

Molekül Dünyasının Devleri

Polimerler

Otomobil lastiklerinin Charles Goodyear tarafından 1800'lü yıllarda, kauçuk ağacının öz suyundan elde edilen kauçuk taklit edilerek keşfedildiğini biliyor muydunuz? Evrendeki her şey, şimdiye kadar keşfedilmiş olan 114 elementten oluşuyor. Bir başka deyişle, bizim için artık hiçbir şeyin yapısı sır değil. Bunlar çoğu zaman çeşitli elementlerin çeşitli biçimlerde bir araya gelmesiyle oluşuyorlar. İnsanoğlu evrendeki bu gizi çözdükten sonra, doğadaki birçok şeyi taklit ederek yapaylarını elde etmeye başladı. Hatta bununla da yetinmeyip doğal malzemelere istediğimiz özellikleri ekleyerek yepyeni yapay malzemeler üretebiliyoruz. Peki, bunu nasıl mı başarıyoruz? Bunu anlayabilmek için “polimerlerin” gizemli dünyasının kapılarını aralayalım ve içeri bir göz atalım.

Bir elementin, bütün kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük birimine atom denildiğini biliyoruz. Birkaç atomun bağlar aracılığıyla bir araya gelmesiyle, molekülleri oluşturuyor. Bu moleküller de birleşerek bileşikler oluşturuyorlar. Kimyada bu birleşmeler ya da bir araya gelmeler çok önemli; bu sayede birçok farklı madde elde ediliyor. Monomer ("mono" Yunanca'da tek anlamına geliyor) adı verilen çok sayıda küçük molekül biriminin kimyasal olarak bir araya gelmesiyle oluşan büyük moleküllere de, polimer deniyor. Polimer, Yunanca'da "çok" anlamına gelen "poli" ve kısım anlamına gelen "meros" sözcüklerinden türetilmiş bir terim. Sıradan bir polimer molekülü, binlerce birim uzunluğundaki monomer zincirinden oluşur. Bu devasa yapıları nedeniyle polimerlere makromoleküller de denir. Bir polimeri oluşturan monomer birimleri aynı da olabilir, farklı da. Polimeri oluşturan zincirin her halkası karbon, hidrojen, oksijen ya da silisyum gibi elementlerden oluşur. Bu yapıdaki çok sayıda halkanın birbirine bağlanmasıyla yukarıda söz ettiğimiz zincir ya da ağ, bir başka deyişle polimer oluşur.

Doğal Polimerler

Canlıların temel yapıtaşı olan birçok bileşik, polimer yapıdadır. Protein, nükleik asit, selüloz gibi bileşiklerin yanı sıra, kuvars, feldispat gibi mineraller de polimer sınıfına girer. Aslında çevremize şöyle bir bakmak, birçok doğal polimere rastlamak için yeterli. Bitkiler, hayvanlar ve elbette insanlar polimer yapıları içeren örnekler.

Bitkilerde hücre çeperinin temel bileşeni olan selüloz, 3000'den fazla glukoz molekülünden oluşan doğal bir polimerdir. Selüloz aynı zamanda, pamuk ve kenevir liflerini biçimlendirip giysi haline getirmede de kullanılıyor. Patates, mısır, pirinç gibi bitkilerde bulunan nişasta ve bitkisel yağlar da polimerdir. Nişasta da tıpkı selüloz gibi, glukoz moleküllerinin bir araya gelmesiyle oluşan bitkisel bir polimerdir. Buna karşın, nişasta ve selüloz farklı özellikler gösterirler; nişasta suda çözünebilir, selüloz çözünmez. Giysi yapımında kullanılan yün ve ipek de doğal polimerlerden. Bitkilerde bulunan odunözü ve reçineler de diğer doğal polimerlerden.

