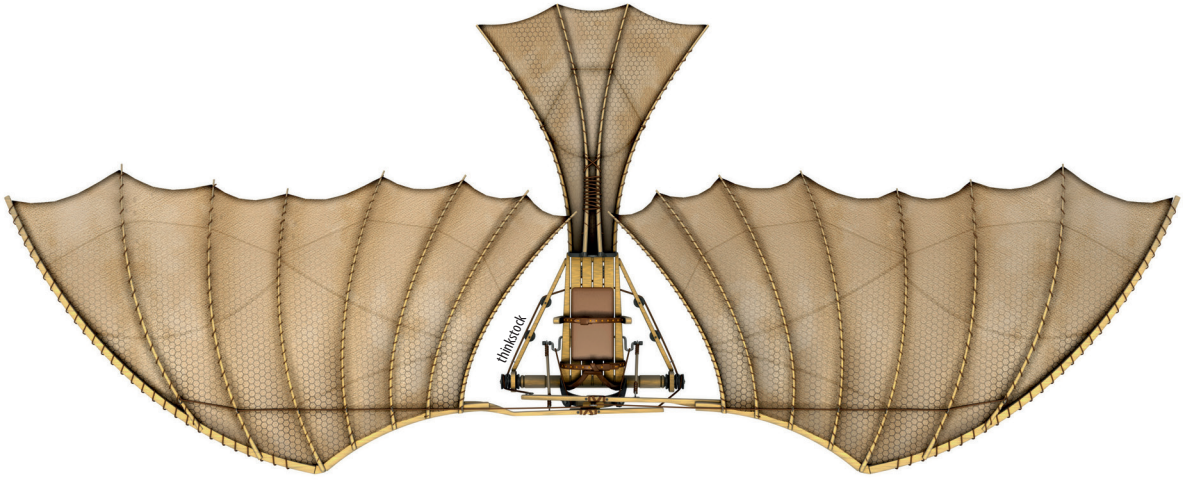
Özlem Kılıç Ekici

Dr., Bilimsel Programlar Başuzmanı
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Doğadaki Tasarımlar Bilim ve Teknolojiye Yeni Ufuklar Açıyor

Biyomimetik ya da biyomimikri (biyobenzetim), insanların doğadaki sistemleri taklit ederek yaptığı malzemelerin, maddelerin, mekanizmaların ve sistemlerin tümünü ifade eden bir araştırma alanı. Doğadaki tasarımlar örnek alınarak üretilen malzemeler özellikle nanoteknoloji, robot teknolojisi, yapay zekâ, tıp endüstrisi ve askeri donanım gibi alanlarda kullanılıyor. Doğadaki tasarımlar en az malzeme ve en az enerji ile en fazla verim almaları, kendi kendilerini onarma özellikleri, geridönüşümlü ve doğa dostu olmaları, sessiz çalışmaları, estetik yapıları, dayanıklı, esnek ve uzun ömürlü olmaları bakımından teknolojik çalışmalara örnek oluyor.



