

Yaşamımızın Bir Parçası

KAUÇUK

Dr. Şahin İdin [TÜBİTAK

Giydiğimiz ayakkabıdan, otomobillerimizdeki tekerleklere ve cam sileceklerine, dalgıç giysilerinden hortumlara ve futbol toplarına kadar günlük yaşamımızda vazgeçilmez olan kauçuğu yüzyıllardır kullanıyoruz. Doğalgaz borularının ocak ile bütünleşmesini sağlayan conta, arabalarımızdaki aks millerini koruyan körük, ameliyathanede kullanılan eldivenler, iletken olan bakır telin etrafını saran yalıtkanlar, bizi yağmurdan koruyan yağmurluklar ve ev çatılarında kullanılan izolasyon malzemeleri kauçuktan yapılır.

Kauçuğun bu kadar geniş bir yelpazede kullanılmasının sebebi esneklik, yumuşaklık, dayanıklılık, yapışkanlık ve su geçirmezlik gibi özellikleridir.





Dünden Bugüne Kauçuk

Yüzyıllar önce, Güney Amerika'da İnkalar, giydikleri sandaletlerin tabanını kauçukla kaplayarak su geçirmeyen ayakkabılar, Aztekler ise içi boş kauçuk heykeller yaparlardı. Kristof Kolomb, 15. yüzyılın sonlarına doğru Güney Amerika'ya gittiğinde, yerlilerin küre şeklinde cisimlerle oyun oynadığını ve bu cisimlerin yerden sektiğini gözlemledi. Yerlilerin bu cisimleri "cau-uchu" ismini verdikleri ağaçlardan elde ettiklerini öğrendi. Yerliler ağaçtan elde ettikleri malzemeyi sertleştirmek için palmye cevizlerinin dumanında tütsülüyorlardı. Kelimenin kökeni Keçuva dilindeki "Kauchuk" sözcüğü olup "ağlayan ağaç" anlamına gelir. Kolomb, yanında bir miktar kauçuğu Avrupa'ya götürdüyse de o dönem altın ve gümüşe olan ilgiden dolayı kauçuk göz ardı edilmiş.

1730'lu yılların ilk yarısında, Fransız kimyager Charles-Marie de la Condamine'in Fransız Bilimler Akademisine kauçuk örnekleri göndermesiyle Avrupa'da kauçuk bilinmeye başlandı. 1751'de François Fresneau'nun kauçuğun birçok özelliğini tanıttığı makalesi, kauçuk ile ilgili ilk bilimsel makale olarak kabul ediliyor. Michael Faraday, 1826 yılında doğal kauçuğun kimyasal formülünü (C_5H_8) ortaya koydu.



Michael Faraday
İngiliz kimya ve fizik bilgini

1839 yılına gelindiğinde ise kauçuk işlemede önemli bir aşamaya geçildi. Kauçuk çok yüksek sıcaklıklarda eriyor, düşük sıcaklıklarda ise parçalanıyordu. Charles Goodyear bu sorunu geliştirdiği vulkanizasyon yöntemi ile çözdü: Kauçuğa kükürt ekleyip malzemeyi ısıtarak onu sertleştirmeyi başardı. Vulkanizasyon öncesinde yüksek plastik özelliklere sahip olan kauçuk, vulkanizasyon sonrasında yüksek elastik özelliğe sahip olur. Kauçuğun sağlamlığı bu şekilde artırıldıktan sonra kauçuktan tekerlek üretilmeye başlandı ve kullanımı arttı. O dönemlerde kauçuk yalnızca Güney Amerika'da üretiliyordu. 1876 yılında İngiliz kaşif Henry Wickham, 70.000 kadar kauçuk ağacı tohumunu gizlice Brezilya'dan İngiltere'ye kaçırdı. Bu tohumların 2400 kadarı çimlendi. Sonrasında bunlardan yararlanarak Sri Lanka, Singapur ve Afrika'da kauçuk plantasyonları kurdu. Yirminci yüzyılın ilk çeyreğine gelindiğinde kauçuk üretiminin çoğu Güney Amerika'dan Asya'ya kaymıştı.