Çok iyi tanıdığımız bir doğal polimer de protein. Proteinler, aminoasitlerin bir araya gelmesiyle oluşan polimerlerden. Derimizde, organlarımızda, kaslarımızda, saçlarımızda ve tırnaklarımızda bu doğal polimerlerden bulunur. Ayrıca, tükettiğimiz birçok hayvansal besinde ve giysi olarak kullandığımız deride de doğal polimerler vardır. Vücudumuzun içinde bulunan bir diğer protein grubu da enzimler.

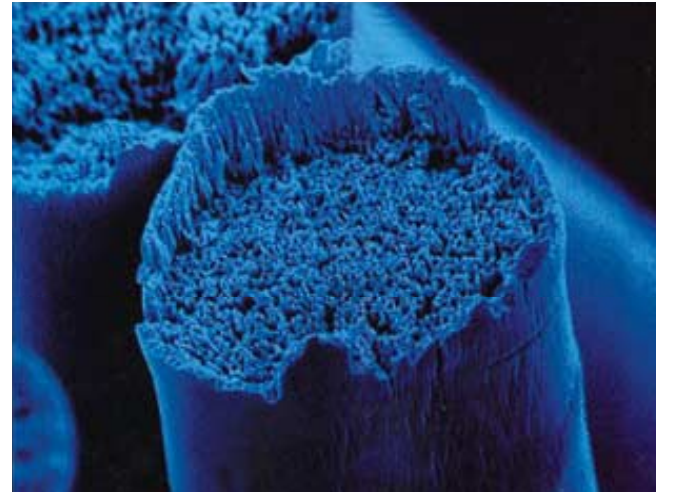
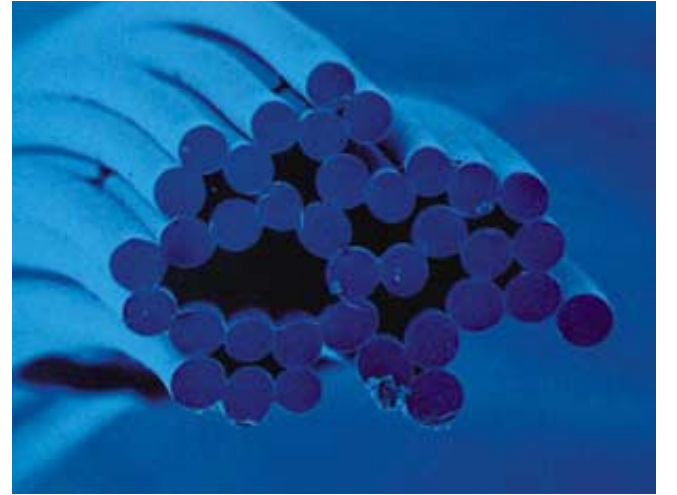
Her enzim, özel bir işlevi olan bir proteindir. Hatta bazı enzimler, diğer enzimleri meydana getirmekle görevlidir. Bunlara ek olarak, genetik şifreyi taşıyan nükleik asitler de nükleotidlerden oluşan polimer yapılardır.

