

Biyolojik malzemeler teknolojiye ışık tutuyor

Devir biyotaklit devri!

Biyolojik malzemelerin yapısal sırları çözülüyor. Devir biyo-esinli malzemeler devri! “Yeni kuşak” fiber optik kablolar, uzay seramikleri, manyetik bellekler ve çok daha fazlası, doğayı kopya ediyor...



Endüstri alanında gerçekleşmesini düşlediğimiz birçok şey, zaten doğada var... Bunlar, ABD'nin ünlü iletişim şirketi Lucent Technologies'den biyo-taklit uzmanı Joanna Aizenberg'in sözleri. Ağaç gövdesinden kirpi dikenine kadar tüm biyolojik malzemeler, üstün bir tasarımı yansıtıyor. Ancak, bu tasarımları fark edebiliyor muyuz, onlardan yeterince yararlanabiliyor muyuz?

Bugün, birçok bilim insanı, biyo-taklit malzemeler yapmak için doğaya yöneliyor. Çünkü biyolojik malzemeler, insan yapımı malzemelerden farklı. Yenilenen, geri dönüşümlü, koşullara göre değişen “akıllı malzemeleri”; büküldüğü halde kırılmayan, darbe almasına rağmen çatlamayan; hem esnek hem de dayanıklı olan maddeleri; karmaşık, çok işlevli kompozitleri doğada gözlemlemek mümkün. Şimdi, bu yapıların bazılarını göz atalım ve insan aklına nasıl önderlik yaptıklarını görelim.

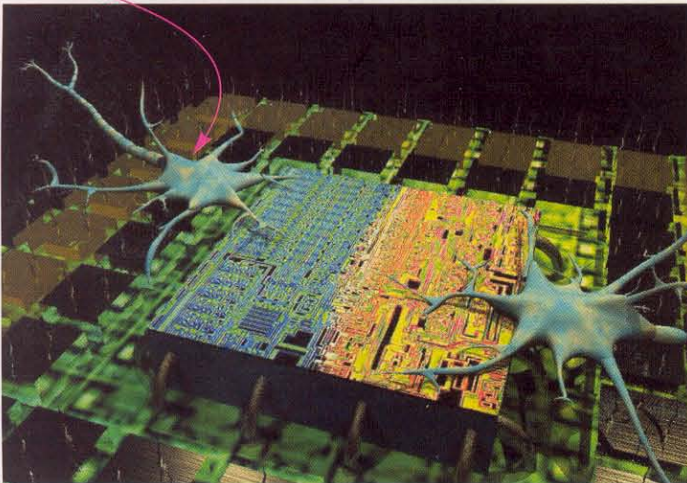
Sümüklüböcekten bilgisayara...

Sümüklüböceğin salgısı, oldukça karmaşık ve çok işlevli bir malzeme.

Hayvanın sıkışık mekânlarda, orman tabanında, hatta bir jiletin üstünde bile rahatça ilerlemesini, dik yüzeylere yapışmasını, ağaç dallarından sarkmasını sağlıyor. Ayrıca, kurak yaz günlerinde su kaybetmesini önüyor ve enfeksiyonlara karşı koruyor.