Birinci Dünya Savaşı sırasında Almanya'nın doğal kauçuk kaynaklarına ulaşması zorlaştı ve bunun üzerine Alman bilim insanları kauçuğa benzer bir madde olan metil kauçuğu sentezlemeyi başardı. Ancak bu madde kauçuk kadar kullanışlı değildi ve üretimi maliyetliydi. 1930'lara gelindiğinde bilim ve teknolojideki gelişmelere bağlı olarak kauçuğun moleküler yapısı ortaya çıkarıldı. Bu keşfin ardından yapay kauçuk çalışmaları ve üretimi arttı. İkinci Dünya Savaşı sırasında, uçaklar ve diğer taşıtların tekerlekleri için kauçuğa ihtiyaç duyulması sentetik kauçuk üretimini büyük ölçüde artırdı.

Kauçuk Nasıl Elde Edilir?

Kauçuk çapraz bağlanmamış ama çapraz bağlanabilme özelliğine sahip bir polimerdir. Doğal olarak sıcak ve nemli bölgelerde yetişen kauçuk ağacından (*Hevea brasiliensis*) elde edilir. Doğal lateks kauçuğunun %90'ı bu ağacın öz suyundan elde edilir. Meksika ve ABD'de guayule ağacından da lateks elde edilir. Bir diğer doğal kauçuk olan çikl ise sapodilla ağacından elde edilir. Çiklden vulkanizasyonla sert kauçuk elde edilmez. Bitkinin kauçuk içeren öz suyuna lateks denir. Lateks yapışkan, sütlü kolloidal bir yapıda olup elde edilebilmesi için ağaç kabuğunun V şeklinde yarılarak sıvının akması sağlanır. Akan sıvı ağaca bağlı bulunan bir kaba aktarılır ve elde edilen sıvının içerisine genellikle formik asit eklenir. Lateks havayla temas ettiğinde koyulaşarak katılaşır. Bunun önüne geçmek için sıvı kauçuk, amonyak ile karıştırılır. Sonrasında hava ile teması kesilir. Lateks yaklaşık otuz dakika içerisinde pıhtılaşır. Lateks pıhtılaştıktan sonra elastik bir hamur görünümü alır. Lateksteki fazla suyun giderilmesi için iki silindir arasına alınarak hadde-

leme işlemi gerçekleştirilir. Bu aşamadan sonra içeriğinde bulunan formik asidin lateksten tamamıyla uzaklaştırılması için durulama işlemi yapılır ve askılarda kurutma uygulanır. Askılarda ortalama beş saat bekletilen lateks kuruma sonrasında daha sağlam ve sert bir yapıya ulaşır. Rengi koyulaşan lateksin yıkayıcılarda iyice temizlenmesi sağlanır. Elde edilen ürün küflenmemesi için tuğla fırınlarda 45 gün kadar bekletilir. Bu işlemin ardından elde edilen kauçuk, daha az yer kaplaması için presleme işlemine alınır ve depolara gönderilir. Buradan elde edilen lateksin yaklaşık %35'i kauçuktur. Kauçuğun lastik hâline gelebilmesi için kükürt elementi gibi kimyasal maddelerle karışması gerekir, içerisinde yaklaşık %12-20 oranında kükürt bulunan kauçuklara lastik adı verilir. Kauçuk içerisindeki kükürt oranı (%30 gibi) fazla olursa elektirik yalıtkanı olarak kullanılan bir ürün elde edilir. Kauçuk ağaçlarının ekonomik ömrü yaklaşık otuz yıldır. Bunun yaklaşık yedi yılı olgunlaşma süreci, geriye kalan da salgısını kullanabildiğimiz üretim safhasıdır.