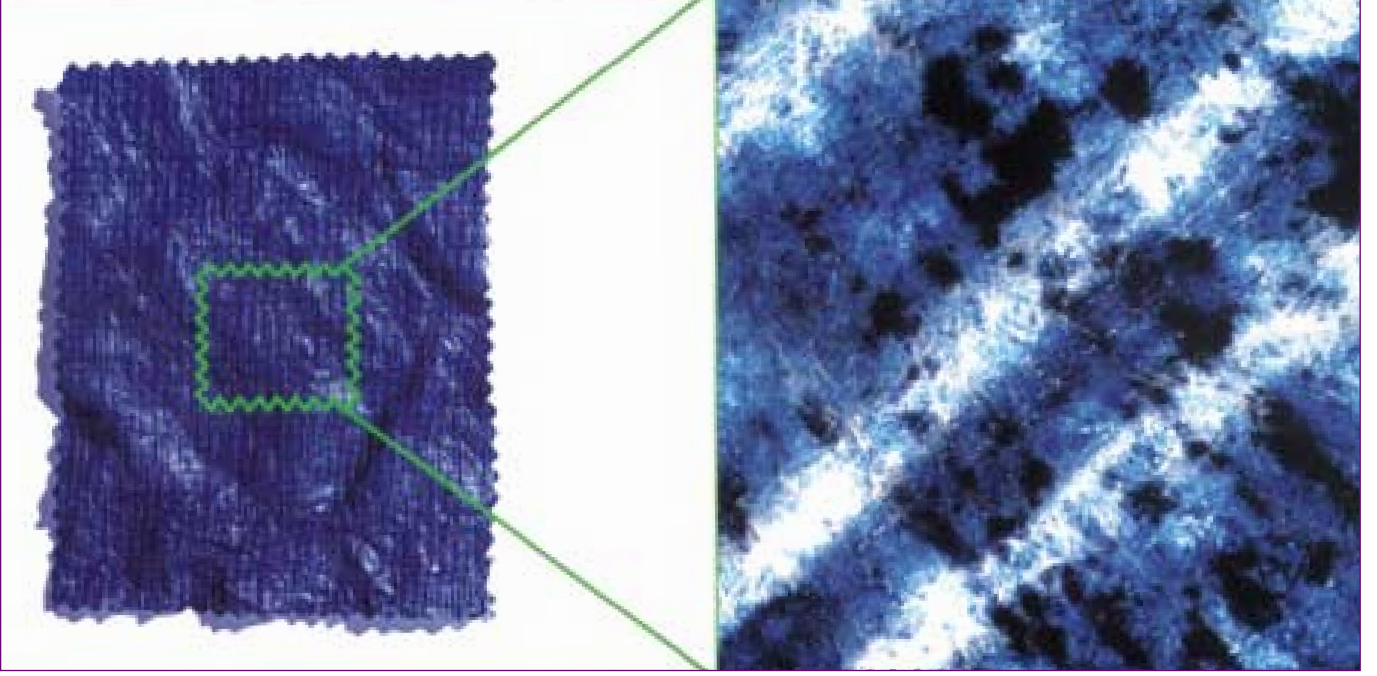
Doğal polimerlerin bu kadar çok ve farklı işlevlere sahip olması, kimi bilimadamlarını yapaylarını üretmek konusunda cesaretlendirmiş. İlk yapay polimerler, doğal polimerler kullanılarak üretilmiş. Bunun bir örneği, yapay kauçuk. Bu madde, yüzlerce yıldır kauçuk bitkisinin sütsü sıvısından elde edilen doğal kauçuktan hareketle üretilmiş.

Yapay Polimerler

Bilinen birçok polimer, karbon ve hidrojenin bir araya gelerek (hidrokarbon) oluşturdukları uzun zincirlere, farklı birimlerin bağlanmasıyla elde edilir. Bu uzun zincire polimerin omurgası da diyebiliriz. Yapay polimerler de bu yapılardan yola çıkılarak üretiliyor. Örneğin, oyuncak, çanta ve giysi yapımında kullanılan polietilen adlı polimer, eten ya da etilen adı verilen ve $CH_2=CH_2$ biçiminde gösterilen organik bir monomer biriminin 10.000'den fazlasının bir zincir oluşturmasıyla elde edilir. Benzer biçimde, süt kutusu ve çeşitli kapların yapımında kullanılan polipropilen, propen ya da propilen adlı $CH_3CH=CH_2$

1958 yılında Dupont firması kimyagerlerince keşfedilen Lycra, esnek ve dayanıklı lifleri sayesinde zamanla tekstil ürünlerinde en çok kullanılan malzemelerden biri haline geldi.