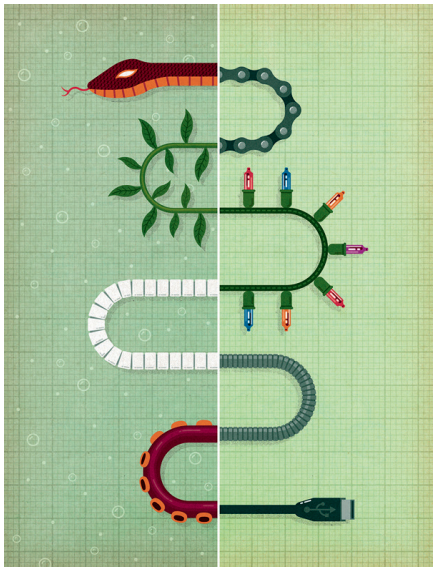
Kaliforniya'daki San Diego Üniversitesi'nden biyomimetik alanında çalışan iki mühendis, doğadaki biyolojik sistemlerin özellikle üç özelliğinin mühendisler tarafından tasarlanacak yeni malzemelere uygulanması gerektiğini düşünüyor: Hafiflik, sertlik ve dayanıklılık. Örümcek ipeğinden ıstakoz ve istiridye kabuğuna, kuşların gagalarından kirpilerin oklarına kadar çok geniş bir yelpazede inceleme yapan uzmanlar, özellikle hafiflik, sertlik ve dayanıklılık özellikleri bakımından örnek alınan doğal sistemler sayesinde daha fonksiyonel zırhlar, daha hafif hava araçları ve daha sağlam ve esnek malzemeler tasarlanabileceğini belirtiyor. Başka bir teknoloji harikası olan üç boyutlu yazıcılar sayesinde de tasarlanan bu malzemelerin kolayca üretilebileceği vurgulanıyor. Balmumundan kanat yaparak uçan İkarus efsanesinden, Leonardo Da Vinci'nin kuşlardan ve deniz kabuklarından esinlenerek tasarladığı merdivenlere ve uçan makinelere, günümüzde ise "cırt cırt" Velcro bantlardan, sürtünmeyi azaltan profesyonel yüzücü mayolarına, küçük bir kertenkele türü olan gekonun yapışkan pençelerini taklit ederek geliştirilen ameliyat bandajlarına, balinaların yüzgeçleri örnek alınarak üretilen türbin kanatlarına, kuş kanatlarının kavisli yapılarından esinlenilerek geliştirilen uçak kanatlarına kadar çok çeşitli malzeme, biyomimikri sayesinde uzun zamandır bilimin, sanatın ve teknolojinin bir parçası olarak insanlığa hizmet ediyor.

thinkstock

Sağlam ve sert malzemelerde arayüzlerin önemi: Mühendisler tarafından geliştirilen sağlam ve sert yapı malzemeleri çatlakların yönünü saptırarak düz bir çizgide ilerlemelerini önleyecek şekilde tasarlanıyor. Doğada gözlemlenen doğal sistemler ise bu sonuca ulaşmak için farklı taktikler kullanıyor. Örneğin kırılgan minerallerin içinde esnek kolajen lifi proteinlerinin bulunması ya da sistemlerin arasında doğal arayüzlerin oluşması gibi. Örneğin nanoölçekte bakıldığında deniz kabuklarının yapısının gerçekten çok sağlam olduğunu görüyoruz. Bu konuda çalışmalarını sürdüren uzmanlar özellikle deniz kulağı istiridyesinin içini kaplayan ve incinin ham maddesi olan sedefin, kabuğun içinde adeta tuğla dizilişi şeklinde yapılandığını ve bu nedenle kabuğun bu derece güçlü olduğunu belirtiyor. Bu diziliş, oluşan çatlakların derinlemesine ilerlemesine engel olarak kabuğun sağlamlığını artırıyor. Deniz kabuğunun % 95'ini kalsiyum karbonat kristalleri oluşturuyor. Kabukların yapısını oluşturan diğer % 5'lik kısım ise yaklaşık 30 farklı proteinden oluşan organik malzeme. İşte bu proteinler tıpkı demir plakalar ve sütunlar gibi, kalsiyum karbonat kristallerinden oluşmuş sedef "tuğlaları" bir arada tutuyor ve kabuğun sert ve sağlam kalmasını sağlıyor. Yapılan çalışmalar tuğla dizilişindeki bu yapının doğal olarak pürüzlü ve dalgalı bir yüzeye sahip olduğunu da gösteriyor. Dışarıdan bir zorlanma olduğunda "tuğlalar" birbirlerine doğru kayarak kenetleniyor ve zorlanma sırasında oluşan enerjiyi daha geniş bir alana yayıyorlar. Yani bu pürüzlü ve birbirine kenetlenebilen dalgalı yapı, hassas dış tabakanın bükülmeye ve esnemeye karşı daha dayanıklı olmasını sağlıyor. Kabuğun dış kısmında meydana gelen çatlaklar ve zararlar bu nedenle iç kısma zarar veremiyor. Deniz kabuğunun kalsiyum karbonat kristali içerikli sedef yapısı taklit edilerek elde edilen, nanoölçekli kompozit yapı malzemeleri özellikle uzay çalışmalarında, hafif fakat sağlam uçak zırhlarının yapımında, ulaştırma sanayisinde ve düşük ağırlıklı yani hafif köprülerin inşasında kullanılıyor.

