz endüstrisinde en çok tercih edilen sentetik kauçuk türüdür. SBR kauçuğu 75/25 oranında bütadien/stiren içeren karışımların emülsiyon polimerizasyonu ile elde edilmektedir. Polimer zinciri bütadien ve stiren polimerlerinin gelişigüzel karışımından oluşmaktadır. SBR kauçuk polimerleri düzensiz olarak karıştığından böylece kristallenme de en aza indirilebilmektedir (Savran,2001).

SBR kauçuğu kopolimerizasyon sıcaklığına bağlı olarak iki gruba ayrılmaktadır. Sıcak SBR kauçukları, 50 °C'de kopolimerize edilmelerine karşın, soğuk SBR kauçukları kauçuktaki karşılıklı bağlanmayı minimum yapmak için

mümkün oldukça düşük sıcaklıklarda (5 °C) kopolimerize edilmektedirler (Kauffman ve Seymour, 1991).



Şekil 2.1. Strien- Bütadien Kauçuk Molekül Yapısı

Sıcak SBR kauçukları yüksek renk tutabilme özelliğine sahip olduğu için mekanik ekipmanlarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Sıcak SBR kauçuk özelliklerinin yanı sıra soğuk SBR kauçukları kayma, aşınma özelliklerinin azalması nedeni ile otomobil lastiklerinde sıkça kullanılmaktadır. Hatta soğuk SBR kauçukların, otomobil lastiklerinde doğal kauçuğa oranla daha kullanışlı oldukları tespit edilmiştir. Ancak tır, kamyon gibi ağır yük taşımacılığı yapılan vasıtalarda ısınmadan kaynaklı SBR kauçuğun özellik değiştirme nedeni ile çok sık kullanılmadığı bilinmektedir (Vahapoğlu,2006).

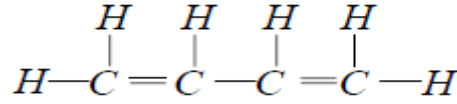
Genel olarak SBR kauçuk, günümüzde doğal kauçuk yerine kullanılmaktadır. SBR kauçuğun doğal kauçuğa göre avantajı daha kısa sürede elde edilebilir olması ve daha kolay kullanılabilir olmasıdır. Aynı zamanda SBR kauçuk doğal kauçuğa göre daha çabuk ekstrude (karışım) olabilmeleridir. Elastik olarak doğal kauçuğa göre daha aşağıda olsa da aşınma, yaşlanma ve ısıya dayanım yönü ile doğal kauçuğa göre tercih sebebi olmuşlardır. Ayrıca SBR kauçuk polar olmayan çözeltilere, asit ve bazlara karşı oldukça dirençlidir. Ancak yağ ve yakıt gibi sıvılara karşı direnç gösteremediği tespit edilmiş ve bu yönü ile kullanım alanına kısıtlamalar getirilmiştir (Clauser ve ark., 1967).

SBR kauçuk günümüzde en çok araba lastikleri, V kayışlar, fren debriyaj balatalar, körük malzemeleri, boru contaları, ayakkabı tabanları, elektrik yalıtım

malzemeleri, şeffaf bant yapıştırıcılar, konveyör bantlar ve döşemelik malzemeler olarak kullanılmaktadır (Savran, 2001).

Bütadien kauçuk (BR)

İlk üretimi 1930'lu yıllarda olmasına rağmen kauçuk sanayinde kullanımı 1960'lı yıllarda başlamıştır. Bütadien kauçuk isopren kauçuğa oranla daha kolay elde edilebilmesi ve daha ucuz olması nedeniyle uzun yıllarca elde edilmeye çalışılmıştır. Fakat var olan katalizörler ile yapılan polimerizasyon sonucunda elde edilen bütadien kauçuğun daha az kullanışlı olduğu keşfedilmiştir (Kauffman ve Seymour, 1991).



Şekil 2.2. Bütadien Kauçuk Molekül Yapısı

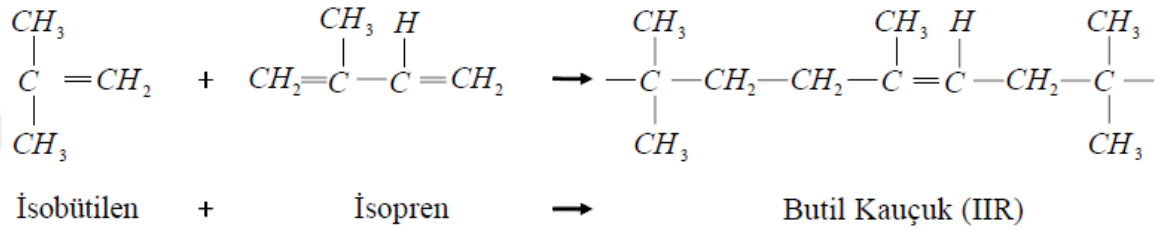
Bütadien kauçuklarının kopma mukavemeti oldukça düşüktür. Bu nedenle doğal kauçuk ve SBR kauçukları ile polimerize edilerek kullanılırlar. Aşınma ve çatlama mukavemetlerinin yüksek olması nedeni ile otomobil dış lastik imalatında kullanılır. Geçiş sıcaklığın düşük olması sebebiyle, düşük ısılarda çok iyi elastik özellikler verirler. Dinamik ısı oluşumu, doğal kauçuktan daha azdır. Hem düşük ısılardaki elastikiyeti hem de düşük ısı oluşumu özelliğinden, doğal kauçuk ve SBR ile birlikte kullanılması avantaj sağlamaktadır. Doğal kauçuk ve SBR ile birlikte kullanılmasının bir başka sebebi bütadien kauçuğun tek başına işlenme zorluğudur. Bu şekilde karışımın karbon siyahı ve yağ miktarı arttırılarak ekstruzyon ve kalıpta akma özellikleri iyileştirilebilir, finisyon yapışkanlığı arttırılabilir ve sıcak ve soğukta kolayca çekme, uzama olmaması nedeni ile parça boyutları daha iyi korunabilir (Savran, 2001).

Günümüzde üretilen bütadien kauçuğun %90'ı tekerlek imalatında kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra konveyör bant, hortum imalatı, ayakkabı tabanları,

golf topları, yüksek aşınma dirayeti isteyen yapı malzemeleri ve yer döşemelerinde de kullanılmaktadır (Nagdi, 1993).

Butil Kauçuk (IIR)

İsobütilen isopren ve GR-I (Government Rubber-Isobutylene) olarak da adlandırılan butil kauçuk isobütilen ve isopren'in kopolimerleridir.



Şekil 2.3. Butil Kauçuk Molekül Yapısı

İsobütilen içerisine katılan az miktarda isoprenin oldukça düşük sıcaklıkta kopolimerizasyonu ile doymamış yapı elde edilerek ve bu yapı vulkanize edilerek butil kauçuk üretilmiştir (Savran,2001).

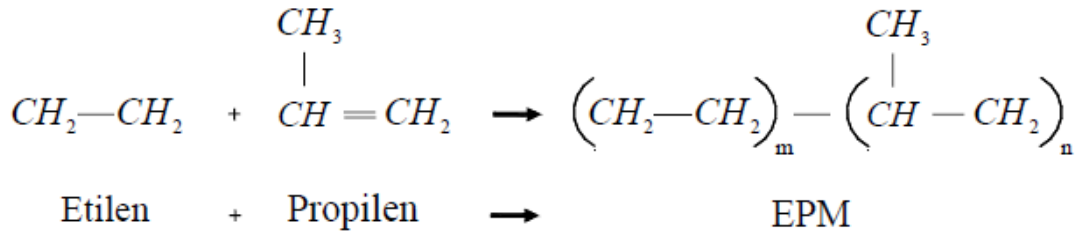
Kloropren kauçuğunda olduğu gibi çekme dayanımını arttırmak için butil kauçukta karbon siyahı kullanmaya gerek yoktur. Fakat yırtınma ve aşınma dayanımı ve elastiklik modülünü arttırmak için karbon siyahı ve diğer katkı maddeleri katılabilir. Butil kauçuğu en önemli özelliği düşük gaz geçirgenliğidir. Ozon, hava ve neme karşı mükemmel dayanıklılık gösterir. Dielektrik özellikleri ve şok emme kabiliyeti yüksektir. Isı mukavemeti yüksektir. Asitlere, bazlara, hayvansal ve bitkisel yağlara ve bazı esterlere karşı dayanıklılık gösterir. Halobutillerin butil kauçuğa göre daha hızlı pişme sağlaması sonucu, doğal kauçuk, SBR, NBR, CR,EPDM gibi diğer elastomerler ile karıştırılarak kullanılmasını sağlamaktadır (Savran, 2001).

Butil kauçuk yaygın olarak sulama hortumları, tank kaplama, orta ve yüksek gerilim kabloları, iç lastik, pişirme takımları, yapışkan üretimi, izolasyon malzemesi,

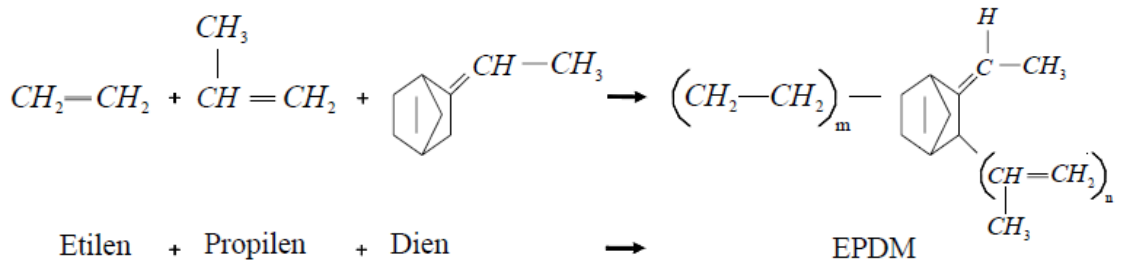
şok emici ve sportif eşya yapımında kullanılmaktadır (Clauser ve ark. 1967, Nagdi, 1993).

Etilen propilen monomer (EPM) ve etilen- propilen dien monomer (EPDM) kauçukları

Etilen ve propilenin kopolimerizasyonu ve stereospesifik katalizörlerin kullanımıyla elde edilen EPM ve EPDM kauçukları ilk kez 1963 yılında ticari olarak üretilmiştir. EPM, etilen ve propilenin kopolimerizasyonu ile üretilmektedir. Reaksiyonda çift bağ yoktur. Yani tamamen doymuş bir yapıdır. Bu yapı, kopolimerlerin ozon ve oksijene mükemmel dayanıklılık göstermesini sağlar. Ancak diğer polimerlerle karıştırma imkanı yoktur. Peroksit ve radyasyon dışında vulkanize edilemezler (Savran,2001).



Şekil 2.4. EPM Kauçuk Molekül Yapısı



Şekil 2.5. EPDM Kauçuk Molekül Yapısı

EPM ve EPDM kauçukları ısı, ışık ve oksidasyona karşı mükemmel dayanıklıdır. Mükemmel elektrik özellikleri vardır. Yüksek dolgu ve yağ alabilme özelliğinden düşük maliyette karışımlar oluştururlar. Sulu veya konsantre asit ve

alkalilere dayanıklılık gösterirler. Düşük yoğunluklu olup hafif malzemeler üretilebilir. Mekanik özellikleri doğal kauçuk ile butil kauçuk arasındadır (Savran, 2001; Budinski, 1989).

Butil kauçuk gibi petrol esaslı yağlara dayanıksız olduğundan kullanımları otomobil uygulamaları ile sınırlıdır (Savran, 2001). Bunun yanında kapı ve cam fitili, sünger fitil, radyatör ve ısıtma hortumları, beyaz eşya körük ve contaları, konveyör kayışları, tank kaplama ve silindir kaplamada kullanılmaktadır.

İsopren Kauçuğu (IR)

Sentetik doğal kauçuk olarak da adlandırılan isopren kauçuğu uzun araştırmalar sonucu 1954 yılında yeni polimerizasyon katalizörlerinin bulunmasıyla elde edilebilmiştir (Morton, 1981).

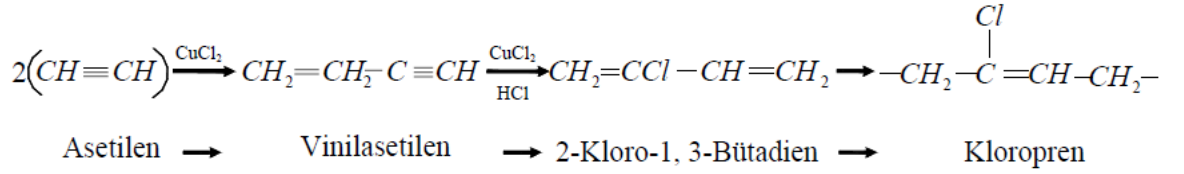
Kullanılan katalizör cinslerine bağlı olarak farklı isopren kauçuklar üretilebilmektedir. Günümüzde genellikle Ziegler-latta veya lityum katalizörleri ile isopren kauçuk üretilmektedir (Savran, 2001).

İsopren polimerleştiğinde cis ve trans olmak üzere iki ayrı yapı oluşturmaktadır. Bu iki farklı yapıya göre kullanım alanları ise cis yapıda olanlar yumuşak, trans yapıda olanlar ise sert kristalli kauçuk yapılar oluşturmaktadırlar. İsoopren kauçuk yapısal olarak doğal kauçukla aynı olsa da renginin iyi, kalitesinin daha az değişken ve kokusunun az olması, kolay parçalanabilir ve kolay şekillendirilebilir olması özellikleri ile doğal kauçuktan daha avantajlıdır. Karbon siyahı ile karıştığında düşük fiziksel değerler vermesi ve doğal kauçuğa oranla daha pahalı olması sebepleri ise dezavantajıdır. Doğal kauçuk üretiminin isopren kauçuk üretimine oranla daha ekonomik olması, doğal kauçuğun daha çok tercih edilme sebebidir (Budinski, 1989).

Üretilen isopren kauçuğun %60'ı otomobil lastiğinde kullanılmakla birlikte konveyör kayışı, ayakkabı tabanı, yer döşemeleri olarak da kullanılmaktadır (Nagdi,1993).

Kloropren Kauçuk (CR)

Neopren ve GR-M (Government Rubber-Monovinyl acetylene) olarak da adlandırılan kloropen kauçuğu, ilk olarak Wallace Hume Carothers'in grubunda kimyager araştırmacı olarak çalışan, Arnold Collins tarafından 1931 yılında Amerika'da üretilmiş ve ilk üretildiğinde Duprene olarak adlandırılmıştır (Wallace ve ark., 1932).



Şekil 2.6. Kloropren Kauçuk Molekül Yapısı

2-Kloro-1,3Bütadienin emülsiyonu polimerizasyonundan kloropren elde edilmiştir (Kauffman ve Seymour, 1991).

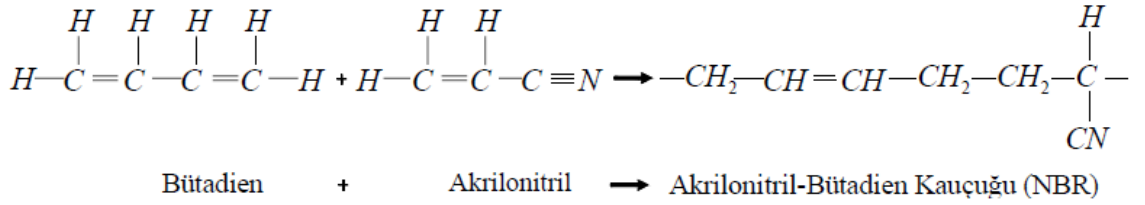
Polimerizasyon sırasında kullanılan katkı maddesine göre birçok farklı kloropren kauçuğu elde edilmektedir. Kloropren sülfür ile vulkanize edilmesine rağmen çoğu kez magnezyum oksit veya çinko oksit ile de vulkanize edilebilmektedir. Kloropren'in en önemli özelliklerinden bir tanesi karbon siyahı katkı maddesi katmadan iyi bir çekme dayanımına sahip olmasıdır. Kopma ve yırtılmasının azaltmak amacı ile istenilen durumlarda kloropren kauçuk içerisine karbon siyahı katılabilmektedir (Gent,1992)

Kloropren kauçuk havaya ve ozona karşı dirençli yapıdadır. Ayrıca su,yağ ve polimerlere karşı da oldukça dirençlidir. Bu gibi özelliklerinin yanı sıra tekstil materyallerine kolay yapışabilme özelliği vardır. Bunun yanı sıra doğal kauçuğa göre pahalı olması kullanımını sınırlandırmaktadır.

Günlük kullanımda ekonomik yönü göz ardı edilirse, hortum imalatı (yüksek basınçlı hidrolik ve fren hortumları), silecek lastikleri, membranlar, takozlar, elektrik kablo izolasyonu gibi pek çok alanda kullanılabilirler (Nagdi, 1993).

Akrilonitril-bütadien kauçuk (NBR)

Buna-N ve GR-N (Government Rubber-Nitril) olarak da adlandırılan akrilonitril-bütadien kauçuğu bütadien ve akrilonitril'in kopolimerleridir Doğal kauçuk ve SBR bazı mineral yağlar ve benzen içinde çözünmesine karşılık NBR bu yağlara karşı dayanıklıdır. Bu nedenle de fabrikada, aynı yıllarda üretilen Buna-S kauçuğuna göre, NBR kauçuğuna ilgi olmuştur. Fakat bu ilgi daha sonra II. Dünya savaşı sırasındaki Nazi yönetimi tarafından zorunlu olarak. Buna-S kauçuğuna kaydırılmıştır (Kauffman ve Seymour, 1991).