Polietilen, kullanım alanı çok geniş polimerlerden biri. Pamuklu dokumalarda da polietilen kullanılarak, kumaşın dayanıklılığı artırılıyor.

monomerinden oluşan bir zincirdir. Karbon ve hidrojene klor, flor, brom, oksijen, azot, silisyum ya da kükürt gibi elementlerin eklenmesiyle de farklı polimerler üretilebilir. Örneğin, PVC olarak bildiğimiz polivinilklorürde klor, naylon olarak da bildiğimiz poliamitte azot, teflon olarak bildiğimiz politetrafloretilende flor, polyester ve polikarbonatta da oksijen bulunur.

Yapay polimerlerin üretimleri polimerleşme denilen kimyasal bir süreçle gerçekleşir. Polimerleşme süreçleri genellikle yoğunlaşma ve katılma polimerleşmesi olarak iki ana gruba ayrılıyor. Katılma polimerleşmesinde, monomerler birbirlerine doğrudan eklenirler. Yoğunlaşmadaysa, iki molekül bir araya geldiğinde su gibi küçük bir molekül açığa çıkar. Katılma polimerleşmesinde, genellikle tepkimenin hızlanmasını sağlayan ama, tepkime sonunda ilk halini koruyan maddeler, yani katalizörler kullanılır. Bunlar, kimi zaman polimerlerin özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynarlar. Bazen bu süreçler, molekülün düzgün biçimde düzenlenememesiyle de sonuçlanabilir. Böyle polimerlere amorf, yani biçimsiz polimerler diyoruz. Amorf polimerler, genellikle saydam görünümlüdür. Örneğin, yiyecekleri saklamak için sardığımız saydam film tabakaları, plastik camlar ve kontak lensler, birer amorf polimerdir. Yarısaydam ya da mat polimerlerse kristal yapıdadır. Polimerlerin kristallenme dereceleri ne kadar yüksekse, ışığı geçirme özellikleri de o kadar zayıf olur. Bu nedenle, bir polimerin yarısaydamlık ya da matlık derecesi kristallenme derecesine bağlıdır diyebiliriz.

Farklı yapıdaki polimerler birbirlerinden çok farklı özelliklere sahip olsalar da, bazı bakımlardan benzerdirler. Bu benzerliklerden ilki, polimerlerin kimyasallara karşı çok dirençli olmaları ve moleküller arasında kuvvetli bağlar olduğu için kolay kolay tepkimeye girmemeleri. Çevrenize baktığınızda, evdeki hemen tüm temizlik malzemelerinin plastik kutularda bulunduğunu görebilirsiniz. Bu malzemelerin etiketlerini okuduğunuzdaysa, kutuda bulunan kimyasal madde derinize ya da gözünüze temas ettiğinde yapmanız gerekenlerle ilgili uyarıları görürsünüz. Bu da bize, plastik kapların, içlerinde bulunan kimyasal maddelerin etkisine karşı direnebildiklerini gösteriyor. Ters durumda, plastik kutu ya da kap, kimyasal maddeyle tepkimeye girerek eriyebilirdi.

Yapay polimerlerle ilgili bir başka genel özellikse, büyük bir kısmının hem ısı, hem de elektrik yalıtkanlıklarının yüksek olması. Oturma odanızda ya da çalıştığınız odada çevrenize baktığınızda hemen hemen tüm elektrik donanımının polimer, başka bir deyişle plastik malzemelerden oluştuğunu görebilirsiniz; elektrik kabloları, fişler, prizler, duylar... Bu, plastiklerin iyi birer elektrik yalıtım malzemesi olmalarının bir sonucu. Benzer biçimde, ısı yalıtkanlıklarının bir sonucu olarak da, tencere, çaydanlık gibi mutfak eşyalarının birçoğunun saplarında, buzdolaplarının gövdelerinde ve mikrodalga fırınlarda plastik kullanılır. Ayrıca, kayak, dağcılık ya da paten gibi özellikle kış sporlarıyla ilgilenenlerle, su kayağı, sörf ya da yelken gibi su sporları yapanlar yine ısı yalıtkanlığı nedeniyle polimer malzemelerden yapılan giysiler giyerler.