Köpük benzeri hafif ve sağlam yapılar: Hayvanlarda (örneğin kuşlarda tüyler ve gaga, kirpilerde oklar) uçmak dâhil her türlü hareket ile uyumlu, hafif ama bir o kadar da sağlam yapılar bulunur. Bu yapılar hafif olmalarına rağmen kolayca eğilip bükülmez. Bunların birçoğu boru ya da tüp şeklinde yapılardır. Borumsu yapıların çapları belli bir uzunluğa ulaştığında eğilip kırılma riski de artıyor. Ancak bu tüplerin içleri strafor köpük benzeri bir maddeyle kaplı ve bu da hayvanlardaki yapıların sağlamlığını artırıyor. Örneğin Güney Amerika yağmur ormanlarında yaşayan tukanın gagasının köpük benzeri yapısı incelendiğinde, dış tabakanın tırnak, saç ve boynuzun ana maddesi olan keratin proteininden, aradaki tabakanın ise liflerden ve ince zarlardan oluştuğu görülmüş. Keratinler dış tabakada gaganın sağlamlığını artıracak şekilde dizilmiş. Tukanın gagasındaki doğal biyokompozitin yapısı taklit edilerek çok hafif ama dayanıklı uçak ve araba modelleri tasarlanabiliyor.

thinkstock



Dayanıklı malzemelerde biyopolimerlerin önemi: Kolajen gibi biyopolimerler, dayanıklı doğal malzemelerin temelini oluşturur. Düşük basınç ya da baskı seviyelerinde moleküller kırılmadan esneyip bükülebilir. Basıncın daha düşük olduğu koşullarda ise polimerin kendisi esneyerek doğal yapının kırılmasını engeller. Bu tür biyopolimerler çok sert minerallerde bulunur. Örneğin doğal bir biyopolimer olan örümcek ipeği saç telinden ince, pamuktan hafif, plastikten esnek ancak çelikten beş kat daha sağlamdır.

Örümcek ipeğini bu kadar üstün yapan, ipeğin kimyasal yapısında ve üretim merkezinde gizli. Bu ipeğin ham maddesi, sarmal aminoasit zincirlerinden oluşan keratin proteini. Keratinin esnek hidrojen bağlarla bağlanmış aminoasitlerden oluşuyor olması da, bu maddelere hem sağlamlık hem de esneklik kazandırıyor.

Bir malzemenin sağlamlığı ve esnekliği, endüstride kullanım şansını da artırıyor. Örümcek ipeğinden süper dayanıklı tekstil ürünleri, gerektiği kadar esneyebilen emniyet kemerleri, hassas ameliyatlarda kullanılabilecek biyobozunur, iz bırakmayan ve alerji yapmayan ameliyat iplikleri, hafif, esnek ve kurşungeçirmez zırhlar, çelik yelekler, miğferler, farklı sıcaklıklara ve koşullara dayanabilen paraşütler, gemileri bağlamak için hafif halatlar, optik ve elektromekanik kablolar, doku uyumlu yapay tendonlar ve bağlar, uçak ve gemi sanayisi için dış yapı malzemelerinin üretilmesi planlanıyor.

Biyomimikri alanında çalışan uzmanlar doğada gördükleri model ve ölçüleri örnek alarak her geçen gün biraz daha hız kazandırdıkları çalışmalarıyla, özellikle endüstri alanında doğadaki gibi ham maddeler ve ekonomik sistemler geliştirmeye devam ediyorlar.

Kaynaklar
- http://www.eurekalert.org/pub_releases/2013-02/uoc--tla021313.php
- http://en.wikipedia.org/wiki/Biomimicry
- http://www.biomimicryguild.com/guild_biomimicry.html

thinkstock