Şekil 2.7. Akrilonitril- Bütadien Kauçuk Molekül Yapısı

Nitrik kauçuk özellikleri sahip olduğu akrilonitril miktarına göre değişiklik gösterir. Akrilonitril arttıkça yağ ve yakıtlara karşı dayanıklılık, yoğunluk, sertlik, pişme hızı, işlenebilirlik ve mekanik özellikler artmasına karşın akrilonitril miktarı azaldıkça düşük sıcaklıklarda başta elastikiyet olmak üzere sayılan özelliklerde azalma görülmektedir (Vahapoğlu,2006).

NBR kauçuğunun aromatik hidrokarbonlara karşı dayanımı kloropren kauçuğuna göre iyi olmasına rağmen, polisülfid kadar iyi değildir. NBR kauçuğu mineral ve bitkisel yağlara mükemmel dayanıklı olmasına karşın aseton, ketonlar gibi oksijenli karışımların meydana getirdiği şişme olayına karşı çok zayıftır. Kuvvetli oksitlenme etkisine sahip asit ve bazlar hariç asit ve bazlara dayanıklıdır. NBR kauçuğu, SBR kauçuğu gibi, çekme sırasında kristalize olmaz. Yüksek dayanım elde etmek için katkı maddeleri katılmalıdır. Aşınma, yorulma, yaşlanma dayanımı iyi olmasına karşın yırtılma direnci doğal kauçuktan daha kötü ve elektrik yalıtımı daha düşüktür. Genel olarak petrol esaslı yağlar, gazlar ve aromatik hidrokarbonlara karşı

dayanımın gerekli olduğu yerlerde kullanılır. Yağ ve yakıtlara karşı dayanımı sebebiyle conta imalatında (O-ring, sızdırmazlık contaları, kaplinler, membranlar), hortum imalatında (benzin, yağ, pnömatik ve hidrolik hortumlar), bağlantı elemanlarında, konveyör kayışında, vals kaplamalarında, işçi elbise ve botlarında, lastik klişe ve mühürlerde kullanılır (Savran, 2001).

Nitril kauçuğu diğer kauçuklardan farklı kılan en önemli özelliği akrilonitril içeriğidir. Kauçuktaki akrilonitril oranı arttıkça yağ ve yakıtlara dayanım, sertlik, yoğunluk, pişme hızı ve kopma mukavemeti artar. Düşük sıcaklıklara dayanım, gaz geçirgenliği ve kalıcı deformasyon değerleri ise azalır (Hoffman, 1963).

NBR kauçuk elastomer özelliklerine göre farklılık gösterirler. Elastikiyet özellikleri polar olan ve olmayan yapılarda farklılık gösterir. Polar yapıda olan kauçuk, polar yapıda olmayanlara göre daha yüksek elektrik iletkenliğine sahiptir. NBR kauçuklar, doğal kauçuklara göre ısıya karşı daha dayanıklıdır. Kristallenme özellikleri olmadığından pek çok alanda yaygın olarak kullanılırlar (Yelland, 1977).

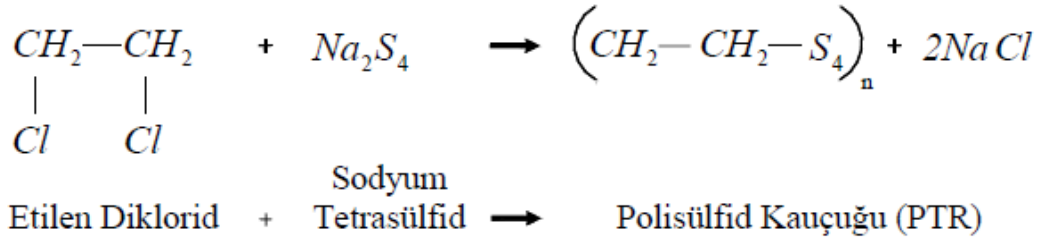
NBR kauçuk yağ ve yakıtlara karşı yüksek dayanımı sebebi ile otomotiv sanayinde pnömatik hortumlarda, sızdırmazlık contalarında, yağ kabinlerinde, benzin hortumlarında kullanılmaktadır. Ayrıca konveyör bantlarda, işçi elbise ve botlarda kullanılmaktadır (Vahapoğlu, 2006).

Polisülfid kauçuk (PTR)

Thiokol ve GR-P (Government Rubber-Polysulfide) olarak da adlandırılan polisülfid 1922 yılında, bağımsız olarak çalışan mucit ve fizikçi, Joseph C. Patrick tarafından kazayla bulunmuştur (Patrick, 1936).

Bu elastomerler yağlara, grese ve çözücülere dayanıklı olmalarına karşın pis kokuludurlar. Elastikiyetleri kötü olup ısı dayanımları vasat düzeydedir. Gaz, nem ve havayı geçirmezler (Budinski, 1989).

Alifatik, aromatik hidrokarbonlara, oksijenli sıvılara ve ozona dayanıklıdır. Polisülfid kauçuğu araba ve servis istasyonlarındaki gaz hortumlarının yapımında, gaz ve organik çözücülere karşı dayanımları nedeniyle contaların yapımında, gemi güvertesi ve bina sızdırmazlığı sağlamada kullanılmaktadır. Çekme mukavemeti ve aşınma dayanımının diğer sentetik kauçuklardan düşük olması sebebiyle polisülfid kauçuğunun kullanımı sınırlıdır. Ayrıca bazı türlerinin kötü kokması da kullanımını sınırlayan diğer bir nedendir (Savran, 2001).



Şekil 2.8. Polisülfid Kauçuk Molekül Yapısı

2.2. KAUCUK ÜRETİMİ

Yüzyıllar öncesine dayanan kauçuk üretimi ilk olarak doğal kauçuk hammaddesi olan kauçuk ağacı öz suyunun (lateks) toplanması ve toplanan lateksin pıhtılaştırılması ile başlamıştır. Pıhtılaştırılan lateks doğal şartlarda hiçbir ısıtma işlemine tabi tutulmaksızın şekil verilerek çeşitli alanlarda kullanılmaktaydı. Ancak artan kauçuk ihtiyacı ve Pazar arayışları, sanayi devrimi ile beraber artış göstermiş ve kauçuk hammaddesinin kullanıldığı alanlar giderek artış göstermiştir. I. Dünya Savaşı sonrası artan endüstrileşme doğal kauçuğun miktar olarak yetersiz kalması ve kauçuk malzemelere istenilen şeklin daha kolay ve ekonomik olarak verilmesi isteği sentetik kauçuk üretim araştırmalarını da beraberinde getirmiştir. Kauçuk malzemesinin polar özellikte olması özelliğinden faydalanılarak zaman içerisinde çeşitli sentetik kauçuk türleri oluşturulmaya başlanmıştır.

Tüm dünyada yıllık 15 milyon tonun üstünde kauçuk üretilir; bunun yaklaşık üçte biri doğal kauçuktur. Kalanı, petrolden elde edilen kimyasal maddelerle yapılan

yapay (sentetik) kauçuktur. Doğal kauçuk kauçuk ağacının (Hevea brasiliensis) kabuğundan akan sütümsü öz sudan (lateks) elde edilir. Bu ağacın en iyi yetiştirildiği bölgeler ekvatorun çevresidir. Doğal kauçuk yetiştiren başlıca ülkeler; Brezilya, Nijerya, Liberya, Zaire, Güney Hindistan, Sri Lanka, Malezya, Endonezya, Tayland ve Filipinlerdir. Doğal kauçuk üretimi plantasyonların (büyük çiftlikler) yanı sıra küçük çiftliklerde de gerçekleştirilmektedir (Demirci,2011).

Doğal kauçuk üretimi kauçuk ağaçları üzerinde açılan v şeklindeki yarıklardan toplanan kauçuk öz suyunun toplanması ardından bu suyun koagüle olup pıhtılaşması ile gerçekleştirilmektedir. Doğal kauçuk eldesi Şekil.2.9’da gösterildiği gibidir. Kauçuk ağacından toplanan suyun yaklaşık %40ı kauçuktur. Toplanan kauçuğun pıhtılaşması işlemi için asetik asit ya da formik asit kullanılmaktadır. Elde edilen doğal kauçuk çekme dayanımı oldukça az olan kauçuktur. Kauçuğun kopmaya karşı dayanıklı olması için kauçuk kükürt ile işlenerek dayanıklı hale getirilebilir.



Şekil 2.9. Hevea Brasiliensis Ağacından Doğal Kauçuk Eldesi

Kauçuk malzemesinin çekme kopma mukavemetinin artırılması, ısıya dayanımının artırılması, kimyasallara karşı direncinin artırılması gibi birçok çalışmanın yanı sıra, kauçuk malzemeler vulkanizasyon işleminden geçirilerek üretim safhaları değişiklik göstermiştir.

Kauçuk ile ilgili daha teknik bilgilere göz atmak amacı ile bazı tanımlamaların yapılması gerekir.

2.2.1. Kauçuk ile ilgili Temel Kavramlar

2.2.1.1. Polimer ve monomer kavramları

Polimerizasyon sırasında kullanılan katkı maddesine göre bir çok farklı kloropren kauçuğu elde edilmektedir. Kloropren sülfür ile vulkanize edilmesine rağmen çoğu kez magnezyum oksit veya çinko oksit ile de vulkanize edilebilmektedir. Kloropren'in en önemli özelliklerinden bir tanesi karbon siyahı katkı maddesi katmadan iyi bir çekme dayanımına sahip olmasıdır.

Monomer: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

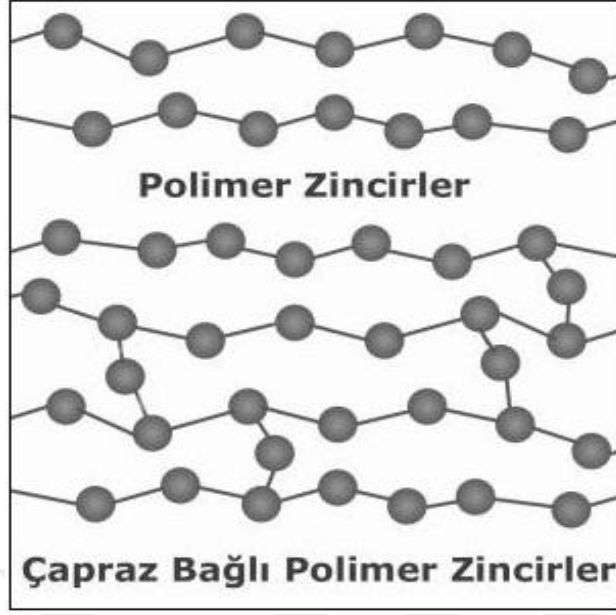
Polimer: $(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_n$

Olarak tanımlanabilir.

Polimer Zinciri

Çok sayıda monomer molekülünün birbirine bağlanarak oluşturduğu büyük moleküller zincir olarak tabir edilir. Atomların tipine bağlı olarak polimer zincirinin belli bir hareket kabiliyeti vardır. Polimer molekülü meydana getirmek üzere kullanılan monomerlerin iki veya daha fazla fonksiyona sahip olmaları gerekir. Aşağıdaki moleküller iki fonksiyona sahip birer monomerdir (Altınışık,2007).

Polimer Zinciri Örnek: $\text{HOOC}-\text{R}-\text{COOH}$ $\text{HO}-\text{R}-\text{OH}$ $\text{HN}_2-\text{R}-\text{NH}_2$



Şekil 2.10. Örnek Polimer moleküler yapıları

İki fonksiyonlu monomerler düz yapılı bir zincir oluştururlar. Bir $R\bullet$ radikali vinil klorür monomerinden düz zincirli PVC (polivinilklorür) oluşturur. Eğer monomer molekülü üç veya daha fazla fonksiyona sahipse dallanma veya çapraz bağlanma meydana gelir.

Polimer zincirleri aşağıdaki yapılarda olabilir;

- 1-Düz zincir yapısı
- 2-Kısa dallanmış yapı
- 3-Kısa dallanmış yapı
- 4-Çapraz bağlanmış zincir yapısı
- 5-Yıldız yapısı
- 6-Tarak yapısı

2.2.1.2. Elastomerler

Kauçuk olarak tanımladığımız elastomerler polimerlerin seyrek çapraz bağlanması ile oluşan ağ yapısı halidir. Polimerlerin elastomer olması için; yüksek molekür ağırlığına, gelişigüzel zincir yapısına ve çapraz bağlanabilme özelliğine sahip olması gerekmektedir.

Kauçuklar çapraz bağlanmamış ancak çapraz bağlanabilme özelliğine sahip yani vulkanize edilebilen polimerlerdir (Dalgakıran,2010).

Kauçuk karışımı; istenilen özelliklere göre ayarlanmış, kauçuk ve diğer hammaddeler ile (karbon siyahı, yağ, aktivatörler) vulkanize edilebilen karışımlardır. Kauçuk hamur reçeteleri genelde dolgu maddeleri, yumuşatıcılar, proses kolaylaştırıcılar, yaşlanmayı önleyiciler, aktivatörler, hızlandırıcılar, pişiriciler (vulkanizasyon sistemi), geciktiriciler (karbon siyahı), boyalar, koku kimyasalları, şişiricilerden meydana gelmektedir (Ozturk,2008).

Kauçuklar çapraz bağlanmamış ama çapraz bağlanabilme özelliğine sahip, yani vulkanize olabilen polimerlerdir. Yüksek sıcaklıkta ve deforme edici kuvvetlerin etkisi altında koyu sıvımsı akış özelliği gösterirler. Böylece uygun şartlarda şekillendirilebilirler. Lastik kavramı, yukarıda tanımlanan elastomer kavramı ile eş anlamlıdır.

Çapraz bağlanabilme özelliği vulkanizasyonla açıklanabilir. Vulkanizasyon, kauçuğun kimyasal yapı değişikliğine uğrayarak (çapraz bağlanma reaksiyonu) ve geri dönüşümsüz olarak elastik özelliklere sahip bir duruma gelmesi ve getirilmesi işidir. Vulkanizasyon öncesi yüksek plastik özellikler, vulkanizasyon sonrası yerini yüksek elastik özelliklere bırakır (KTÜ Fen Bilimleri Dergisi-9,2006).

Elastomerleri birbirleriyle karıştırmak kauçuk endüstrisinde en iyi fiziksel özelliklerini sağlamak, yaşlanmaya karşı dayanıklılığı arttırmak, prosesleri kolaylaştırmak ve fiyatı düşürmek için uygulanır. Doğal kauçuklar EPDM (etilen propilen dien) ile karıştırılarak hiç mekanik özellik kaybetmeden yaşlanmaya karşı

dayanıklılığı arttırılmış olur. Doymamışlık oranları farklı olmasına rağmen mekaniksel performansta artış gözlenir. Ayrıca EPDM ile hazırlanan karışımlar çok iyi ozon dayanımı verir. EPDM doymuş yapıda NR ise doymamış yapıdadır. Buna rağmen karıştırıldıklarında vulkanizasyon boyunca NR daha yüksek çapraz bağlanma oranında sahip olmaktadır. Doğal kauçuk polar olmayan yapısı nedeniyle diğer polar olmayan kauçuklarla iyi karışma sağlar. SBR (stiren bütadien kauçuk) ve BR (bütadien kauçuk) ile karıştırıldığında aşınma dayanımı, ısı dayanımı ve düşük ısı özellikleri artmaktadır. NBR (nitril kauçuk) ile karıştırılması ile yağ ve yakıtlara dayanıklılığı arttırılabilir. Kloropren kauçuk ile karıştırılması ise çok iyi hava dayanımı sağlar (Oztürk,2008).

Doğal kauçuğun kimyasal oluşumu tamamen kauçuk ağacında meydana gelen süreç ile ilgilidir. Bu bakımdan doğal kauçuk, sentezi sırasında istenen özelliklere göre farklı monomerler katılarak elde edilen sentetik kauçuklara göre dezavantajlıdır. Fakat çevresel sorunlardan ötürü doğal kauçuk ve türevlerine ilgi artmaktadır. Bunun nedeni doğal kauçuğun yenilenebilir bir kaynak olmasıdır. Buna karşılık sentetik kauçuklar çoğunlukla yenilenemeyen yağ esaslı kaynaklardan üretilmektedir. Doğal kauçuğun esneklik, kuvvet, yorulma esnekliği gibi mükemmel özelliklerinin yanı sıra yenilenebilir bir kaynak olması da onu çok önemli bir elastomerik madde yapmaktadır (Lehrle, 1997).

2.2.2. Kauçuk Hamuru Oluşumu

Kauçuk üretimi sırasında gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal işlemler sırası ile şu şekilde anlatılabilir;

Kauçuk karışımı, istenilen özelliklere göre ayarlanmış, kauçuk ve diğer hammaddeler ile katkı maddelerinden oluşan, vulkanize edilebilen bir karışımdır. Kauçuk ürünlerin hayatın hemen her alanında çok önemli yerleri vardır. Bu ürünlerin başarıları ise doğru polimerlerin, kauçuk kimyasallarının ve dolgu maddelerinin uygun oranlarda karışmalarına bağlıdır (Loyd, 1976).

Kauçuk hamurunun oluşturulmasında hamur reçetesi denilen ve kauçuk içerisine katılacak malzemelerin yer aldığı bir liste hazırlanır. Bu listelerde kauçuk içerisine karıştırılan maddeler şu şekildedir; Kauçuk, kükürt, çinko oksit, yağ asidi, hızlandırıcı, dolgu, yumuşatıcı, antioksidanlar (Elastomer Teknolojisi, Kauçuk Derneği, 2001).