Polimerlerin hem elektrik, hem de ısı yalıtkanlıklarından birçok alanda yararlanılmakla birlikte, son yıllarda bilimadamları özellikle elektrik iletkenlikleri yüksek polimerler üretmeye başladılar.

Polimerlerin bir başka özellikleriyse, genellikle çok hafif olmalarına karşın, dayanıklılık derecelerinin çok çeşitli olması. Oyuncaklardan tutun da, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun iskeletine, ince külötlü çoraplardan kurşun geçirmez yeleklere kadar birçok farklı üründe, polimerlerin farklı dayanıklılık derecelerinde uygulamalarını görebiliriz.

Polimerler, ince liflerden çok karmaşık parçalara kadar birçok farklı biçimde üretilebilirler. Plastikler, şişe ya da otomobil kaportalarına kadar birçok kalıba girebiliyor ya da çeşitli çözücülerle karıştırılarak yapıştırıcı ya da boya yapımında kullanılabilirler. Elastomerler ve kimi plastikler çok esnekken, polistren ve poliüretan gibileri köpüksü maddelerin yapımında kullanılıyor. Görüldüğü gibi, polimerler çok çeşitli olmaları sayesinde birçok farklı alanda kullanılabilirler.

Bilimadamları ve mühendisler, yapay polimerler üretirken, elde edecekleri son ürünü etkileyecek biçimde, molekül yapılarında kimi oynamalar, değiştirmeler yapıyorlar. Bu sayede birçok yeni ürün, özellikle de yeni plastik türleri elde edilebiliyor. Bununla birlikte, ne kadar çeşitli olsalar da bu plastikler temel olarak termoplastik ve termoset adı altında iki ana gruba ayrılıyorlar. Termoplastik ya da ısıyumuşar plastikler, bir kez biçim aldıktan sonra yeniden ısıtılarak yumuşatılır ve başka biçimlere sokulabilirler. Termoset ya da ısısertleşir plastikler çok serttir ve bir kez biçim aldıktan sonra ısıtılarak yeniden yumuşatılamazlar. Termoset bir malzemeyi ısıtmak, malzemenin yanmasına ya da erimesine neden olabilir. Plastiklerin çoğu termoplastik olduğu

Dağcılık, yelken ve birçok başka spor dalında kullanılan, ağırlığa ve darbelere dayanıklı ipler de polietilen kullanılarak üretiliyor.



Tümüyle yapay olarak üretilen ilk polimer bakalit. Bakalit, süs eşyalarının yanı sıra, ısı ve elektrik yalıtkanlığı yüksek olduğu için elektrikli ev aletlerinin yapımında da kullanıldı.

için, bunların yeniden dönüştürülmesi işlemi kolayca gerçekleştirilir.

Polimerler, moleküller arası bağları çok güçlü olduğundan gaz halde bulunmazlar. Güçlü bağlar, moleküllerin gaz halinde olduğu gibi birbirlerinden ayrılmalarına izin vermez. Polimerleri buharlaştırabilmek için en az 500 °C'ye kadar ısıtmak gerekir. Ama o zaman da, ortada polimer kalmaz; bir araya gelerek polimeri oluşturan monomerler ayrışır. Benzer biçimde sıvı halde polimerlere de pek sık rastlanmaz. Yapay polimerler daha çok katı bazen de jel halinde karşımıza çıkarlar.

Plastiklerin Kısa Tarihi

Plastik sözcüğü, Latince'de biçimlendirme anlamına gelen plastikos sözcüğünden geliyor. Bu özellikleri sayesinde plastikler çok farklı alanlarda, çok farklı uygulamalarda kullanılabilirler.