Kauçuğun Hayatımızı Kolaylaştıran Özellikleri

- Kauçuk 220°C'de tamamen eriyen esnek bir madde. Kauçuk eritildikten sonra damıtılarak kauçuk yağı elde edilir ve bu yağ kauçuğu çözmek için kullanılır. Aldehit fenol, eter, piridin ve klorlanmış hidrokarbonlar gibi maddeler de kauçuğu çözebilir.
- Kauçuk iyi bir elektrik yalıtkanıdır. Yirminci yüzyılın başlarında elektriğin santrallerden evlere, fabrikalara ve sokak lambalarına iletimi iletkin malzemelerle sağlanıyordu. Elektriği ileten bu malzemelerin etrafı kauçukla kaplanmaya başlandı ve elektrik çarpmalarına karşı önlem alındı.



- Kauçuğun önemli özelliklerinden biri de esnemesi. Günlük yaşamımızda lastik bantları, bandajları ve eldivenleri sahip oldukları esneklik özelliğinden dolayı sıkça kullanırız. Kauçuktan elde edilen malzemelere genellikle lastik denir. Lateks eldivenler de kauçuktan yapılıdır.
- Kauçuk su geçirmez. Çok yağmur yağdığında ya da bahçede çalışırken giydiğimiz kauçuk çizmeler sayesinde ayaklarımız ıslanmaz. Bulaşık yıkarken ellerimizdeki kauçuk eldivenler sayesinde ellerimiz su almaz. Evlerin ve fabrikaların çatıları da su almasın diye kauçuk malzeme ile kaplanır.
- Kauçuk cisimlerin bir diğer özelliği de sert bir yüzeye çarpınca sekme-leri. Bu özellikleri olmasaydı futbol, voleybol, basketbol ve benzeri birçok spor dalı olmayabilirdi. Futbol, voleybol ve basketbol toplarının içinde havayı içeride tutan kauçuk astar bulunur. Topun içine sıkıştırılan hava topa vurulduğunda zıplayarak çok daha uzağa gitmesini sağlar.

Kauçuk Üretimi Çevreye Zarar Verebilir

Doğal kauçuk iyi bir elastik yapıya sahip iken sentetik kauçuk ise sıcaklık, kimyasallar ve ultraviyole ışınlar gibi çevre koşullarına daha dayanıklı bir yapıda. Doğal ve sentetik kauçuğun giderek artan miktarlarda üretimi çevre sorunlarına neden oluyor.

2017 yılı verilerine göre, yılda yaklaşık 14,5 milyon ton doğal kauçuk üretilmiş. Malezya, Tayland, Endonezya, Brezilya, Nijerya, Liberya, Zaire, Hindistan, Sri Lanka ve Filipinler doğal kauçuk üretiminde önde gelen ülkeler. En fazla kauçuk tüketen ülke ise Çin. Endonezya, Çin ve Hindistan gibi ülkeler daha çok kauçuk üretmek için geniş alanlara plantasyonlar kuruyor. Buralardaki doğal orman alanları tahrip edilerek kauçuk ağaçları dikiliyor. Bu durum yalnızca ağaçlar için değil, ormanlarda yaşayan canlı türleri için de bir tehdit unsuru. Ayrıca orman ağaçlarının kesilmesi erozyonun etkilerinin daha görünür biçimde hissedilmesine yol açıyor.

Kauçuk fabrikaları da çevrenin kirlenmesine neden olur. Kauçuğun vulkanizasyon işlemi sürecinde çinko oksit ve kurşun oksit gibi bileşikler kullanılır. Bu kimyasal malzemeler sıvı atık hâlinde toprağa, akarsulara ve su birikintilerine karışarak canlıları zehirleyebilir. Kauçuk işleme sürecinde oluşan atık madde oranı üretilen kauçuğun yaklaşık yirmi beş katı.



Bununla birlikte, atık lastikler çevre için yangın riski de oluşturur. Atık lastiklerin yanmasıyla açığa çıkan yüksek ısı ve yoğun dumandan dolayı yangını kontrol etmek ve söndürmek zorlaşır. Örneğin, ortalama büyüklükte bir otomobil lastiğinin petrokimyasal içeriğinin eşdeğeri yaklaşık 9,5 litre yağdır. Dolayısıyla, lastiklerdeki yüksek yağ miktarı yangının uzun sürmesine neden olur. Yangın sırasında havaya zehirli gazlar da salınır, bu gazlar toprağın ve su kaynaklarının kirlenmesine yol açar.