Karışım yapılacağı zaman en önemli şey elstomer yani kullanılacak kauçuğun çeşididir. Kauçuk hamur karışımlarında kullanılan kimyasallara ait ortalama değerler şu şekilde olabilir;

Çizelge 2.1. Kauçuk hamur reçetelerinde yer alan maddeler ve oranlar

Hammadde	Miktar(phr)
Kauçuk	100
Vulkanizasyon maddeleri	6-10
Dolgular	20-100
Yumuşatıcılar	0-30
Proses kolaylaştırıcılar	0-10
Yaşlanma geciktiriciler	0-10

*Phr " parts per hundred of rubber " yani, "yüz kısım kauçuk" olarak tanımlanır.

Kauçuk hamurunda yer alan maddeler şu şekilde açıklanabilir;

2.2.2.1. Dolgu maddeleri

Kauçuğun kuvvetlenmesi, işlenebilirliğinin artması ve karakterinin iyileştirilmesi, kauçuğun renklendirilmesi ve ekonomikleştirme amacı ile kauçuk hamurunda yer alırlar. Organik ya da inorganik yapıda olabilirler(Waddel, 1996).

Dolgu maddeleri siyah ve beyaz dolgu maddeleri olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Siyah dolgu maddeleri karbon siyahlarıdır. Beyaz dolgu maddeleri ise

kalsiyum karbonat, silika, kil, talk, çinko oksit gibi dolgulardır. (Elastomer Derneği,2001).

Siyah dolgu maddeleri kauçuğa beyaz dolgu maddeleriyle kıyaslanamayacak kadar güç vermektedir. Siyah dolgu maddeleri yanında kullanılan beyaz dolgu maddeleri ise kauçukla aralarında bulunan zayıf polar bağlar sayesinde kauçuğa homojen karışım ve kayganlaşma özellikleri vermektedir (Oztürk,2008). Yani kauçukta kullanılan dolgu maddelerinden siyah olanlar kauçuğun özelliklerini iyileştirmekte, beyaz dolgu maddeleri ise daha çok formülasyon ucuzlaştırma ve kauçuğun işleme özelliklerinin iyileştirilmesinde kullanılmaktadır (Ozturk,2008).

Karbon siyahı yarı grafit yapıda, kauçuk ile karıştırıldığında kauçuğun kopma dayanımı, modül, aşınma dayanımı ve yırtılma dayanımını arttıran amorf bir karbondur. Karbon siyahı, sıvı ve gaz hidrokarbonların ısı ile parçalanması sonucunda elde edilir. Karbon siyahının güçlendirici olarak niteliğini belirleyen özellikler; tane büyüklüğü veya yüzey alanı, yapısı ve yüzey aktivitesidir. Genel olarak, karbon siyahı özelliklerinin her biri, işlenebilirliğe ve vulkanize edilmiş ürüne etki etmektedir. Tane büyüklüğü küçük ise vulkanizasyon sonrası ürünlerde sertlik, aşınma dayanımı, kopma dayanımı ve elektrik iletkenliğinde artış, elastikiyette ise azalma gözlenir. Tane büyüklüğü arttıkça, yüzey aktifliği azalmakta ve kuvvetlendirici tesir düşmektedir. Yani, kopma kuvveti, yırtılma ve aşınma dirençleri azalmaktadır (Semaan ve ark.,2002).

Belirli bir tip karbon siyahı seçerken, işlenebilirlik, istenilen lastik özellikleri ve maliyet göz önünde bulundurulur (Elastomer Derneği, 2001).

Beyaz dolgu maddeleri ise kauçuk teknolojisinde, mineral veya siyah olmayan dolgu maddeleri, kauçuk karışımının fiziksel veya mekanik özelliklerini iyileştirmek ve maliyeti düşürmek için kullanılır. Bu özellikler, mineral dolguların, karbon siyahı ile harmanlanması veya açık renkli ürünler üretimin, tek başına veya diğer dolgu maddeleri ile beraberce kullanılarak elde edilebilir (Choi ve ark., 2002).

2.2.2.2. Yumuşatıcılar

Kauçuk hamur oluşumunda kullanılan yumuşatıcılar, dolgu maddeleri kadar önemlidirler. Karbon siyahı ile birlikte kullanılarak maliyeti düşürürler. Kauçuk işlenmesi sırasında enerji tasarrufu sağlarlar ve karışımın akıcılığını iyileştirirler. Yumuşatıcılar kauçuk hamuru oluşumunda karışımın kolaylaşmasını ve eklenen maddelerin homojen olarak karışmasını sağlarlar. Düşük sıcaklıklarda kauçuğun fiziksel özelliklerini; uzama ve elastikiyetini iyileştirirken, fiziksel özelliklerinden elektrik iletkenliğini yükselterek aleve karşı direncini artırır (Elastomer Derneği, 2001).

Yumuşatıcılar kauçuğa olan etkileri bakımından iki grupta toplanabilirler. Birinci grupta olanlar, kimyasal aktiviteye sahip olup, karışım sırasında kauçuğa kimyasal olarak etki ederler. Kauçuk karışımının viskozitesinin düşmesine sebep olurlar. Bu grup bileşiklere peptizörler denir. Kauçuk içinde çok az veya hiç çözünmeyen yumuşatıcılar ise ikinci grubu oluştururlar. Bunlar, kauçuk molekülleri arasında kaydırıcı görevi görürler. Karışımın viskozitesini bozmadan, işlenmesini kolaylaştırırlar. Mineral yağlar, parafin, bu gruptan bileşiklerdir. Bunlara fiziksel yumuşatıcılar da denir (Elastomer Derneği, 2001).

2.2.2.3. Yaşlanma önleyiciler

Tüm malzemelerde olduğu gibi elastomerler de zamanla bozulmaya uğrarlar. Yapılarına bağlı olarak bu bozulma zincir yapısında, çapraz bağlarda ya da oksijen içerikli fonksiyonel gruplarda oksitlenme olarak gerçekleşebilir. Bu olay yaşlanma olarak adlandırılmaktadır. Yaşlanma olayı kauçuğun kimyasal ve fiziksel yapısında değişimlere yol açabilir. Aynı zamanda kauçuk ile vulkanize edilen kauçuklarda, kükürt zamanla kauçuğun sertleşmesine ve fiziksel görünümünün de bozulmasına sebep olur. Özellikle sentetik kauçuklarda yaşlanma, kırılma, sertleşme, renk bozulması gibi çeşitli durumlara yol açabilir. Güneşe maruz kalan kauçuk daha çabuk yaşlanma özelliği göstermektedir (Elastomer Derneği, 2001).

Sanayide kullanılan yaşlanma önleyiciler arilaminler, fenoller ve fenolfosfitler olarak üç ana grupta toplanabilir. Yaşlanma geciktiriciler, kauçukta oluşma için gerekli olan kritik enerjiyi yükselterek zamanla meydana gelen çatlama, kısılma, sertleşme, renk atması gibi problemlerin oluşum hızını geciktiriler. Aynı zamanda geciktiriciler ozona karşı da etkili olarak kauçuğun oksidasyonunu yavaşlatmaktadır (Oztürk,2008).

2.2.2.4. Vulkanizasyon kimyasalları

Vulkanizasyon kısaca elastomerlerin bir malzemeye çapraz bağlanma yolu ile dönüşüm olayı olarak tanımlanabilir. Sonraki bölümde vulkanizasyon ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilecektir.

Vulkanizasyon reaktifleri vulkanizasyon ajanları, hızlandırıcılar ve aktivatörlerdir.

2.2.2.5. Vulkanizasyon ajanları

En çok kullanılanları kükürtlür. Kauçuğun uzun polimer zincirleri vulkanizasyon sırasında kükürt köprüleri yardımı ile bir birleriyle çapraz bağlanırlar. Vulkanizasyon için iki çeşit kükürt kullanılır: normal kükürt ve çözünmeyen kükürttür (Karabörk F., Akdemir A., 2013)

Normal kükürt sekizli halka yapısındaki kükürttür. Sıcaklık arttıkça çözünürlüğü arttırdığı için bazen depolanma esnasında ön vulkanizasyona sebep olabilir. Yapı içinde serbest dolaşım olanağına sahip olduğu için zamanla karışımdaki homojen dağılımı bozulabilir. Çözünmez kükürt ise amorf yapıda polimer zincirlerinden oluşur. Bekleme esnasında çözünmediği için depolama esnasında ön vulkanizasyon sorunu ile karşılaşılmaz ve homojen bir dağılım sağlanabilir (Elastomer Derneği, 2001).

2.2.2.6. Hızlandırıcılar

Hızlandırıcılar, kükürtle yapılan vulkanizasyon işlemlerinde kükürdün kauçuk çapraz bağlarına bağlanmasını hızlandırır. Hızlandırıcıların seçimi diğer tüm karışım malzemelerinde olduğu gibi elastomerlerin yapısına göre seçilirler.

2.2.2.7. Aktivatörler

Hızlandırıcıların aktivasyonunu gerçekleştiren maddelerdir. Yani vulkanizasyon sırasında kauçuk ile kükürdün bağ kurmasını sağlayan maddelerdir. Etkinlikleri kauçuğun cinsine ve kullanım amacına bağlı olarak değişim göstermektedir. Başlıca örnekleri; çinko oksit ve stearik asittir (Daniel,1984)

2.2.3.Vulkanizasyon (Pişirme) İşlemi

Vulkanizasyon işlemi, uzun kauçuk zincirlerinin çapraz bağlanarak üç boyutlu elastik bir yapı oluşturması olayıdır. Bu işlem en çok kükürt yardımıyla bazen de peroksit gibi farklı bir kimyasalla da olabilir. Vulkanizasyon esasında kauçuğun fiziksel özelliklerini değiştiren ısıya dayanan bir işlemdir. (Oztürk,2008). Çapraz bağlanma özelliği, vulkanizasyonu sağlayan maddenin miktarına, aktivitesine ve reaksiyon zamanına bağlıdır. Bu özellik vulkanizasyon derecesi ve çapraz bağlanma yoğunluğu olarak ifade edilir. En çok kullanılan kükürt vulkanizasyonunda, diğer katkı maddelerinin, özellikle kullanılan hızlandırıcıların cins ve miktarına bağlı olarak, farklı çapraz bağlanma şekilleri oluşturulabilmektedir. Vulkanize kauçuğun özelliği genellikle çapraz bağlanma şekline ve yoğunluğuna bağlıdır.

Kükürt ile yapılan vulkanizasyon işlemi yüksek ısıda hidrojenin kükürt köprüsü oluşturmak üzere yer değiştirmesini kapsamaktadır (Oztürk, 2008). Vulkanizasyon işlemi ile kauçuk hamuru pişirilerek homojen dağılım sağlanabilmektedir. Vulkanizasyon sırasında ısınan kauçuğa şekil vermek de içerisinde bulunan katkı malzemeleri ile birlikte kolaylaşmıştır.

Kauçuk vulkanizasyon işlemi çeşitli şekillerde yapılabilir. Günümüzde en sık kullanılan vulkanizasyon işlemleri;

- Mikrodalga vulkanizasyonu,
- Pres vulkanizasyonu,
- Otoklavda vulkanizasyon ve
- Tuz ile yapılan vulkanizasyonlardır.

Pişirme işlemi olarak bilinen vulkanizasyon işlemi ile kauçuğun çekme, kopma mukavemeti arttırılarak kullanılabilirliği kolaylaştırılır.

Ayrıca vulkanizasyon işlemi sırasında kauçuğa istenilen şekil verilir. Vulkanizasyon işlemi, kauçuk hamur reçetelerinde bulunan aktivatörler, kimyasallar ve diğer malzemelere bağlı olarak farklı sıcaklık ve sürelerde yapılabilir.

Vulkanizasyon elastomer karışımlarının fiziksel özelliklerini iyileştiren kimyasal bir prosestir fakat tüm istenilen özellikler aynı anda optimum seviyeye erişemez. Bunun için pişirici sistemi, zaman ve sıcaklık uygun şekilde seçilmelidir (Oztürk, 2008).

Vulkanizasyon yaklaşık 150 yıl önce keşfedilmiş olsa da mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır. Vulkanizasyonun oluşumu için iki mekanizma önerilmiş fakat tam olarak hangi mekanizma üzerinden yürüdüğü tespit edilememiştir. Bu önerilen iki yol, serbest radikalık reaksiyon ve iyonik reaksiyondur. Aktive olmuş kükürt ajanının kauçukla olan reaksiyonu tam olarak açıklığa kavuşmamıştır (Akıba ve Hashım, 1997).

Chapman ve Porter isimli bilim adamları doğal kauçuğun kükürt ile vulkanizasyonunu özetleyebilmişlerdir. Kresja ve Koenig, birçok elastomerde kükürt vulkanizasyonunu incelemişlerdir. Chambel ve Wise ise hızlandırıcıların özelliklerini özetleyebilmişlerdir (Akıba ve Hashım,1997).

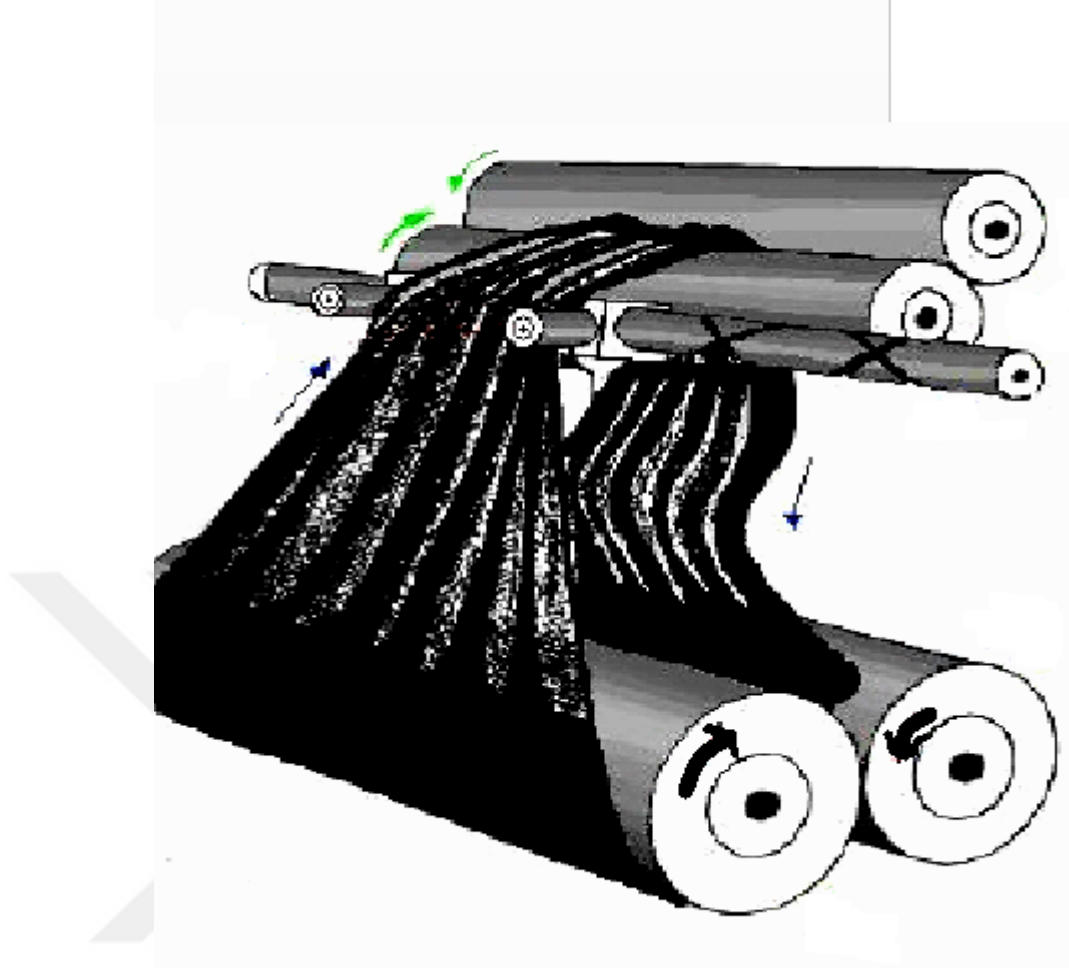
2.3. KAUCUK HAMURU HAZIRLAMA

Kauçuk ve katkı malzemelerinin karıştırılarak hamur haline getirilmesi işlemi iki şekilde yapılabilmektedir. Bunlardan birincisi açık mil karıştırıcılar ile, bir diğeri ise kapalı mil (iç karıştırıcılar) ile sağlanmaktadır. Kapalı mil ile karıştırma tekniği açık mil karıştırma tekniğine oranla daha yeni bir tekniktir. Mil, yatay ve birbirine paralel, dökme demirden hazırlanan iki silindirden oluşmakta, iki silindir birbirlerinden farklı hızla dönmektedir. Silindirler arası mesafe, öndeki silindirin hareket ettirilmesi ile gerçekleşmektedir. Silindirlerin soğutma işlemi silindir içerisindeki su kanalları ile gerçekleşmektedir.

Silindirler temel olarak beş farklı işlem yapmaktadır; Bunlar;

- Yumuşatma
- Karıştırma
- Soğutma
- Kauçukların cilalanması
- Ön ısıtma

Lastik hamurunu oluşturan bileşenler şekil 2.11'de görüldüğü gibi iki silindir arasına dökülür, silindirler döndükçe bileşenler karışır, silindirin arka kısmından çıkan bileşenler yeniden silindir içerisine sokularak istenilen hamur karışımı elde edilene kadar işlem tekrarlanır.