Kömür ve selüloz gibi kaynaklardan da plastik elde edilebilmekle birlikte, en önemli plastik hammaddesi petroldür. Bu fosil yakıtın, çok çeşitli işlemlerden ve süreçlerden geçirilmesiyle çeşitli plastikler elde edilir. Plastik adı altında toplansalar da bu sınıfa giren polimerler, saydam ya da mat, esnek ya da katı olmak gibi birbirlerinden çok farklı özellikler taşıyabilirler. 10.000'den fazla plastik türü var ve her geçen gün bunlara yenileri ekleniyor. Günümüzdeyse, plastiklerin olmadığı bir dünya düşünmek güç.

İlk plastik, 1862'de Alexander Parkes'in selüloz nitrati çeşitli yağlar ve kâfur ile yumuşatarak geliştirdiği parkesin. Parkesin, o yıllarda birçok süs ve ev eşyası yapımında kullanıldı. Parkes, bu yeni malzemenin



Naylon, çözelti halinde bir asit ve bir diamin kullanılarak elde edilen bir polimer. İki çözeltinin birbirine değdiği yüzeydeki sıvı çekilerek, doğal liflerden daha kuvvetli iplikler elde edilebiliyor. Bu iplikçiklere de naylon adı verilmiş.

kullanılmasıyla kauçukla yapılabilen her şeyin çok daha ucuza gerçekleştirilebileceğini göstermiş oldu. Daha sonra 1869'da, sahneye John W. Hyatt çıktı ve selüloz nitrattan ürettiği selüloitin patentini aldı. Selüloit, üretilen ilk termoplastikti; ısı ve basınç altında istenen biçimi alıyor, daha sonra da bu halini koruyabiliyordu. Hyatt'ın bu buluşu, o dönemde birçok malzeme yapımında kullanılan fildişinin yerini alabildiği için her yıl binlerce fil de öldürülmekten kurtulmuş oldu. Tümüyle yapay olan ilk malzemeyse 1907'de Leo Baekland'in fenol ve formaldehitten elde ettiği bakalit oldu. Bakalit, bir başka deyişle fenolik reçine, ısıya karşı dirençli olduğundan ve iyi yalıtkanlık özelliği gösterdiğinden daha çok elektrikli aletlerin yapımında kullanıldı.

Tekstille uğraşanların da yapay malzemelere merak sarması sonucunda, sırasıyla yapay ipek ve selofan üretildi. Yine selüloz kullanılarak üretilen yapay ipek, 1891'de Chardonnet Kontu Louis Marie Hilaire Bernigaut tarafından bulundu. Selofansa, restoranlarda çalışan garsonların önlüklerinin sürekli lekenmesi ve temizliklerinin zor olmasına karşı aranan bir çözüm olarak karşımıza çıktı. Önlükler, ince ve saydam bir filmle kaplanacak, böylece kolayca temizlenebilecekti. Bu gereksinimden doğan selofan, daha sonraları birçok ürünün paketlenmesinde malzeme olarak kullanıldı.

Naylonun keşfiyse, üreticileri olduğu kadar kadınları da sevindirdi. Naylon, diş fırçalarında kullanılan hayvan kılının ve çoraplarda ipeğin yerini hemen aldı. Naylonun bulunmasıyla birlikte, 1940'lı yıllar boyunca akrilik, neopren, polietilen gibi birçok yapay polimer elde edildi.

Doğal malzemelere seçenek oluşturabilecek yapay malzemeler üretme çalışmaları giderek hız kazandı. Örneğin, organik kimyayla uğraşan Waldo Semon adlı bir kimyager, kauçukla metali birleştirmeyi düşündü. Yapmayı planladığı malzemenin hem kauçuğun, hem de metallerin özelliklerini göstermesini istiyordu. Semon, bu çalışmaları sonucunda, bugün evlerimizde birçok eşyanın üretiminde kullanılan polivinilklorürü (PVC) keşfetti.