Kauçuğun Geri Dönüşümü

Kauçuk üretimi sürecinde çok fazla atık madde oluşur ve bu maddelerin çürüyerek toprağa karışması binlerce yıl sürebilir. Bu nedenle kauçuğun geri dönüşümü, çevrenin daha az kirlenmesi, canlıların olumsuz olarak etkilenmesinin önüne geçilmesi ve ekonomik getirileri bakımından hayli önemlidir.

Kauçuk üretiminin yarıdan fazlası, taşıt tekerlek lastikleri içindir. Lastiklerin üretim sürecinde, kalıplama işlemi öncesi malzemenin aşırı vulkanizasyona maruz kalması, kauçuğun elastik özelliğini kaybetmesine ve elastik özelliğini kaybeden malzeme tekrar kalıplanamadığından atık olarak değerlendirilmesine yol açar. Bu atık malzemelerde sağlam kısımlar da bulunur. Kauçuk değerli bir madde olduğundan, bazı firmalar sağlam kısımları ayırmak için rafinasyon işlemi uygular. Kurtarılan kısımlar, otomobil, conta, paspas ve silecek üreten firmalara satılır. Bu malzemeler halı sahalarda, traktör ve el arabası tekerleklerinde dolgu malzemesi olarak da kullanılır.

Kauçukla ilgili bir diğer atık oluşum da kullanım ömürleri tamamen bitmiş lastiklerdir. Kullanım ömrünü tamamlayan (binek araçlar için diş derinliği 1,6 mm'ye düşen) lastiklerin araçlardan söküldükten sonra tekrar kullanılması tehlikelidir. Bu yüzden lastiklerin farklı yöntemlerle değerlendirilmesi ve geri dönüştürülmesi önemlidir.

Lastiklerin geri dönüşümünde kullanılan yöntemlerden biri piroliz işlemidir. Piroliz ısı yardımı ile lastikteki kimyasal bağların kırılmasıdır ve lastiklerin yakıt dönüşümü için kullanılan bir yöntemdir. Piroliz sonucu geri dönüşümü sağlanan lastikten pirolitik yağ elde edilir ve bu ürün jeneratör yakıtı olarak kullanılır.

Lastik endüstrisi yetişen doğal kauçuğun %70'ini tüketiyor. Bu yüksek talebin çoğunu taşıt lastikleri oluşturuyor. 2024 yılına kadar, artan kauçuk ihtiyacını karşılamak üzere yaklaşık 8,5 milyon hektarlık yeni ekim alanının gerekeceği tahmin ediliyor. Kauçuk üretim alanlarının artması ise tropikal biyoçeşitliliğin azalması anlamına geliyor. Bunun önüne geçebilmek için lastik üreticileri yeni kaynak arayışında.

ABD ve Meksika'da yetişen guayule bitkisinden de kauçuk elde edilebiliyor. Guayule bitkisinden daha fazla verim almak için Teksas'ta yeni üretim tesisleri kuruluyor. Avrupa Birliğine üye altı ülkeden sekiz endüstri kuruluşu ve beş araştırma enstitüsünün ortak yürüttüğü DRIVE4EU adlı projeye Rus karahindiba (kauçuk karahindiba) bitkisinden doğal kauçuk elde etme çalışmaları da Belçika'da yürütülüyor. Böylece, doğal kauçuk üretimine bağlı olarak doğaya verilen zararın azaltılması hedefleniyor. ■



Kaynak

https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_rubber

<https://www.bbc.com/news/science-environment-32350985>

<http://www.drive4eu.eu/>

Somervill, B., *Geçmişten Günümüze Kauçuk*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2018.

<https://www.britannica.com/science/rubber-chemical-compound#ref289650>

http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Do%C4%9Fa%20Kau%C3%A7uk%20ve%20C3%96zellikleri%20ve%20Testleri.pdf