Şekil 2.11. Kauçuk hamuru hazırlanmasında kullanılan açık mil

2.3.1. Kauçuk Hamurundan Mamül Üretimi

Hazırlanan kauçuk hamurları, istenilen sertlik, yumuşaklık değerine gelinceye kadar silindirler yardımı ile homojen olarak karıştırma işlemi devam eder. Bu sırada kauçuğun ön ısıtma işlemi de gerçekleşmiş olacaktır. İstenilen özelliklerde elde edilen hamurlar, kauçuk pişirme yani vulkanizasyon işlemlerinden geçirilerek kauçuk ürünler elde edilebilir. İstenilen ürün ile ilgili yapılan pişirim esnasında kullanılan kalıplar yardımı ile kauçuklar kolayca şekillendirilir ve pişirilerek şekillerinin sabit kalması sağlanır.

İstenilen şekiller elde edilerek kauçuktan otomobil lastikleri, akaryakıt ve fren hortumları, cam silecekleri, contalar, radyatör ve hava hortumları, kapı ve cam profilleri, izolasyon elemanları, beyaz eşya sektöründeki körükler, otoyol viyadüklerdeki elastomer yataklar, içme suyu borularındaki sızdırmazlık contaları, ayakkabı tabanı üretimi yapılabilmektedir. Ayrıca her sektör için vazgeçilmez olan kauçuk; gıda, elektrik ve sağlık hizmetlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Elastomer Derneği, 2001).

Kauçuk sektöründe kalite ve araştırma geliştirme bölümlerinde, kauçuk kalitesini belirlemek amacı ile en çok karşılaşılan testler şunlardır;

- Sertlik
- Yoğunluk
- Rheometre
- Kopma – Uzama,
- Yırtılma
- Kalıcı deformasyon
- Yaşlandırma testleri
- Kül (Kenar, 2013).

2.4. KAUÇUK KULLANIM ALANLARI VE ÜRETİM POTANSİYELLERİ

Yapılan araştırmalar gösteriyor ki 2005 yılında yaklaşık 21 milyon ton kauçuk imal edilmiştir ve bunun %42'si doğal kauçuktur. Günümüzde doğal kauçuğun ana kaynağı Asya'dır, 2005 üretiminin yaklaşık %94'ü Asya'da yapılmıştır. Üretimin büyük çoğunluğunu yapan üç ülke; Endonezya, Malezya ve Tayland'dır. 2005 yılında bu üç ülke toplamda dünya üretiminin %72'sini gerçekleştirmişlerdir. 2013 Yılı itibariyle bu veriler geçerliliğini halen sürdürmektedir (Kaygalak, 2013)

Kauçuğun günümüzde çok geniş kullanım alanı vardır. Ev yaşantısından, endüstrinin çeşitli alanlarına yarı mamulden nihai ürüne kadar kadar çeşitlilik gösterir,.

Araç lastiği sektörü en çok kauçuk tüketen sektördür. 2005 yılı kauçuk tüketiminin %56'sı lastik sektörü tarafından gerçekleştirilmiştir. (Kaygalak, 2013)

Karayolu taşımacılığının artması ile birlikte kauçuk kullanımı da artış göstermiştir. Önce bisikletler olmak üzere, motor, traktör, otomobil, kamyon, tır gibi karayolu taşımacılığı yapan tüm motorlu taşıtların lastikleri kauçuktan yapılmaktadır.

Otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan kauçuk lastiğin yanı sıra sızdırmazlık contalarında, klima parçalarında, kapı ve pencere fitili olarak, hidrolik fren sistemlerinde, basınçlı ekipmanlarda ve yağ, şanzıman ünitelerinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Kauçuk ayrıca yapıştırıcı malzeme olarak da kullanılmaktadır. Kullanılan şeffaf bantların hammaddesi kauçuktur. Kauçuktan çeşitli yapıştırıcı türleri de üretilmektedir.

Suya ve deterjanlara dayanımı fazla olan kauçuk beyaz eşya parça üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Buzdolabı kapı fitilleri, çamaşır ve bulaşık makinelerinde sızdırmazlık contaları, deterjan hortumları olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ısı dayanımı yüksek olan kauçuk fırın contalarında kullanılmaktadır.

Suya dayanıklı olan kauçuk dalgıç giysilerinde, iş güvenliği alanında elektrik yalıtkan malzemelerinde, iş güvenliği kıyafetleri ve iş güvenliği ekipmanlarında, ayakkabı tabanlarında, yağmurluklarda, tıbbi eldivenlerde de kullanılmaktadır. Kauçuk malzemelerin boşluklu yapıları göz önünde bulundurulduğunda sünger yapımında da kullanıldıkları söylenebilir.

Kauçuk malzemelerden ayrıca körükler, konveyör bantlar, kayışlar, zemin kaplamaları, izolasyon malzemeleri olarak yararlanıldığı bilinmektedir.

2.4.1. Endüstride Kauçuk

Türkiye genelinde 2005 ve 2008 yılları arasında kauçuk ürünleri üreten işyeri sayısının 700 ile 777 arasında değiştiği gözlenmiştir. 2011 yılında 1,9 milyar USD ihracat gerçekleştiren Kauçuk Sektörünün yine 2011 yılı sonundaki toplam üretim değeri 5,2 milyar USD, ekonomiye sağladığı katma değer ise 2,8 milyar USD olmuştur (İAOSB Haber Dergisi, 2012).

Dünya kauçuk tüketimi 2011 yılında 25,9 ton olarak gerçekleşmiştir. Bunun 10,9 tonu doğal kauçuk, 14,9 tonu ise sentetik kauçuktur. Bugün Türkiye'nin yıllık kauçuk tüketimi 400 bin ton olup dünya tüketiminin %3'ünü oluşturmaktadır. Artan otomotiv üretimine paralel olarak kauçuk talebinin katlanarak artması beklenmektedir (İAOSB Haber Dergisi, 2012).

%56 oranında araç lastiği üretimine girdi sağlamakta olan kauçuk sanayide kauçuk bant, kayış, hortum, araç lastiği, conta ve daha pek çok farklı malzemenin imalatında kullanılmaktadır.

Kauçuk sanayinin temel girdileri tabii kauçuk, sentetik kauçuk ve karbon siyahıdır. Türkiye doğal kauçukta% 100; sentetik kauçukta ise %99 ithalata bağımlıdır (İAOSB Haber Dergisi, 2012).

Türkiye'de İzmir ve çevresinde bulunan ve gerçekleştirilen araştırmaya katılan firmaların % 52'si son 3 yılda sektörde faaliyet gösteren firmaların sayısının ulusal yatırımlarla arttığını belirtmiştir. Firmaların yine %52'si "sadece fiyat odaklı rekabet" nedeniyle bölgesel rekabetten olumsuz etkilendiğini ifade etmiştir. % 56'sı, ana rakiplerinin birinci sırada "Türkiye'deki firmalar" olduğunu belirtmiştir. % 63'ü rekabetin, birinci sırada "maliyet", ikinci sırada ise "kalite" unsurlarına dayandığını belirtmiştir. Firmaların %89'u aile şirkettir. %63'ünün ISO 9001 Kalite Belgesi, %89'unun web sayfası vardır. %67'si ulusal, %44'ü uluslararası fuarlara katılmaktadır. Firmaların %56'sı araştırma-geliştirme faaliyetlerinde bulunduğunu belirtmiştir. Ar-Ge harcamalarının ciro içindeki payının % 1,96 olduğu belirlenmiştir.

TUIK tarafından gerçekleştirilen 2010 yılı Ar-Ge Faaliyetleri Araştırması sonuçlarına göre; Türkiye’de Gayri Safi Yurtiçi Ar-Ge harcamasının Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) içindeki payı %08,4’tür.KOBİ’lerde ise bu oran %0,3 civarındadır (İAOSB Haber Dergisi, 2012).

Sektörün en büyük sıkıntıları arasında nitelikli iş gücü eksikliği yer almaktadır. Görüşmelere katılan tüm firma yetkilileri beyaz ve mavi yakalı eleman temin etmekte sıkıntı yaşadıklarını; sektöre işgücü yetiştirmekte olan eğitim kurumlarının öğrenci kapasitesinin sektörün ihtiyacının çok gerisinde kaldığını ifade etmişlerdir.

Sektörde ekstrüzyon, enjeksiyon, polimer, baskı teknolojileri gibi plastik prosesleri konusunda mesleki eğitim ihtiyacı olduğu gözlenmiştir. (İAOSB Haber Dergisi, 2012).

2011 yılında yapılan ve İzmir Organize Sanayi bölgesinde bulunan firmalarla gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda kauçuk sektöründe sorun olan konular şu şekilde belirtilmiştir;

- Hammaddede dışa bağımlılık,
- Hammadde fiyatlarının değişkenliği,
- Dengesiz hammadde arzı,
- Hurda-atık pazarının kontrolsüz olması,
- Nakliye ve enerji maliyetlerinin yüksek olması,
- Kauçuk konusuna hakim mavi yaka personel tedarikinin zor olması,
- Polimer mühendisi eksikliği,
- İşleme teknolojilerini bilen tekniker eksikliği,
- Kurumsallaşma eksikliği,
- Makine teknolojisinde yutdışına bağlılık
- Gümrük vergileri ve tarife dışı engeller,
- Hammadde fiyatına bağlı olarak mamul fiyatının değişiklik göstermesi,

- Sipariş büyüklüğünün giderek azalması.

Yapılan araştırmalar gösteriyor ki Türkiye’de kauçuk endüstrisi gerek hammadde temini konusunda, gerekse bu hammaddelerin pahalı olması gibi sebeplerle fazla ilerleme gösterememiştir.

Ancak 2011 yılı TÜİK verilerine göre geçen yıllara oranla kauçuk mamulleri üretimimiz artış göstermektedir (IAOSB Haber Dergisi, 2012).

2.4.2. Kauçuğun Türkiye’de ve Dünyada Kullanım Alanları

Türkiye ve dünyada kauçuk kullanım alanları çok geniş olmakla birlikte, en çok kauçuk kullanılan sektörler şu şekilde sıralanabilir;

Otomotiv sektöründe en çok kapı, pencere sızdırmazlık ürünler, basınçlı ekipmanlar, yağ, şanzıman ekipmanları, cam silecekleri, klima hortumları gibi pek çok malzemede bulunmaktadır.

Bunun yanı sıra PVC’lerde yine sızdırmazlık contaları olarak kullanılan kauçuk gelişen teknolojilerle farklı renk ve şekillerde üretilebilmekte, üzerine çeşitli işlemlerle tekstil malzemeleri de eklenebilmektedir.

Kauçuk ayrıca sulama hortumları, altyapı bağlantı elemanlarında sızdırmazlık contaları, beyaz eşyalarda sızdırmazlık ve ısı dayanım parçaları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bunun yanı sıra kauçuk dolgu malzemeleri olarak da kullanılabilir. İzolasyon malzemesi olarak kullanıldığı da görülmektedir.

2.5. TÜRKİYE’DE KAUÇUK SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ

Kauçuk ürünleri imalat sanayi genel olarak ara malı üreten bir sektör niteliğindedir. Kullanım alanlarına bakıldığında; en çok ambalaj sanayinde yer bulurken; inşaat sektöründe de sağlam, dayanıklı, bakım gerektirmemesi ve korozyona dayanıklı olması nedeni ile tercih edilmektedir. En sık görülen uygulama alanları; kapı-pencere profilleri, pis ve temiz su boruları, su depoları, çatı cephe kaplamalarıdır. Tarımdaki uygulamaları; sera örtüleri, fide örtüleri, sulama boruları şeklindedir. Elektrikli küçük ev eşyaları, beyaz eşyalar, elektronik aletler, fiber optik iletişim kabloları, klasik güç dağıtım kablolarının üretiminde plastik malzemelerden faydalanılmaktadır.

Kauçuk ürünlerin; başta otomotiv olmak üzere, ayakkabı, giyim sektörlerinde kullanım alanı bulduğu görülmektedir. Boru, hortum, taşıma bantları ve kayışlarda kauçuk malzeme tercih edilmektedir. Araçlar, donanımlar, hareketli makineler, uçaklar, oyuncaklar, mobilyalarda kullanılan tekerleklerdeki lastiklerde ve ayrıca ayakkabı tabanları, bağlantı parçaları ve contalar gibi farklı ürünlerde de kauçuk ürünler kullanılmaktadır.

Kauçuk sektörünün girdileri %90 oranında petrol ve türevlerinden temin edilmektedir. Bu sebeple de maliyetleri petrol fiyatı ile doğru orantılı olarak etkilenmektedir. Kauçuk sektörü hızla ilerleyen bir sektör olduğu için teknolojiyi izlemek amaçlı sürekli yatırım yapılmasını gerektirmektedir. Türkiye’de en büyük sorun ise, hammadde alımında dışa bağımlı olunmasıdır.

Türkiye’de kauçuk sektörü, hammadde konusunda büyük oranda dışa bağımlıdır. Özellikle üretimi yapılan sentetik kauçukların hammaddeleri dış ülkelerden getirilmekle birlikte, kauçuk hamuru üretimi ve kauçuk hamurundan mamüller üretimi Türkiye’de birkaç firma tarafından ciddi boyutlarda gerçekleştirilmektedir. Kauçuk sektöründe çok sık kullanılan EPDM kauçuk üretiminde kullanılan etilen ve propilen PETKİM tarafından üretilmektedir. Yine aynı

şekilde çok sık kullanılan SBR kauçuk üretiminde yumuşatıcı olarak kullanılan aromatik yağlar ise TÜPRAŞ tarafından sağlanmaktadır. (PAGEV,2010)

Kauçukların üretiminde kullanılan ve başlıca hammaddelerden biri olan bütadien üretimi ise PETKİM'in yatırım projelerinde yer almaktadır.

Kauçuk sanayinin temel girdileri tabii kauçuk, sentetik kauçuk ve karbon siyahıdır. Türkiye doğal kauçukta yüzde 100; sentetik kauçukta ise yüzde 99 ithalata bağımlıdır.(İAOSB Haber Dergisi, 2012)

Türkiye'de sanayi sicil numarası ve çalışma izni bulunan ve yerli kauçuk hammadde üretimi yapan firmalara ait bilgiler çizelge 2.2'deki gibidir:

Çizelge 2.2. Türkiye'de Kauçuk Hammadde Üretimi Yapan Firmalara İlişkin Bilgiler

			Çalışan sayısı	Üretim kapasitesi
	Firma sayısı	Mühendis	Toplam	1000 ton
Sentetik kauçuklar	2	19	96	6,5
Kauçuk esaslı solüsyonlar	107	109	1613	164,1
Kauçuk katkı maddeleri	5	34	250	231,4
TOPLAM	114	161	1959	402,1

Tabloda da görüldüğü gibi 2010 yılı Türkiye Kauçuk Sektörü verilerine göre; kauçuk hammadde üreten firma sayılarının toplam üretimleri 402 bin ton olarak belirlenmiştir (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2010).

%56 oranında araç lastiği üretimine girdi sağlamakta olan kauçuk sanayide kauçuk bant, kayış, hortum, araç lastiği, conta ve daha pek çok farklı malzemenin imalatında kullanılmaktadır (İAOSB Haber Dergisi,2012).

Türkiye’de 2005- 2008 yılları arasında kauçuk ürünleri üreten işyeri sayısının 700 ile 777 arasında değiştiği gözlenmiştir. 2011 yılında 1,9 milyar USD ihracat gerçekleştiren kauçuk sektörünün yine 2011 yılının sonunda toplam üretim değeri 5,2 milyar USD, ekonomiye sağladığı katkı ise 2,8 milyar USD olarak hesaplanmıştır. (İAOSB Haber Dergisi,2012)

Bugün Türkiye’nin yıllık kauçuk tüketimi 400 bin ton olup dünya tüketiminin %3’ünü oluşturmaktadır. Artan otomotiv üretimine paralel olarak kauçuk talebinin katlanarak artması beklenmektedir. (İAOSB Haber Dergisi,2012)

2.5.1. Kauçuk Hammadde İthalatı

2010 yılında kauçuk hammadde ithalatı 2009 yılına kıyasla miktar bazında %28, değer bazında %73 artarak 423 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2010).

Türkiye, 2009 yılında 63 ülkeden kauçuk hammadde ithal etmiş olup, toplam ithalatın miktar bazında yaklaşık %76’sı, değer bazında da %74’ü 10 ülkeden yapılmıştır. 2009 yılında toplam kauçuk hammadde ithalatında ilk üç sırayı Tayland, Endonezya ve Almanya almıştır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2010).