1933'te iki organik kimyacı çeşitli kimyasalların yüksek basınç altındaki davranışlarını gözlemek için birtakım deneyler yaparken tuhaf bir şey oldu. Etilen ve benaldehit arasında 2000 atmosfer basınç altında bir tepkime oluşturmaya çalışırken kullandıkları kapalı kabın hava kaçırmaması nedeniyle, deneylerinin bozulduğunu düşünüp deneye son verdiler. Ancak, karşılaştıkları şey onları çok şaşırtmıştı; çünkü, geriye plastiğe benzeyen mumsu bir ürün kalmıştı. Bu polimerleşme işleminden elde edilen ürüne polietilen adı verildi. Polietilen II. Dünya Savaşı sırasında birçok askeri gereçte kullanıldı, denizin altına döşenen kablolardan, radarlarda kullanılan yalıtım malzemesine kadar birçok alanda polietilenden yararlanılmaya başlandı. Polietilenin çok hafif ve ince olması sayesinde, radarlar uçaklarda taşınabilecek kadar hafifledi. Günümüzde polietilen en çok tüketilen polimerlerden biri ve plastik şişelerden süt kutularına, paketlenme malzemelerinden yiyecek saklama kaplarına kadar çok çeşitli kullanım alanları bulunuyor.

Tencere ve tavalarda kullanılan teflonun keşfiyse 1938'de DuPont firması kimyagerlerinden Roy Plunkett tarafından gerçekleştirildi. İşin ilginç yanı, Plunkett'in bu malzemeyi, yanlışlıkla freon gazını soğutma deposunda bekletilmiş bir silindire sıkması sonucu rastlantısal olarak bulmuş olması. Teflon, buzdan yaklaşık 5 kat daha kaygan olma özelliğiyle bugün birçok alanda kaplama malzemesi olarak kullanılıyor.

1949'a gelindiğinde James Wright, yine kauçuğun kimi özelliklerini taklit edebilecek bir malzeme üretmek için silisyum yağı ve borik asidi karıştırdı. Bu karışımdan elde edilen yapay polimer, oyun



Termoset (ısılsertleşir) plastikler, üretim aşamasında son biçimlerini alırlar ve soğudukça sertleşirler. Bu plastikler, yeniden ısıtılarak yumuşatılıp biçimlendirilemezler.

hamuru olarak da üretilip piyasaya sürüldü ve bugüne değin en çok satan oyun malzemelerinden biri oldu.

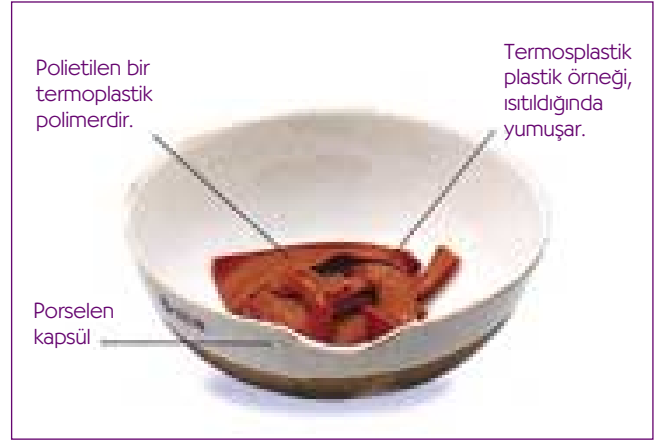
1950'lerden bu yana, plastik endüstrisi inanılmaz bir hızda büyüdü ve plastikler hemen hemen yaşamımızın her alanına girdi. Neredeyse üretilen tüm yeni ürünlerde plastikler kullanılıyor. Basit ev eşyalarından giysilere, televizyon, bilgisayar gibi elektronik aletlere, otomobil, uzay mekiği, tıp gibi çok çeşitli alanlarda plastiklerle karşılaşırız. 1970'li yılların sonundan itibaren plastikler tüm dünyada en çok kullanılan malzeme oldular.

Ne Olacak Bu kadar Plastik?