Türkiye’nin kauçuk hammadde ithalatı yaptığı on ülke; Tayland, Endonezya, Almanya, Güney Kore, Hollanda, A.B.D., İtalya, Rusya Federasyonu, Malezya ve Tayvan’dır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2010)

2.5.2. Kauçuk Hammadde İhracatı

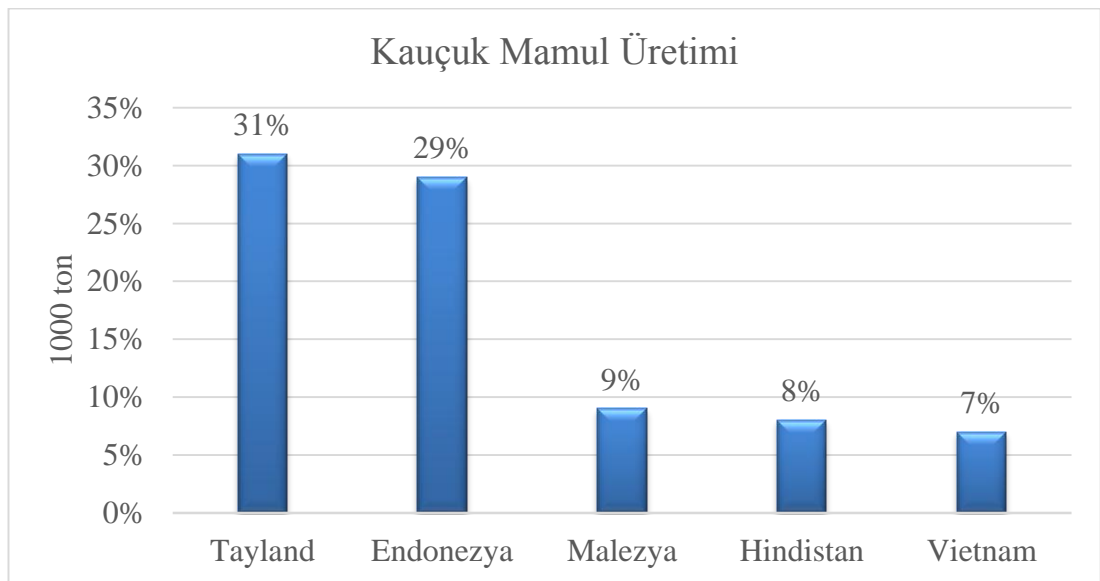
2010 yılında kauçuk hammadde ihracatı 2009 yılına kıyasla miktar bazında %57, değer bazında %71 artarak, 31 milyon ton 75 milyon USD olarak gerçekleşmiştir (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

İthalat ve ihracat tablolarından görülüyor ki kauçuk hammadde temini konusunda Türkiye büyük oranda dışa bağımlı olarak sürdürülmektedir.

2010 yılında Türkiye'nin kauçuk hammadde ihracatı yaptığı ilk 10 ülke, toplam ihracattan miktar bazında %61, değer bazında %69 pay almıştır. Rusya Federasyonu, Almanya ve İtalya hammadde ihraç ettiğimiz ilk üç ülke olmuştur (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

Türkiye'nin kauçuk hammadde ihracatı yaptığı on ülke; Rusya Federasyonu, Almanya, İtalya, Bulgaristan, İran, Ukrayna, Romanya, Çek Cumhuriyeti, Kosova ve Irak'tır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

Elde edilen veriler ile birlikte Türkiye'de Kauçuk Mamüller Üretimi grafiği ise şekil 2.12'de görüldüğü gibidir.



Şekil 2.12. Dünyada kauçuk üretimini gerçekleştiren ilk beş ülke

2.5.3. Kauçuk Mamul İthalatı

2010 yılında 202 bin ton kauçuk mamul ithalatı yapılmış olup, ithalata 982 milyon USD ödenmiştir. 2010 yılında kauçuk mamul ithalatı 209 yılına kıyasla ton bazında %33 değer bazında ise %34 artış göstermiştir (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

2010 yılında toplam kauçuk mamul ithalatının %62'sini otomobil dış lastikleri %24'ünü de diğer mamuller oluşturmuştur.

2010 yılında ilk on ülkede yapılan kauçuktan mamuller ithalatı, toplam ithalatın miktar bazında %65'ini, değer bazında da %87'sini oluşturmuştur. Almanya, İtalya ve Fransa kauçuk mamul ithal ettiğimiz ilk üç ülke olmuştur.

Kauçuk mamul ithalatı yaptığımız on ülke; Almanya, Fransa, İtalya, Japonya, Güney Kore, Malezya, İspanya, Polonya, Çek Cumhuriyeti ve Çin olarak kayıtlara geçmiştir (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

2.5.4. Kauçuk Mamul İhracatı

2010 yılında 399 bin ton kauçuk mamul ihraç edilerek 1,8 milyar USD kazanılmıştır. 2009 yılına kıyasla kauçuk mamul ihracatı miktar bazında %24, değer bazında %28 artış göstermiştir (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

2010 yılında toplam kauçuk mamul ihracatının %54'ünü nakil vasıtaları dış lastiği, %26'sını da diğer kauçuk mamulleri oluşturmuştur.

2010 yılında kauçuk mamul ihracatı yaptığımız ilk on ülke; Almanya İtalya ve İspanya olarak belirtilmiştir. Ayrıca 2010 yılında ilk on ülke toplam kauçuk ihracatından miktar bazında %56, değer bazında da %61 pay almıştır. Kauçuk ihracatı yapılan on ülke ise; Almanya, Fransa, Belçika, Finlandiya, Romanya, Rusya Federasyonu, Filipinler, Portekiz, Arnavutluk ve Şili'dir.

Kimya sektör ihracatı içerisinde kauçuk ihracatı önemli bir yer tutmaktadır. Yine 2010 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de kauçuk sektör ihracatı çizelge 2.3’de görüldüğü gibi dördüncü sırada yer almaktadır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

Çizelge 2.3. Türkiye’de Kimya Sektöründe Kauçuk İhracatının Yeri

Mal grubu	2008	2009	2010
Plastikler ve Mamülleri	27,50	33,72	30,62
Mineral Yakıtlar, Mineral Yağlar	37,56	23,99	27,31
Anorganik Kimyasallar	5,00	6,38	7,46
Kauçuk, Kauçuk Eşya	6,29	6,72	7,13
Sabun ve Yıkama Müstahzarları	4,97	6,82	5,46
Boya, Vernik, Mürekkep	3,40	4,56	4,34
Organik Kimyasallar	3,54	3,66	4,10
Eczacılık Ürünleri	3,43	4,82	4,04
Uçucu Yağlar, Kozmetikler	3,39	4,43	4,03
Muhtelif Kimyasal Maddeler	2,40	2,88	2,84

TÜİK verileri incelendiğinde Türkiye’nin kauçuk hammadde konusunda dışa bağımlı olduğunu açık bir şekilde görülmektedir. Aynı yıl için Kauçuk mamul ihracatı bir önceki yıla kıyasla artış göstermektedir. Bu verilere göre söyleyebiliriz ki; Türkiye Kauçuk mamul üretiminde önceki yıllara göre artış göstermekle birlikte, hammadde teminini halen dış ülkelere ithal ederek karşılamaktadır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

2.6. DÜNYADA KAUÇUK SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ

2.6.1. Dünya Kauçuk Üretimi

2010 yılında dünya toplam kauçuk üretimi 24,3 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup, bunun %42’sini (10,3 milyon ton) doğal kauçuk, %58’ini de (14

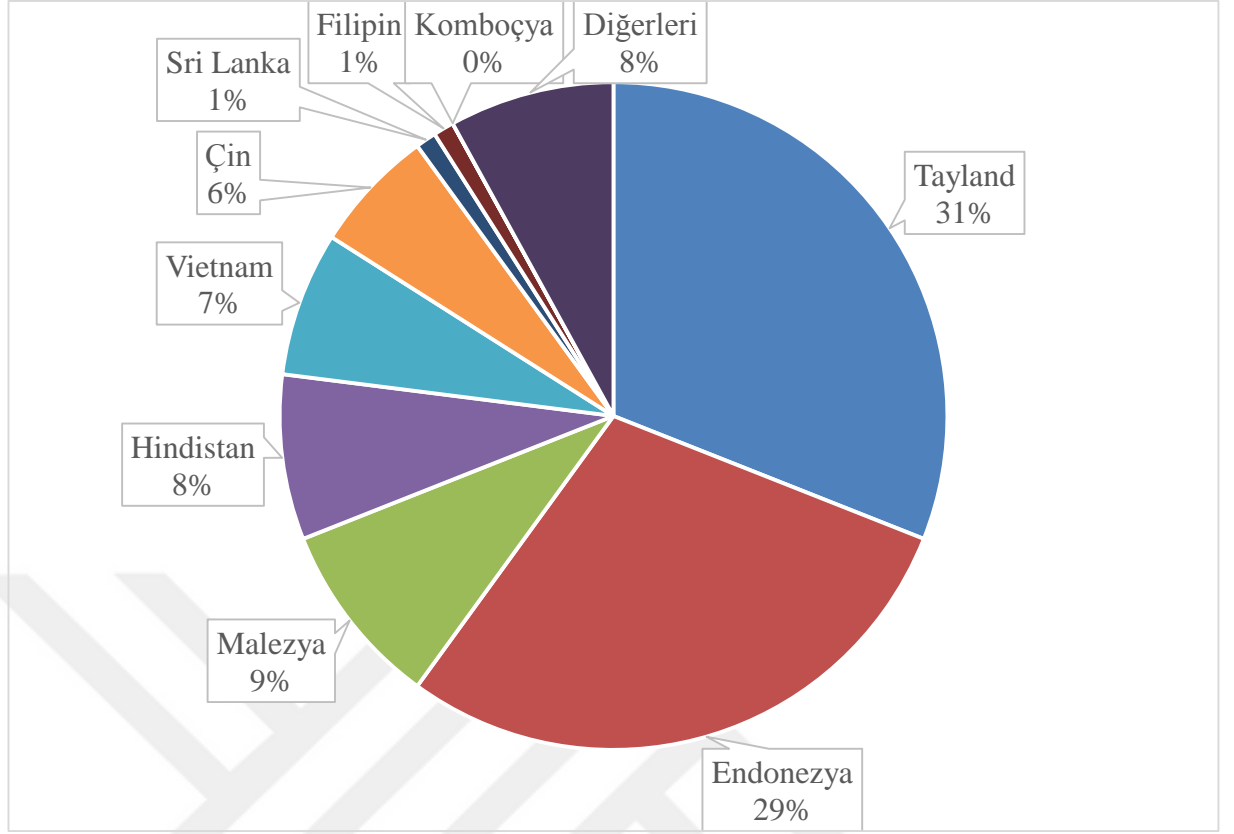
milyon ton) sentetik kauçuk oluşturmuştur (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

Çizelge 2.4. Dünya Kauçuk Üretimi (Internatıal Rubber Study Group, 2010)

	Doğal Kauçuk (1000 ton)	Sentetik Kauçuk (1000 ton)	Toplam (1000 ton)	Doğal Kauçuk (%)	Sentetik Kauçuk (%)
1998	6.634	9.880	16.514	40	60
1999	6.577	10.390	19.967	39	61
2000	6.762	10.870	17.632	38	62
2001	7.332	19.483	26.815	27	73
2001	7.326	10.877	18.203	40	60
2003	8.005	11.341	19.346	41	59
2004	8.744	11.961	20.705	42	58
2005	8.896	12.100	20.996	42	58
2006	9.706	12.653	22.359	43	57
2007	9.833	13.387	23.220	42	58
2008	10.042	12.743	22.785	44	56
2009	9.662	12.087	21.749	44	56
2010	10.291	14.002	24.293	42	58

Dünyada 1998-2010 yılları arasında yıllık ortalama üretim artış hızı; doğal kauçukta %3,73, sentetik kauçukta %2,95 ve toplamda %3,27 olarak gerçekleşmiştir (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

Dünya Kauçuk üretiminin %98'i 9 ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Tayland ve Endonezya toplam üretimin %58'ini yönlendirmektedir. Dünya kauçuk üretiminde yönlendirici rol oynayan dokuz ülke; Tayland, Endonezya, Malzeya, Hindistan, Vietnam, Çin, Sri Linka, Filipinler ve Komboçya'dır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).



Şekil 2.13. Dünya Kauçuk Üretiminde Ülkelerin Payı

2.6.2. Dünya Kauçuk İhracatı

2010 yılında dünya toplam kauçuk ihracatı 163 milyar USD olarak gerçekleşmiş olup, bunun 42 milyar dolarını kauçuk hammaddesi, 121 milyar dolarını da kauçuk mamul ihracatı oluşturmuştur (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

Toplam kauçuk hammadde ihracatının %79'unu tabii ve butadien kauçuk, toplam kauçuk mamul ihracatının %75'ini ise dış lastik ve kauçuktan diğer eşyalar oluşturmaktadır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

Dünya toplam kauçuk ihracatını yönlendiren on ülkenin toplam ihracattan %66 pay aldıkları görülmektedir. Almanya, Çin, Japonya ABD ve Tayland dünyanın en çok kauçuk ihracatı yapan beş ülkesini oluşturmaktadır. Türkiye ise dünya toplam kauçuk ihracatından %1,2 pay almaktadır.

Dünya kauçuk ihracatını yönlendiren on ülke; Almanya, Çin, Japonya, ABD, Tayland, Fransa, Endonezya, Malezya, Kore Cumhuriyeti ve Belçika'dır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

2.6.3. Dünya Kauçuk İthalatı

2010 yılında dünya toplam kauçuk ithalatı 192 milyar USD olarak gerçekleşmiş olup, bunun 62 milyar dolarını (%32) kauçuk hammaddesi, 130 milyar dolarını da (%68) kauçuk mamulleri oluşturmuştur. 2006-2010 yılları arasında kauçuk hammadde ithalatının yıllık artış hızı %14,5 kauçuk mamul ithalatının yıllık artış hızı %11,3 olarak gerçekleşmiştir. Toplam kauçuk ithalatının yıllık ortalama artış hızı ise %12,2 olarak gerçekleşmiştir.

Dünya toplam kauçuk ithalatını yönlendiren on ülkenin toplam ithalattan %62 pay aldıkları görülmektedir. ABD, Almanya, Çin, Fransa ve Kanada dünyanın en çok kauçuk ithalatı yapan beş ülkesi olmuştur. Türkiye, dünya toplam kauçuk ithalatından %1,6 pay almaktadır.

Dünya kauçuk ithalatını yönlendiren ülkeler, ABD, Almanya, Çin, Fransa, Kanada, İngiltere, İtalya, Belçika, Japonya ve İspanya'dır (Dünya ve Türkiye Kauçuk Sektörü Raporu, 2011).

2.7. GERİ DÖNÜŞÜM

Teknolojik gelişmelerin büyük bir hızla devam ettiği günümüzde, çevre-teknoji uyumunu sağlamak, yaşanılabilir bir dünya için son derece önem arz etmektedir. Bu nedenle katı atıklar içinde değerlendirilebilir olanların ayrı toplanması, cinslerine göre ayrılması, fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemlerle ikincil hammaddeye veya ürün girdisine dönüştürülmesi gerekmekte olup, bu şekilde gerçekleştirilen faaliyetlerin tümü geri dönüşüm olarak adlandırılmaktadır.

Geri dönüşüm değerlendirilebilir atıkların, kaynağında ayrı toplandıktan sonra geri dönüşüm tesislerine götürülüp çeşitli fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirilerek tekrar kullanılması işlemine denmektedir. Geri dönüşüm işlemi ile atıklar, ikincil olarak tekrar hammadde olarak kullanılmaktadır.

Ürünlerin yeniden kullanımı, atıkları hammadde olarak kullanmak ve bu hammaddelerden tekrar aynı ürün ya da yapısı aynı olan bir başka ürün elde etmek ile biten bir süreçtir.

Geri dönüşüm süreci günümüzde pek çok yerde karşımıza çıkmaktadır. Atıkların geri dönüşümü ile yapılacak pek çok üründe hem enerji, hem de hammadde kazanımı sağlamak mümkündür. Artan çevre bilinci ile günümüzde pek çok malzemenin geri dönüşümlü olduğu bilinmekte ve bilinçli insanlar geri dönüşüme verdikleri önemi her fırsatta göstermektedirler. Geri dönüşümün önemi ile ilgili yapılan birçok panel ve seminerlerle insanlar bilinçlendirilmekte ve hem aile ekonomisine, hem ülke ekonomisine katkı sağlamanın yanı sıra gelecek nesillere temiz ve sağlıklı bir çevre bırakma bilinci oluşturulmaya çalışılmaktadır.

Alınacak küçük önlemlerle, yapılacak küçük değişimlerle büyük faydalar sağlanacağı bilinmektedir. Geri dönüşümün temelini ambalaj atıkları oluşturmaktadır. Bunlar en çok kullanılan kağıt, karton, cam, plastik, ahşap, metal gibi günlük hayatımızda sık karşılaştığımız malzemelerdir. Geri dönüşümde temel adımlar;

- Kaynakta ayırma,
- Değerlendirilebilir atıkları ayrı toplama,
- Sınıflandırma,
- Değerlendirme,
- Yeni ürünü ekonomiye kazandırma

Olarak sıralanabilir. Bu adımların izlenmesi ile sağlıklı geri dönüşüm işlemleri kolayca gerçekleştirilebilmektedir (Yılmaz,2010).

Endüstriye gelecek olursak, üretilen ve kullanılan pek çok malzemenin hammaddesi aslında geri dönüştürülebilir malzemelerdir. Hatta bazı malzemelerin geri dönüşümü ile maden ve cevherlerin hammaddelerinde yurtdışına bağımlı kalmaktan bile kurtulabiliriz (Yılmaz, 2010).

Aslında atıkların büyük kısmı, azımsanmayacak derecede önemlidir. Atıkların geri kazanımı ile bir yandan ekonomiye katkıda bulunurken, bir yandan da çevre kirliliği de önemli derecede önlemiş olur.

Atıkların değerlendirilmesi konusunda Türkiye’de çeşitli çalışmalar yapılmakla birlikte, yasal düzenlemeler de getirilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı atık yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmelikte belirlenen hükümlerin yanı sıra, verilen eğitimlerde de atık yönetimi konusu fazlaca işlenmektedir.

Atık yönetimine ilişkin düzenlemeler yapılmış olup, artık hemen tüm atıkların geri kazanımı ve geri dönüşümü esas alınmaktadır.



Geleneksel Atık Hiyerarşisi 2020 Yılı Hedef Hiyerarşisi

Şekil 2.14. Atık Yönetimi Hiyerarşisi (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Tekirdağ,2012)

Atık Hiyerarşi piramitlerinde de görüldüğü üzere 2020 yılı için hedeflenen atık yönetim hiyerarşisinde bertaraf işleminin tamamen kaldırılarak atıkların kaynağında önlenmesi ve önlenemeyen atıkların geri kazanımının yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Vulkanize kauçuk hamuru ve kauçuk mamullerinin geri kazanımı ise günümüzde önemli bir problemdir. Özellikle taşıt sanayinin gelişmesi ile birlikte kauçuk atıklarını her yerde görmek mümkün hale gelmiştir. Bu problemin çözümü için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Kauçuk mamuller hayatımızın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Dolayısı ile atıkları da kullanımı ile birlikte artış göstermektedir. Kauçuk geri dönüşümü ile birlikte hammaddede olan dışa bağımlılığımızı azaltabilir.

Kauçuk mamullerin geri dönüşümü kauçuk özelliklerini de iyileştirmeyi kapsayan çok adımlı bir prosestir. Kauçuk geri dönüşümünde fiziksel ve kimyasal metotlar uygulanmakta ve geri dönüştürülen kauçuklar, pek çok alanda kullanılabilir.

2.7.1. Geri Dönüşüme Bakış

Tüketicilerin yarıya yakını geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin kalitesinin, tasarımının, fiyatının ve uzun ömürlü olmasının önemli olduğunu, geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin renginin kısmen önemli olduğunu, yarısı ise de çevre dostu olmasını çok önemli bulmaktadırlar. Bu durumda tüketicilerin çevreyi korumaya karşı duyarlılıklarının bir göstergesi olmaktadır (Yılmaz, 2010).

Yapılan araştırmalarda tüketicilerin yarıya yakını geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünleri daha çok çevreci insanların kullandığını belirtmektedirler. Tüketiciler geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünleri daha çok parasal problemi olmayan insanların kullanması konusunda kararsız kalmaktadır. Tüketiciler geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünleri genel olarak kaliteli bulmaktadırlar. Tüketiciler geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünleri estetik bulma konusunda kararsızlık yaşamaktadır. Tüketicilere göre geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünleri daha çok eğitilmiş insanlar

kullanmaktadır. Tüketiciler geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin çöp sorununu giderdiğini belirtmektedir. Tüketicilerin çoğunluğu geri dönüştürülmüş malzemedan üretilen ürün kullanılırsa ekonomiye katkıda bulunacaklarını düşünmektedir. Tüketiciler geri dönüştürülmüş malzemedan üretilen ürünlere çoğunlukla güvenmektedir (Yılmaz, 2010).

Yine aynı araştırma sonuçları gösteriyor ki, tüketicilerin çok geri dönüştürülmüş malzemelerin pis su borusu, yapı malzemeleri gibi ürünlerde kullanılmasının daha uygun olacağı görüşündedir. Geri dönüşümlü ürünleri tercih etmenin en önemli sebebinin enerji tasarrufu sağlaması ve hammadde arayışının azalmasına katkı sağladığı için olduğu düşünülmektedir. Ülkemizde çoğu geri dönüşümlü ürün ucuz olması sebebi ile de tercih edilmektedir. Türkiye’de geri dönüşüme karşı bakış açısı gün geçtikçe değer kazanmakla birlikte, bilinçli insanlar geri dönüşüme üst düzey katkı sağlamaktadır. Ayrıca tüketiciler, geri dönüşümün özellikle sanayiler için çok önemli olduğunu vurgulamakta ve geri dönüşümün bir sosyal sorumluluk olduğu düşüncesindedir.

Yapılan araştırmalar gösteriyor ki, Türkiye’de geri dönüşüm algısı ve çevre bilinci giderek artış göstermektedir. Özellikle eğitilmiş insanlar, hammadde bulunmasının zorluğu ve pahalı olduğu gerekçesi ile geri dönüşüme daha çok önem verilmesi gerektiği konusunda hemfikirdirler. Dünyada pek çok geri dönüşüm tesisi olması, pek çok ürünün geri dönüştürülmüş malzemedan yapılmasının ekonomilerine katkı sağladığı artık hemen herkes tarafından bilinmektedir. Bu nedenle ülkemizde değeri dönüşüme gereken önemin verilmesi, sadece sosyal sorumluluk projeleri ile geri dönüşüme destek verilmesi yerine, ortak çevre bilinci oluşturulması ve bu konuda gerekirse sürekli eğitimler verilmesi gerekmektedir.

2.7.2. Kauçuk Atıklar

Kauçuğun pek çok alanda kullanıldığı günümüzde, elde edilen ürünlere karşılık bir o kadar da atık üretilmektedir. Sanayide oldukça geniş bir kullanım yelpazesine sahip olan kauçuk mamuller, üretim sırasında veya kullanım sonrasında

açığa çıkardıkları atıklar bakımından da oldukça güçlüdür. Türkiye’de yapılan kauçuk üretimi düşünüldüğünde, piyasaya sürülen ürünlerin yanı sıra tonlarca kauçuk atık üretildiği bilinmektedir. Ülkemizde geri dönüşüm algısı genel olarak ambalaj atıkları ile ilgiliyken, sanayide kullanılan malzemelerin geri dönüştürülmesi de günümüzde araştırılan bir algıdır.

Endüstrilerde hammadde fiyatlarının dengesiz oluşu, ürün fiyatlarına yansıtılmakta, bu durum da tüketiciyi etkilemektedir. Dolayısı ile etkilenen ekonomi, geri dönüşümün temellerini atmaktadır.

Kauçuk kullanım alanlarının başında gelen otomotiv sektörü, çıkan atıkları değerlendirme konusunda son yıllarda büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Özellikle Ömrünü Tamamlamış Lastikler (ÖTL) geri dönüşümü, son derece önem kazanmıştır.

Bunun yanı sıra kapı ve pencere fitili olarak kullanılan kauçuklar, yaşlanma önleyicilere rağmen tamamen eskimeleri durdurulamamış ve buralardan da çeşitli kauçuk atıkları çıkmaktadır.

Günlük yaşantımızın vazgeçilmez parçası olan kauçuk, üretimi olan her tür malzemedен atık çıkarmaktadır.

Doğal kauçuklar çevrede sentetik kauçuklara oranla daha rahat geri dönüşebilmektedir. Ancak doğal kauçuk günümüzde yerini sentetik kauçuklara bırakmış, doğal kauçuğun kimyasal yapısının değişmesi ile birlikte, kendiliğinden yok olma süresi de dolaylı olarak uzamıştır. Bu gibi nedenlerle kauçuk atıklarının geri dönüşümü hususunda eşitli çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda kauçuğun kaliteli bir şekilde geri dönüştürülebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Kauçuk atıkların çıktığı alanlara örnek verecek olursak, Araç lastikleri, kapı contaları, yer döşemeleri, beyaz eşya parçaları, sulama hortumları, çalışan kıyafetleri, iş güvenliği malzemeleri, pencere sızdırmazlık elemanları, kablolar, elektrik yalıtım malzemeleri, otomobil hurdaları gibi pek çok alan sayılabilir.

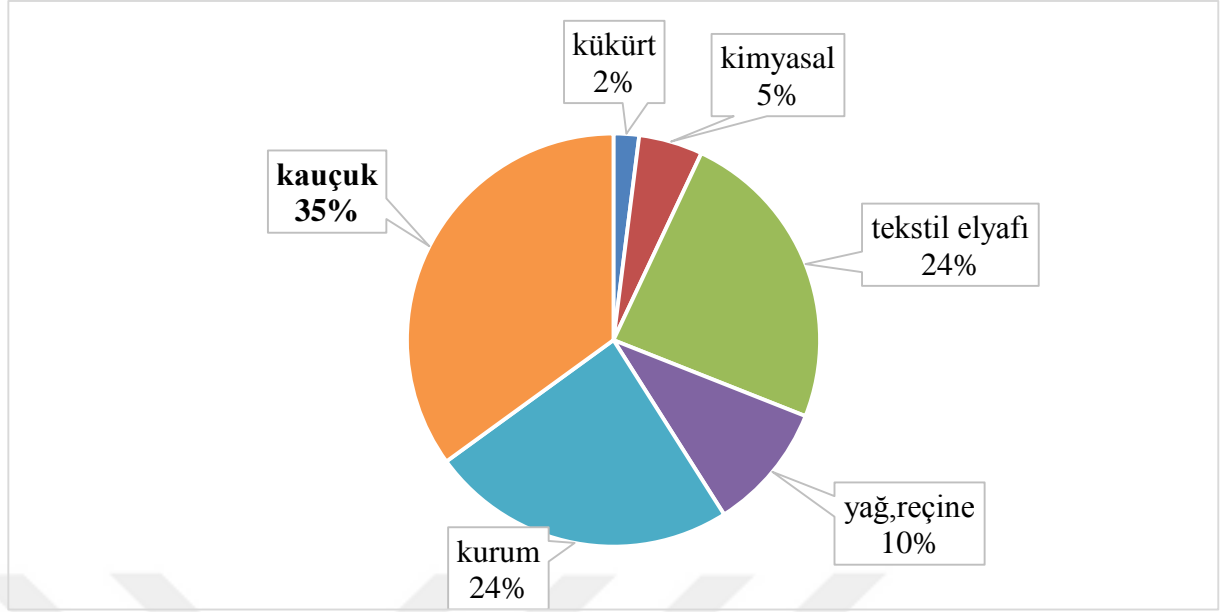
2.7.3. Kauçuk Geri Dönüşümü

Ülkeler endüstriyel yönden hızlı ve büyük bir gelişim içerisinde. Bu büyük gelişim insanlık açısından olağanüstü bir öneme sahiptir. Endüstriyel gelişimin yararlarının yanı sıra şüphesiz ki bir takım olumsuz getirileri de göz ardı edilemez bir gerçektir. Endüstriyel gelişimin insanlık ve çevre için olumsuz getirilerinin başında atık maddeler bulunmaktadır. Bu atık maddelerin faydalı geri dönüşüm mekanizmaları ile tekrar kullanılması hem çevresel korunum yönünden hem de ekonomik kazanım yönünden çok büyük öneme sahiptir (Beycioğlu ve ark., 2008).

Vulkanize edilmiş kauçukların geri dönüşümü günümüzde önemli bir çevresel problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu problemin çözümü için çeşitli geri dönüşüm yöntemleri geliştirilmiştir.

Kauçuk malzemelerin geri dönüşümü, kullanılan malzemenin cinsine ve ürün içerisinde bulunan farklı malzemelere göre değişiklik göstermektedir. En çok kauçuk geri dönüşümü taşıt lastiklerinden yani ÖTL'lerden sağlanmaktadır. Taşıt lastiklerinin geri dönüşümü ise, lastik içerisinde bulunan teller, çelik, plastik ve diğer malzemelerin ayrılması, sonrasında kalan kauçuğun küçültülerek toz haline getirilmesi ile başlayan çok adımlı proseslerdir (Karabörk ve Akdemir, 2013). ÖTL geri dönüşümü, bertaraf işlemine göre çok daha ekonomik ve faydalıdır. ÖTL depolama zamanla çeşitli çevre problemlerine yol açabilir. Geri dönüşümle bu sorun ortadan kaldırılmaktadır.

Lastik üretiminde kullanılan materyaller olağanüstü kuvvetlidir ve binlerce mil asfalt yoldaki abrasif temasa dayanıklı olacak şekilde dizayn edilirler. Eski lastikler tekrar kaplansa bile, üzerlerindeki bireysel bileşikler bağlı olarak kalır. Teknik olarak, lastiğin kullanım süresi dolduğunda tüm kauçuk, çelik ve kumaş geri kazanılabilir (Beycioğlu ve Ark., 2008).



Şekil 2.15. Lastik Bileşenleri

Görüldüğü gibi lastikler büyük oranda kauçuk malzemeden oluşmaktadır. Bu nedenle atık lastiklerin geri dönüşümü, kauçuk malzeme hammadde ihtiyacı açısından önem arz etmektedir.

Atık lastiklerin geri dönüşümü için gerçekleşen evreler şu şekildedir;

1-Atık Lastiklerin Parçalanması: Lastik içerisindeki ekipmanlar (bıçak, öğütücü) ve parçalama koşulları (oda sıcaklığı, sıcak parçalama vb.) bu aşamayı etkilemektedir. Esasında bu aşama kauçuğun geri dönüştürüldükten sonra kullanılacağı alana göre değişiklik göstermektedir. Çünkü bu aşamada lastik içerisindeki tel ve diğer malzemeler çıkarılarak sadece kauçuk kısmı öğütücüler ile parçalanmakta ve granül haline getirilmektedir.

2-Oda sıcaklığında parçalama: Bu aşamada tel ve diğer maddelerden arındırılan kauçuk, mekanik olarak ilk başta 5 cm büyüklükte olacak şekilde parçalara ayrılır. Bu aşamadaki amaç, atık lastiğin hacminin küçültülmesi, dolayısı ile az yer kaplaması ve taşıma kolaylığıdır. Bu aşamada genellikle iç milli sistemler kullanılmakta ve kauçuk tanecik boyutu küçültülmektedir. Bu sistemdeki amaç sadece parçaları küçültmektir. Geri dönüşümde kullanılacak kauçuklar, proses devamında

istenilen tane boyutuna kadar getirmek amacı ile art arda küçültülmektedir (De ve ark., 2005).

Atık Lastikler oda sıcaklığı ve dondurarak parçalama işlemlerine tabi tutulmaktadır. Ancak kauçuk geri dönüşümü için en uygun yöntem, oda sıcaklığında parçalama işlemidir. Oda sıcaklığında parçalama kauçuk rejenerasyonu ve devulkanizasyon işlemleri için daha fiziksel özelliklere sahiptir (Adhikari ve ark., 2000).

Atık lastiklerin değerlendirilmesinde en önemli husus, lastiğin ana bileşimini bilmektir. Lastik bileşeninde bulunan kauçuk türü, geri dönüşüm sonrasında kullanılacak kauçuğun karakterizasyonunu belli etmektedir. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, geri dönüştürülen kauçuk kalitesi, işlenmemiş kauçuk ile yakındır. Bu nedenle kauçuk geri dönüşümü doğru yapıldığı takdirde, kauçuk hamuru içerisine karıştırılarak herhangi bir kalite kaybı olmadan yeni ürünler elde edilebilmektedir.

Bu konuda günümüz lastik üreticileri çeşitli çalışmalar yapmış ve Good Year gibi büyük firmalar çeşitli ürünlerinde geri dönüşümlü kauçuk kullanımına önem vermektedir. Geri dönüştürülen hamur ile yapılan araç lastiklerinin kalitesinde herhangi bir düşüş olmadığı belirtilmiştir.

Kauçuk geri dönüşümü sadece ömrünü tamamlamış lastiklerde gerçekleştirilmemektedir. Günümüzde kullanım alanı çok geniş olan her türlü kauçuk malzemenin geri dönüşümünün yapılması mümkündür.

Kauçuk geri dönüşümünde önemli bir işlem olan vulkanizasyon, kauçuk geri dönüşümünde çeşitli zorluklar çıkarmaktadır. Kauçuk fiziksel olarak parçalanıp boyutları istenilen küçüklüğe getirilince istenirse pişirme işlemi uygulamadan zemin kaplama malzemesi olarak kullanılabilir. Bu durumda kauçukta yalnızca fiziksel parçalama işlemi ve tane boyut küçültme yapılır. Ancak kauçuk tekrar hammadde olarak kullanılmak istenirse, bu durumda çeşitli kimyasal işlemlere tabi tutulması gerekmektedir.

Kauçuk mamullerin diğer malzemelerden ayrılmasının ardından elde edilen sade kauçuk kısmı devulkanize edilerek yeniden kauçuk hamuru oluşturulabildiği çalışmalarla ispatlanmıştır (De ve ark., 2002).

2.7.3.1. Kauçuğun granül haline getirilmesi

Kauçuk geri dönüşümünde ilk adımdır. Atık kauçuk içeren malzemeler yabancı maddelerden arındırıldıktan sonra istenilen yöntemin gerçekleştirilebilmesi için granül haline getirilirler.