Bu yapay polimerler sayesinde yaşamımız her ne kadar daha kolay hale gelmişse de, plastiklerin çevreye verdikleri zarar hepimizi kaygılandırıyor. Ancak, plastiklerin bir kısmının geri kazanılabilir olması ya da yakıt olarak kullanılabilmesi düşüncesi biraz rahatlatıcı. Plastiklerin geri kazanımının zor ya da çok masraflı olduğu durumlarda, bunlardan fabrikalarda yakıt olarak yararlanılabiliyor. Aslında petrol ya da doğalgaz gibi zaten yakıt olarak kullanılan ürünlerden elde edildikleri için plastiklerin yakılmasıyla açığa çıkan ısı, elektrik ya da başka enerjilere dönüştürülebilir.

Plastiklerin geri kazanımına tüketici olarak bizler de katkıda bulunabiliriz. Plastiklerin geri kazanımında temel ilke, onların başka bir ürünün yapımında kullanılması. Bu nedenle, öncelikle plastikleri diğer çöplerden ayrı bir yerde biriktirebilir, biriktirdiğimiz plastikleri de atık kutularına atabiliriz.. Bizler üzerimize düşeni yaptıktan sonra, geri kazanım ortalama 7 adımda gerçekleştirilir.

1. Öncelikle çöp, taş, cam gibi malzemeler ayıklanır.
2. Plastikler yıkanır ve parçalara ayrılır.
3. Plastikler, yüzdürme tankına atılır. Bu tankta kimi



Termoplastik (ısılyumuşar) plastikler, bir kere biçim aldıktan sonra tekrar tekrar ısıtılarak yeniden biçimlendirilebilirler. Bu plastikler, geri kazanıma da elverişlidirler.

plastikler yüzer, kimileriye batır. Böylece gruplandırılırlar.

4. Yüzdürme tankından çıkarıldıktan sonra kurutma makinesine atılarak kurutulurlar.

5. Kurutulmuş parçalar yüksek sıcaklık ve basınç altında eritilirler. Farklı türden plastiklerin erime sıcaklığı da farklı olur.

6. Erimiş plastikler çok ince bir elekten geçirilir. Elekten geçirilen plastikler iplikçikler haline getirilir.

7. İplikçikler suda soğutulur ve eş parçalara bölünür. Üretici firmalar, geri kazanım fabrikasından bu parçaları satın alır.

Bunların dışında kimi plastiklerin biyolojik olarak ya da güneş ışığı altında parçalanabildiği söyleniyor. Biyolojik olarak parçalanabilenler daha çok nişasta ve bitkisel yağlar kullanılarak elde edilenler. Doğada bulunan bazı bakteriler bu plastiklerdeki nişasta ve yağları parçalarlar; böylece plastikler de parçalanır. Ancak ne yazık ki bu uzun bir sürede gerçekleşir ve modern çöp alanları da bu biyolojik sürecin gerçekleşmesine pek elverişli ortamlar değildir. İçerindeki nişasta ve yağlar, geri kazanılan plastiğin niteliğini düşürdüğü için bu tür plastikler geri kazanıma da uygun değildir. Güneş ışığı altında parçalanabilenlerse, daha çok organik katkı maddesi içermeyenler. Bunlar, güneş ışığı etkisiyle parçalara ayrılabilirler. Ancak, bu da uzun süre gerektiriyor; üstelik, plastiklerin üstünün yaprak, kar ya da güneş ışığını engelleyecek başka bir şeyle kaplanmamış olması gerekiyor. Ancak, bunlar diğerlerinden farklı olarak, geri kazanım sürecinden başarıyla geçebiliyorlar.

Elif Yılmaz

Kaynaklar

Newmark A, "Kimyanın Oyküsü", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2002, Ankara
www.americanplasticscouncil.org

www.eia.doe.gov/kids/recycling/solidwaste/plastics.html

www.psrc.usm.edu/macrog/kidsmac/index.htm

http://depts.washington.edu/matseed/mse_resources/webpage/Polymer/polymers.htm