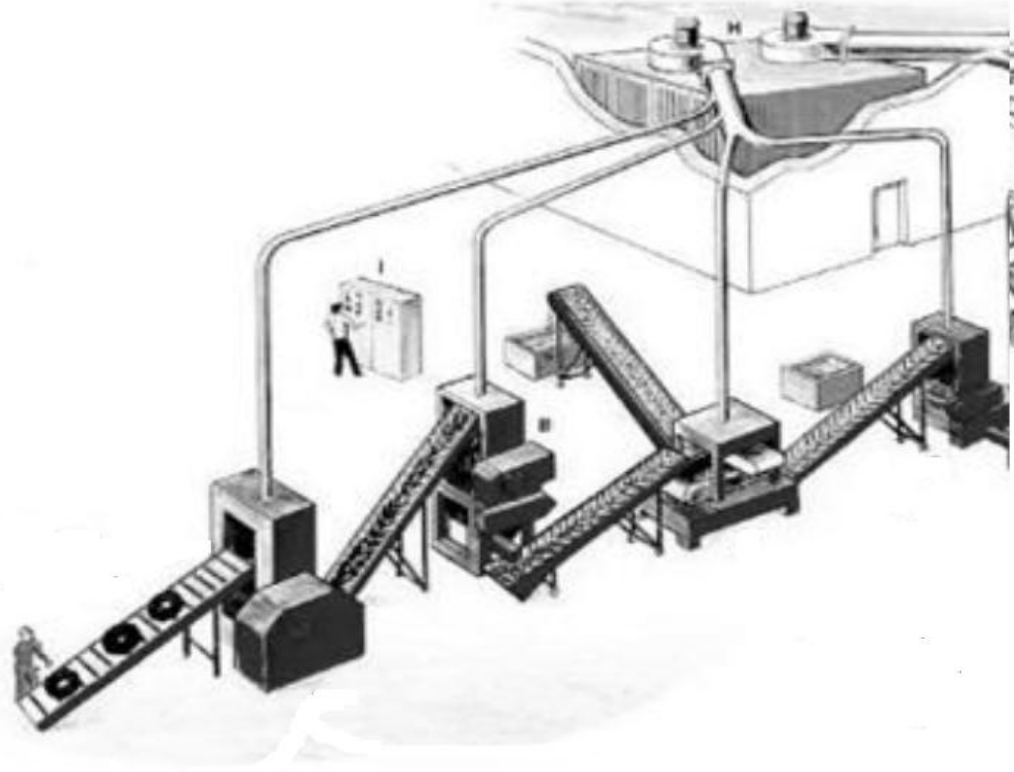
Granül kauçuğun tane boyutları 0.85 mm ile 9.5 mm arasında değişmektedir. Bunun yanında, boyut küçültme makine ve uygulamada kullanılacağı yerlere göre, tane büyüklükleri 0.15 mm ile 19 mm arasında da olabilmektedir. Granül lastik üretimi, granül makinesi veya öğütme değirmeni yapılmaktadır. Granül makinesi, düzgün şekilli ve küçük yüzey alanına sahip küp şeklinde parçacıklar üretmektedir. Manyetik ayırıcılar kullanılarak, çelik teller granül lastik içerisinden toplanmaktadır. Ayrıca granül lastik parçaları içerisindeki cam fiberler veya normal fiberler, hava püskürten ayırıcılar yardımıyla çıkarılmaktadır. Granül lastik parçaları, çift çevrimli manyetik ayırmaya maruz bırakıldıktan sonra, çeşitli boyutlarda sınıflandırılmış olarak torbalar içerisinde belirli ağırlıklarda piyasaya sunulmaktadır (Yeşilata, 2007).

Atık lastikleri granül ve toz lastiğe çeviren üç yöntem bulunmaktadır; Bunlardan krank mili işlemi çok kullanılan ve yaygın bir yöntemdir. Krank mili yönteminde, yüzeyi dişli ve dönen çelik tamburlar arasından atık lastik geçirilerek parçalanmakta ve böylece lastik boyutu küçültülmektedir. Bu işlemle, düzensiz şekle ve geniş yüzey alanına sahip parçalanmış lastik taneleri elde edilmektedir. Elde edilen lastik tanelerinin boyutları, 0,5 mm ile 5 mm arasında olup, bu boyutlarda elde edile lastiğe genellikle granül-toz lastik adı verilmektedir (Küçükgül, 2004).

İkinci işlem, bir kısmı sabit ve bir kısmı da dönen bir mil üzerine monte edilmiş çelik plakaların (sabit ve hareketli plakalar arasındaki mesafe oldukça küçük) lastiğe çarpması ve sabit plaka ile hareketli plaka arasında lastiği sıkıştırıp

makaslaması esasına dayanmaktadır. Lastik bu şekilde makaslanarak, 0,5 mm ile 9,5 mm arasında granül-toz lastik parçaları elde edilebilmektedir (Küçükgül, 2004).

Üçüncü işlemden ise mikro değirmenler kullanılarak, 0,075 mm ile 0,5 mm boyutları arasında, çok ince toz lastikler üretilmektedir. Bazı uygulamalarda, lastik boyutunun küçültülmesi işleminde nitrojenle parçalama yöntemi de kullanılmaktadır. Bu yöntemde, lastik tanelerini daha gevrek duruma getirip kolay kırılmalarını sağlamak için, sıvı azot kullanılmakta ve bu işlemle kauçuğun sıcaklığı -87°C 'ye kadar indirilmektedir. Bu teknik bazen son öğütme işleminde de kullanılmaktadır (Lagrega, 1994).



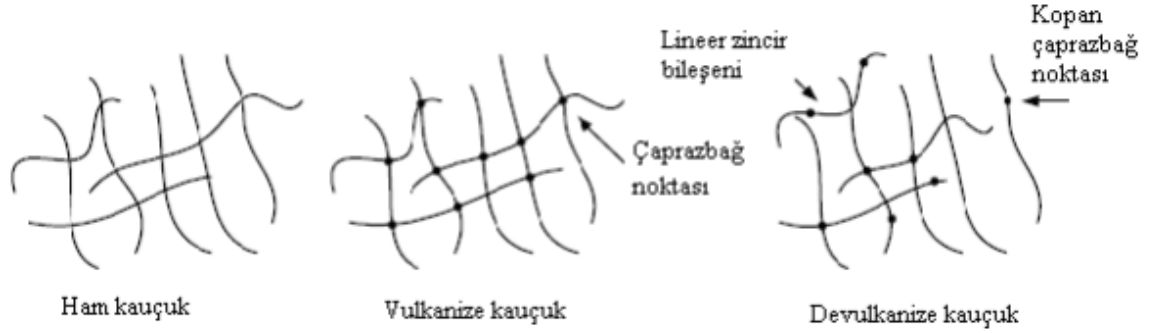
Şekil 2.16. Kauçuk granül makinesi

Kauçuk granülleştirilmesinden sonra istenirse fiziksel olarak, istenirse de devulkanizasyon işlemleri ile kauçuk geri dönüşümü sağlanabilir.

2.7.3.2. Kauçuk devulkanizasyonu

Devulkanizasyon işlemi çok eski zamanlara dayansa da, günümüzde artan kauçuk üretimine karşı oluşan atıkların değerlendirilmesi konusu ile daha çok kullanılmaktadır (Karabörk ve Akdemir, 2011).

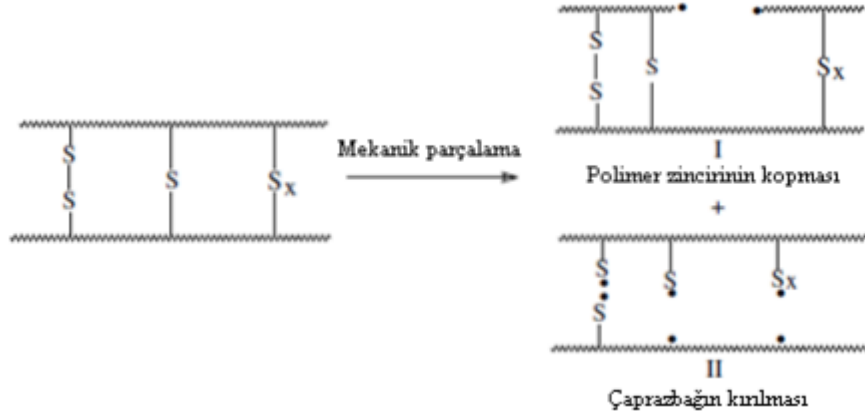
Kauçuk ürünler, faydalı ömürlerini tamamladıktan sonra vulkanize edilmeleri nedeni ile tekrar işlenememekte ve atık haline gelmektedir. Tekrar işlenebilmeleri için vulkanizasyonla oluşturulan çapraz bağların kırılması gerekmektedir. Böylece malzeme yeniden vulkanize edilebilir veya kullanışlı ürünlere dönüştürülebilir. Yani kauçuk işleme kolaylığı kazanır. Devulkanizasyon ana zincir yapısındaki karbon (C-C) bağlarından daha zayıf olan ve zincir yapılarının arasında yer alan kükürt (S-S) bağlarını kırma işlemidir (Karabörk ve Akdemir, 2011). Kauçuk devulkanizasyonundaki esas zorluk, kauçuk içerisindeki faydalı özelliklerden ödün vermeden yapılmasıdır.



Şekil 2.17. Ham, vulkanize ve devulkanize kauçuk yapısı (Suntanto, 2006)

Yapılan araştırmalarda, kauçuk devulkanizasyonu sırasında en kararlı bağların C-C bağları olduğu sonra sırası ile C-S ve S-S bağları olduğu görülmüştür. Devulkanizasyon sırasında kopan çapraz bağın yeniden bağlanması ve yeni çapraz bağın oluşması engellenmelidir. Çapraz bağların yeniden bağlanmasına neden olacak durumlardan en önemlisi sıcaklıktır (Sanchez,2008). Bu nedenle devulkanizasyon işleminde kauçuk yapısında bulunan tüm polimerler bilinmeli ve ona göre devulkanizasyon işlemi yapılmalıdır.

Devulkanizasyonda amaç, ana zincir yapısına zarar vermeden yani depolimerizasyon yapmadan sadece vulkanizasyonla oluşan çapraz bağı koparmaktır. Ancak, her ne kadar ana zincir yapısına zarar vermek istenmese de henüz kauçuğun öğütülmesi aşamasında, çapraz bağı koparılmasının yanında polimer zincirinde de kopmalar olur.



Şekil 2.18. Kauçuğun mekanik olarak parçalanması sırasında çapraz bağların ve polimer zincirinin kırılması

Birbirinden farklı prensiplere sahip çok sayıda devulkanizasyon metodu vardır. Aynı zamanda konunun çevresel etkileri ve güncelliği her geçen gün yeni metodlar geliştirilmektedir. Isı, mekanik enerji ve çeşitli kimyasalların kullanıldığı ve uygulamaya da geçirilmiş olan devulkanizasyon yöntemlerinden bazıları şu şekildedir;

Kimyasal Devulkanizasyon: Kauçuk, devulkanize edici maddelerle birlikte mikserde konulur ve ısıtılır. Bu maddeler karıştırılır, çalkalanır, filtreden geçirilir ve istenmeyen atık kimyasal maddelerin uzaklaştırılması için kurutulur. Kimyasal devulkanizasyon prosesinde kullanılmak üzere birçok kimyasal madde geliştirilmiştir. Bunların içinde; petrol esaslı solventler, thiolamin, hidroksit, disülfür bileşikleri veya klorlu hidrokarbonlar sayılabilir (Kalifornia Çevre Koruma Derneği, 2003).

Ultrasonik Devulkanizasyon: Ultrasonik devulkanizasyon aslında, ekstrüzyon ve ultrason proseslerinin birleşimi olan bir prosestir. Bu proseste, kauçuk parçacıkları besleyiciden ekstrudere iletilir, ekstrüder mekanik olarak kauçuğu itme ve çekme hareketi uygular. Bu mekanik hareket kauçuk parçacıklarının ısınmasına ve

yumuşamasına neden olur. Yumuşayan kauçuk ekstrüder haznesine doğru taşınır, burada kauçuk ultrasonik enerjiye maruz bırakılır. Isı, basınç ve mekanik olarak çiğnenmenin sonucunda çeşitli oranlarda devulkanizasyon gerçekleştirilir (İsayev ve Yushanov, 1996).

Mikrodalga Prosesi: Bu proses, ısı enerjisini çok çabuk ve üniform olarak atık kauçuğa iletir. Proses her tür kauçuğa uygulanamaz. Mikrodalgayla ısınmanın sağlanabilmesi için malzemenin polar bir yapıya sahip olması gerekir. Kauçukta bu polar yapı karbon siyahı ile sağlanır. Karbon siyahı içeren kauçuk, iyon veya ara yüzey polarizasyonundan dolayı mikrodalga prosesindeki yüksek frekanslara duyarlıdır. 915 veya 2450 mhz olan mikrodalga enerjisi çapraz bağları kırmaya yeterlidir, ama polimer zincirlerini kırmaya yetmez (Sanchez, 2008, Schagliusi, 2009).

Biyolojik Prosesler: Bu proses, parçalanmış kauçuğun devulkanizasyonu için çeşitli bakteri ve mantarların kullanıldığı son otuz yıldır geliştirilen bir procesdir. (Stevenson,2008) Ancak farklı tiplerdeki mikroorganizmaların vulkanize kauçuktaki kükürt bağlarını bozduğu görülmüştür (Karabörk ve Akdemir, 2011).

Mekanik Prosesler: Granül hale getirilmiş kauçuk parçalarına belirli sıcaklık ve basınç altında tekrarlanan deformasyon ile sağlanmaktadır (Fukumori ve Mathusisa, 2003). Modüler vida tipi reaktör kullanılarak kauçuğa plastikleşene kadar gerilme uygulaması uygulanmaktadır.

Makine Kimyasal Prosesler: Bu yöntemin esası, mekanik enerji uygulandığı zaman malzemenin kimyasal yapısında oluşan değişikliktir. Makine kimyasal proseslerin hepsinde prensip aynı olmasına karşın farklı sistemler ve ekipmanlar geliştirilmiştir. Bu yöntemde öncelikle atık lastikler parçalanıp granül haline getirilir. Sonra devulkanize edileceği sisteme gönderilir. Devulkanizasyon işlemi sırasında atık kauçuk granüllerine çeşitli kimyasallar katılır. Bu kimyasallar ve mekanik kuvvetler etkisiyle çapraz bağlar koparılır (Yehia, 2004).

Uygulanan bu çeşitli yöntemlerden kauçuk türüne bağlı olarak en uygun yöntem seçilerek devulkanizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. En az tercih edilen yöntem Biyolojik devulkanizasyondur. Bu işlem tipi hem bilinmemekte hem de mikroorganizmaların kauçuk üzerindeki etkileri tahmin edilememektedir.

2.7.4. Geri Dönüştürülen Kauçukların Kullanım Alanları

Dünyada olduğu gibi, ülkemizde de büyük sorun olan atıkların değerlendirilmesi önemli bir çevresel problemdir. Gerek çevre kirliliğini önlemek, gerek yatırım maliyetlerini düşürmek, gerekse ekonomiye katkı sağlamak amacı ile yapılan geri dönüşüm sonrası ortaya çıkan malzemelere rağbet giderek artmaktadır.

Granül haline getirilip istenilen boyutlarda küçültülen kauçuklar, otomotiv sektöründe fren pedalları ve astarları, kayışlar, oto fren balatasında bağlayıcı, oto tamponları, araba kaportasında sızdırmazlık contaları, araç içi paspaslar, contalar, darbe absorblayıcılar, teker arkasında çamur/su sıçramasını önleyen lastik perdeler, araç lastikleri ve iç lastikler, esnek boru, altlıklar ,akü kaplamaları, kapı yüzleri, emniyet kemeri muhafazaları, içecek ya da madeni para tutacakları, kapı dayanakları, depolama bölmeleri ve müzik sistemlerinin birçok parçalarında diğer materyaller ile karıştırılarak kullanılırlar (Ünlü, 2006, Sugözü ve Mutlu, 2009).

Çok çeşitli elastomer ve polimer ile granül kauçuğunu karıştırmadaki son gelişmeler, yeni jenerasyon tüm hava koşullarına dayanıklı spor yüzeyleri üretmektedir. Bu yüzeylerin etki absorpsiyonu ve esnekliklerine bağlı olarak sakatlanmaların sertliğini azaltmada büyük katkısı vardır. Bu yüzeyler kolayca yerleştirilir ve bakımı ucuzdur. Değişik tipteki spor sahalarında sentetik çim, atletizm parkuru, golf ilk vuruş alanları, kreş oyun alanları, çim bowling alanları, tekne içinde kaymayı önleyici yüzey, okul spor alanları, yüzme havuzu çevresi ve bahçe içi yollar, tenis ve basketbol sahaları, yürüyüş parkurları için gittikçe artarak doğal çimin yerini almaktadır. Bu uygulamaların birçoğu üç tabakada yapılır. Granül; sentetik, çim benzeri otlar için taban oluşturmada kullanılır (Sugözü, 2009). Granül prefabrikte ped ya da altlık vb. olarak yerleştirilebilir. Masraflı bakım olmadan doğal

çimle benzer şok absorpsiyon ve elastikiyet sağlayan bir tamponlama tabakası oluşturur. Ahşap jimnastik döşemeler, geri dönüşümlü lastiklerden yapılan materyaliyle değiştirilmektedir. Yerleştirilmesi kolay ve bakımı ucuz olan bu materyaller okullarda ve ticari arenalarda kullanılır. Materyal, kazalarda çekilen acıların şiddetini azaltan daha esnek bir yüzey sunar. Bir başka yararı ise iç mekân müsabakalarını seyirciler için zor hale getirebilen sesin azaltılmasıdır. Soyunma odaları gibi umumi alanlarda dökülen sıvılar tarafından lekelenmez ya da zarar görmez (Yeşilata,2007).

İnşaatlarda ve inşaat malzemesi üretiminde kullanılan granül kauçuklar ise kiremit ve çatı altı kaplama gibi yerlerde kullanılmaktadır. Böylece çatı malzemeleri neme karşı dayanıklıdır ve güneşten gelen ultraviyole ışınlarının ters etkilerinden etkilenmeyen malzeme haline gelmektedir. Aynı şekilde yer karoları, halı altlıkları gibi malzemelerde de granül kauçuk kullanılmaktadır. Esnek, su geçirmez, ses geçirmez, asitlere karşı dayanıklı, oldukları için pek çok ticari, sağlık ve endüstriyel alanda kullanılmaktadırlar. Spor tesisleri, kongre merkezleri, kreşler, oyun alanları, havaalanları, tren istasyonları ve kara oturma alanlarında da sıklıkla tercih edilirler. Kauçuk malzemeler, yerleştirmesi kolay, patinaja, kaymaya karşı dirençli, darbe dayanımı yüksek, oyun alanlarında darbe özelliği düşük malzemeler oldukları için kullanılmaktadır. Ayrıca maliyeleri düşük ve bakımları kolaydır. Kullanım ömürlerinin uzun olmaları da bir başka tercih sebebidir (Korkmaz ve Türer, 2005).

Demiryolu kavşakları, karayollarında kullanılmakta olan tabela destekleri ve güvenlik bariyerleri Granül kauçuktan yapıldığından araç hasarını azaltır. Köprüler ve karayollarındaki genişleme bağlantıları da önemli bir yeni kullanım alanlarıdır. Demiryolu ray bağlantıları, karayolu inşası ve tamiri, asfalt yol çatlakları kapama malzemesi, karayollarında lastik katkılı asfalt, toprak iyileştirici ve zemin örtüsü, at yarış pisti malzemesi, toprakaltı drenajı, trafikte araç ve insan geçiş barikatları gibi yerlerde sıkça kullanılırlar. Yeni materyal buluşları titreme, toz ve sesi azaltan bir dizi yol kaplama materyali üretmektedir. Bu yeni yüzeyler gittikçe artarak tarihi alan ve abidelerin çevresinde ve giriş yollarında kullanılmaktadır. Sesten gelen titreşimi

%20'ye kadar ve araçlardan gelen titreşimi ise % 15'e kadar azaltabilmektedir (Yeşilata, 2007).

Oto parçaları, radyo-tv parçaları, kablo yalıtkanı, halı kayma önleyicileri, boru biçimli çekme malzeme, esnek lastik uygulamaları, dökümle şekillendirilmiş inşa ürünleri, izolasyonlar, yarı havalı tekerler, içi dolu endüstriyel tekerler, tepsiler, bidonlar ve kutular gibi alanlarda kullanılırlar. Alt taban tekerlekleri ve lastikleri, bavullar, bagaj arabaları, çim biçme arabaları, çöp sepetleri, tekerlekli el arabaları, ofis ekipmanlarını kapsayan geniş yelpazedeki ticari ve tüketici ürünleri, seçilmiş polimer ve elastomerler ile karıştırılmış geri dönüşümlü kamyon ve araba lastik granüllerinden imal edilirler. Kauçukların ortalama kullanım süresi bileşimindeki maddeye göre değişmektedir (Yeşilata, 2007).

Ayrıca ülkemizde yeni tanınmaya başlayan endüstriyel simbiyoz kavramı da atıkların değerlendirilmesi konusunda büyük bir adım olarak karşımıza çıkmaktadır.

Geri dönüştürülen kauçukların pek çok kullanım alanı vardır. Devulkanize edilen kauçuklar, hamur reçetelerinde belirlenmek koşulu ile pek çok farklı üründe kullanılabilir. Kauçuk reçeteleri oluşturulurken ürünlerden istenilen özelliklere göre bileşenler değişir. Çok yüksek özellikler aranmayan kauçuk ürünlerin imalatında iki yaklaşım söz konusudur. İlki, ürünleri tamamen devulkanize kauçuktan veya yüksek oranda devulkanize kauçuktan imal etmek ve dolgu miktarını azaltıp kauçuk miktarını arttırmak, ikincisi ise orijinal kauçuk kullanıp dolgu miktarını arttırmak ve kauçuk miktarını azaltmaktır. Bu yaklaşıma göre, çalışmada elde edilen devulkanize kauçuk düşük dolgu miktarı ve uygun reçeteyle yüksek özellikler istenmeyen kauçuk ürünlerin imalatında kullanılabilir (Karabörk ve Akdemir, 2011).

Taşıt lastiği oldukça kompleks bir reçeteye sahip ve özel bir imalat prosesi gerektiren hassas bir üründür. Bu nedenle devulkanize kauçuk çok yüksek oranlarda katılamamaktadır. Hala atık taşıt lastiklerinin devulkanizasyonu esnasında reçetede bulunan bileşenlerin, örneğin aktivatörlerin, akseleratörlerin nasıl değişimler geçirdiği konusunda yeterli veri bulunmamaktadır. Yapılacak çalışmalarla, atık taşıt

lastiklerinin devulkanizasyon mekanizması daha açık bir şekilde ortaya konulursa, yakın gelecekte çok daha fazla miktarda devulkanize kauçuğun lastik reçetesine girebileceği düşünülmektedir (Karabörk ve Akdemir, 2011).

Taşıt lastiği kadar kompleks olmayan ürünlerde devulkanize kauçuğun uygun reçeteyle, belli oranlarda, ürün özelliklerini düşürmeden kullanılabilceği öngörülmektedir. Bu ürünlerden birisi ayakkabı tabanlarıdır. Reçetede ki bileşenlerin miktarları ve türleri değiştirilerek yapılacak çalışmalarla, araba paspası, kauçuk ayakkabı, duvar veya zeminde titreşim ve ses izolatörü, konveyör bantları gibi ürünlerin de imalatı mümkündür (Karabörk ve Akdemir, 2011).

Ayrıca kauçuk, inek yatakları, hayvan altlıkları, büyükbaş hayvan altlıkları, hayvan barınakları için de kullanılmaktadır.

2.7.5. Geri Dönüşümün Önemi

Geri dönüşümdeki esas amaç doğal kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak ve gelecek kuşaklara potansiyel kaynakları mümkün olan en fazla miktarda bırakılabilmesidir.

Doğal kaynaklarımızın sınırsız olmadığı gerçeği özellikle 20. Yüzyıla beraber karşımıza çıkan ciddi bir tehdittir. Geri dönüşümle bu doğal kaynakların israfının önlenmesinin yanı sıra her an ortaya çıkabilecek hammadde ve enerji krizlerinin de çözülmesi amaçlanmaktadır. Geri dönüşüm özellikle ülkemizde çok önemli bir başlık haline gelmelidir. Her bakımdan yeraltı ve yer üstü kaynakların sınırsız olmadığı konusunda herkes bilinçlenmeli ve kaynakların akıllıca kullanılması sağlanmalıdır.

Kauçuk malzemelerin geri dönüşümü ile ;

- Hammadde ihtiyacı azalır,
- Tüketim artışının doğal dengeyi bozması önlenir,
- Çevre kirliliğinin önüne geçilir,
- Kauçuk malzemeleri sıfırdan üretmek için harcanan enerji ve masraflar azaltılmış olur,
- Ülke ekonomisine katkı sağlanır,
- Doğal kaynaklar korunmuş olur.

Ayrıca atık kauçuk içeren malzemelerin geri dönüştürülmeden uzun süre bekletilmesi yangın gibi çevresel felaketlere neden olmakta, sonuçta toprak, hava ve su kirliliği artmaktadır.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kullanımı uzun yıllar öncesine dayanan kauçuk, gelişen teknoloji ve özellikle artan otomotiv sanayisi ile birlikte gün geçtikçe daha fazla ihtiyaç duyulan bir malzeme olarak karışımıza çıkmaktadır. Dünyada ve ülkemizde kauçuk kullanım alanları günlük yaşantımızı kolaylaştıran pek çok malzemede gerek ana gerekse yan ürün olarak kullanılmaktadır. Tüketici isteğine göre şekillenen ve artan üretim potansiyeli kimya sektöründe yatırımcıların da ilgi odağı haline gelmektedir.

Doğal ve Sentetik olarak elde edilen kauçukların Türkiye’de üretimine bakıldığında ise, ülke olarak özellikle kauçuk hammadde ihtiyacında dışa bağımlı olduğumuz yapılan araştırmalar ile açıkça görülmektedir.

Yapılan araştırmalar sonucunda, üretim potansiyeli oldukça fazla olan kauçuk hamur ve kauçuk ürünlerin üretimi esnasında ve kullanım ömrü bitiminden sonra çıkan kauçuk atık/ artıkların değerlendirilebileceği görülmektedir. Dünyada ve ülkemizde büyük sorun teşkil eden katı atıklar ve katı atıkların geri dönüşümü üzerine yapılan çalışmalar göstermektedir ki, kauçuk içerikli ürünlerin geri dönüşümü aşamalar halinde gerçekleştirilebilmekte ve geri dönüşüm işlemleri sonrası elde edilen nihai ürün kalite ve kullanım açısından önem arz etmektedir. Elde edilen geri dönüştürülmüş kauçuklar ham kauçuk içerisine karıştırılarak, kauçuk hamurun kalitesi düşmeden ve fazla hammadde gereksinimi duyulmadan kauçuk malzeme üretimi gerçekleştirilebilir.

Çalışmada bahsedildiği gibi, kauçuk ile ilgili yüzyıllardır süre gelen ihtiyaç ve bu ihtiyacı karşılama çabaları mevcuttur. Günümüzde pek çok alanda aktif olarak kullanılan geri dönüşüm kavramı, özellikle kauçuk alanında da araştırılmalı ve uygulanmalıdır. Böylece kauçuk hamuru ve mamul üreticileri dış pazar arayışına kalkışmayacak, ülke ekonomisine ve kalkınmasına katkı sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akıba, M., Hashım, A.S., “Vulcanization and Crosslinking in Elastomers”, 475-521 s., (1997).
- Altınışik, F., “Doğal Kompozit Malzemelerin Otomotiv Sanayinde Kullanımı”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 3-7 s., (2007).
- Beycioğlu, A., Başıyigit, C., Subaşı S., “Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanımı ile Geri Kazanılması ve Çevresel Etkilerinin Azaltılması” Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü , Kocaeli Çevre Sorunları Sempozyumu, 1387-1392 s., (14-17 Mayıs 2008).
- Budinsky, K.N., “Engineering Materials Properties and Selection”, Third ed. 855s., (1989)
- California Environmental Protection Agency (Kaliforniya Çevre Koruma Derneği), “Evaluation of Waste Tire Devulcanisation Technologies”, (2003).
- Choi, S., Nah, C., Lee, S.G. and Joo, C.W., “Polym. Int.”, 52-23 s., (2002).
- Clauser, H.R. Fabian, R. Peckner, D. Riley M.W. “The Encyclopdia of Engineering Materials and Processes “ second ed., (1967).
- Dalgakıran, E. “Continuous Compounding of Silica Filled Rubber in a Twin Screw Extruder, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 5 s., (2010).
- Daniel L. Hertz, JR. Theory&Practice Of Vulcanization, Elestomerics, (1984)
- De, S.K., Isayev A.I., Khait K., “Rubber Technologist’s Handbook”, Rapra Technology LTD. UK., 439., (2005).
- Demirci, B., Plastik Sanayicileri Federasyonu, (PLASFED), (2010).
- Elastomer Teknolojisi 1, Kauçuk Derneği Yayınları, 158 s., (2001).
- Fukumori, K., Matsushita, M., “Material Recycling Technology of Crosslinked Rubber Waste” , R&D Rewiew of Toyota CRDL, (2003).
- Gent, A.N., “Engineering with rubber.” Rubber division of the Am Chem Soc. New York, 184 s., (1992).
- Savran, H., Gül, A., “Kauçuk Sanayinde Son Gelişmeler ve Hidrojene Nitril Kauçuklar”, (Kauçuk Derneği Yayın Organı), s.8, (2001).
- Isayev A. I. Yushanov S. P., Chen J. ”Recycling of Rubbers”, Science Technology of Rubber, Third Edition. 663-701 s., (2005).

İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi (İAOSB) İş Geliştirme Birimi, Haber Dergisi, Mayıs 2012 Sayısı, (2012).

Karabörk F, Akdemir A., “Atık Taşıta Lastiklerinin Parçalanması ve Lastik Tozunun Karakterizasyonu”, 29(1):29-40 s., (2013).

Kauffman, G.B., Seymour R.B. , ‘Elastomers I. Naturel Rubber.’, Tournal of Chemical Education, 67:422-425 s., (1990).

Kenar, V., ‘Günümüzde Kauçuk Kaynakları ve Kullanım Alanları’, Kauçuk Sektörü Yazı Dizisi, (19.09.2013).

Korkmaz, S. Z., Korkmaz, H. H., Türer, A. "Elastik Art-Germe Şeritleriyle, Yığma Yapıların Güçlendirilmesi", (YDGA)Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı Bildirileri, Ankara, (2005)

Küçükgül, E. Y., ‘Tehlikeli Atıkların Yönetimi. Tehlikeli Atıkların Yönetimi Kursu’ TMMOB ÇMO İzmir Şubesi, İzmir, (2004)

Lagrega, M.D., Buckingham P.L., Evans J.C., ‘Hazardous Waste Management.’, McGraw-Hill. 641-698 s, (1994).

Lehrle, R.S., Willis, S.L., ‘Modification of natural rubber: a study to assessthe effect of vinylacetate on the efficiency of grafting methyl methacrylate on rubber in latex form, in the presence of azo-bis-isobutyronitrile, Polymer’’, s., 5937-5946, (1997).

Loyd, D.G., ‘Rubber chemicals as a means of making polymers work’’, Plastics and Rubber, s., 26-28, (1976).

Morton, M., ‘History of Synthetic Rubber Journal of Macromolecular Science Chemistry’’, 15 (7):1289-1320 s., (1981).

Nagdi, K., ‘Rubber as an Engineering Material’ 302 s., (1993).

Patrick, J.C., ‘The Formation of High Polimers by Condensation Between Metallic Polisulfides and Dihalogenated Hydrocarbons and Ethers’’, 9(3):373-382 s., (1936).

Plastik Federasyonu PLASFED Kauçuk Sektör İzleme Raporu, 4-26 s., (2012).

Sanchez, B.V., ‘New Insights In Vulcanization Chemistry Using Microwaves As Heating Source’’, Doctoral Thesis, Universitat Ramon Lull Fundació Privada, Barcelona, (2008).

- Savran, H.Ö., Elastomer Teknolojisi-II (Temel Elastomerler), Kauçuk Derneği Yayınları, 178-186 s., (2008).
- Savran, H., Etilen Propilen Kauçuklar, Kauçuk (Kauçuk Derneği Yayın Organı), Elastomer Teknolojisi 2, Kauçuk Derneği Yayınları, İstanbul, 12 s., (2001).
- Scagliusi, S.R., Araújo, S.G., Landini L., Lugão A.B., “Study of Properties of Chloroprene Rubber Devulcanizate by Radiation in Microwave” International Nuclear Atlantic Conference – INAC Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 25-32 s., (2009).
- Semaan, Mars E., Quarles, C.A., Nikiel, L., “Carbon black and silica as reinforcers of rubber polymers: Doppler broadening spectroscopy results, Polymer Degradation and Stability”, 259-266 s., (2002).
- Sugözü, İ., Mutlu, İ., “Atık Taşıtların Lastikleri ve Değerlendirme Yöntemleri”, Taşıtların Teknolojileri Dergisi 1 (1) 35-46 s., (2009).
- Sutanto P., “Development of a Continuous Process for EPDM Devulcanization in an Extruder”, Doctoral Thesis, Rijksuniversiteit Groningen, Jakarta, Indonesië, (2008).
- Türk Plastik Sanayicileri Araştırma, Geliştirme ve Eğitim Vakfı (PAGEV), Dünya ve Türkiye 2010 Yılı Kauçuk Sektör Raporu, (2010).
- Waddell, W.H. and Evans, L.R., “Rubber Chem. Technol.”, 69-377 s., (1996).
- Wallace, H., Carothers, W.H., “Acetylene Polymers and Their Derivatives”, 5(1):7-29 s., (1932).
- Vahapoğlu, V., “Kauçuk Türü Malzemeler I. Doğal Kauçuk”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 3(1) 57-70 s., (2007).
- Vahapoğlu, V., “Kauçuk Türü Malzemeler II. Sentetik Kauçuk”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 9(1), 44-54 s., (2006).
- Yehia, A.A., “Recycling of Rubber Waste, Polymer-Plastics Technology And Engineering”, (2004).
- Yeşilata, B. Bulut, H., Turgut, P., Demir, F., “Atık taşıtların lastiklerinin geri kazanımı ve yalıtım amaçlı kullanımı”, MMO Tesisat Mühendisliği Dergisi, 64-72 s., (2007).

Yılmaz, S. ‘‘Geri Dönüştürülmüş Malzemelerden Üretilen Ürünlerin Kullanımı ve Tüketicilerin Bu Ürünlere Yönelik Tutumları ve Algılamaları Üzerine Bir Araştırma’’, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (2010).



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Şerife Mine DAL

Doğum Tarihi: 24.05.1988

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans

Derece	Bölüm/Program	Okul Adı	Yıl
Lise	Matematik-Fen	Tarsus Mustafa Kemal Anadolu Lisesi	2002-2006
Lisans	Çevre Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2006-2011
Yüksek Lisans	Çevre Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2011-2015

Görevler:


Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Çevre Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı	Seçil Kauçuk San. Tic. A.Ş.	2012-...

Şerife Mine DAL tarafından Prof.Dr.Fadime TANERdanışmanlığında hazırlanan “
Kauçuk, Türleri, Özellikleri, Üretim Potansiyeli, Kullanım Alanları, Atık Kauçuk Geri
Kazanımı ve İşlenme Sistemlerinin Araştırması” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları
bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul
edilmiştir.

Prof. Dr. Fadime TANER

Doç.Dr. Nimet KARAGÜLLE

Yrd.Doç.Dr. Mutlu YALVAÇ

İmza



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
17/04/2015 tarih ve 2015.9/515 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. Ayla ÇELİK
Enstitü Müdürü

*Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı
Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.*