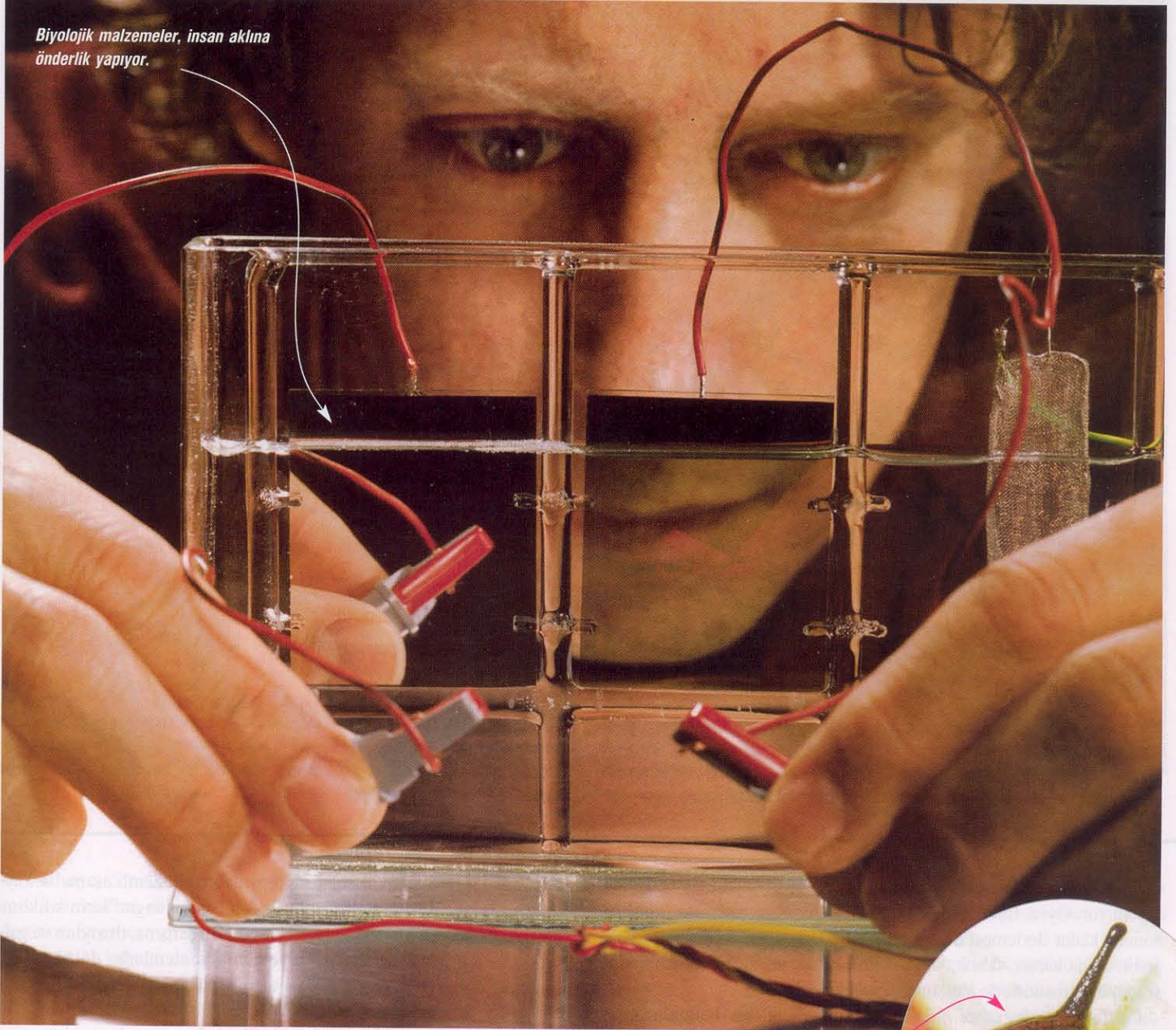
Sümüklüböcek bu kadar çok sıvıyı bedeninde nasıl barındırıyor? İşin sırrı şu: Sümük, kuru tanecikler şeklinde hayvanın bedeninde paketleniyor. Zamanı geldiğinde, yani suyla çevrelendiğinde “paket”ler açılıyor, taneciklerin suyla teması sağlanıyor. 1993'te Washington Üniversitesi'nden Christopher Viney ve Pedro Verdugo, bu salgının, üstün özellikli polimerik bir malzeme olduğunu ortaya koydular. Hem bu öylesine şaşırtıcı bir malzemeydi ki, salgılandığında son derece hızlı bir biçimde hacminin 100 katına kadar su çekiyordu!

Yakın bir geçmişte Viney, sümüğün ilginç özelliklerinden birini daha keşfetti. Sümük, yönsel özellikleri olan sıvı kristallerden oluşan bir tabaka içeriyor. Hareket halindeki hayvan, arkasında bıraktığı izde, hangi yöne gittiği bilgisini de bırakıyor. Viney, sümüğün bu özelliğine ilişkin bulguların, gelecekte bilgisayar yapımında manyetik



Yeni nesil kimyasal bilgisayarlarla, daha fazla verinin daha hızlı aktarılması amaçlanıyor.

Biyolojik malzemeler, insan aklına önderlik yapıyor.



Sümüklüböceğin salgısındaki kimyasal kodlar, daha fazla bilgi depolayan bilgisayarın yapımında model oluşturabilir.

parçacıklar yerine kimyasal maddelerin kullanılmasını sağlayarak, daha hızlı bilgisayarları mümkün kılacağına düşünüyor.

Eksi 60 santigrat derecede donmayan su!

Kutupların dondurucu sularında yaşayan balıklar, kanlarında bulunan antifriz glikoproteinler (AFGP) sayesinde -1,8 dereceye varan sıcaklıklarda donmuyor (içeriğindeki tuzdan dolayı deniz suyunun donma noktası -1,9 derece). California Üniversitesi'nde bu proteinleri mercek altına alan Nelly Tsvetkova ve ekibi, akıllara durgunluk veren bazı gerçeklerle karşılaştılar. AFGP'ler, - 60 derecede bile donmamış su ile çevreniyor, ayrıca sürekli olarak yer ve şekil değiştiriyor!

Antifriz glikoproteinlerin, buz kristallerinin oluşmasını önledikleri biliniyor, ama bunu nasıl yaptıkları henüz tam olarak anlaşılmiyor. Bilim insanları, canlılarda güvenle kullanılacak, bol miktarda üretilecek, düşük maliyetli bir antifriz geliştirebilmek amacıyla AFGP'leri incelemeyi sürdürüyor. Tarımsal ürünleri donmaya karşı koruyacak, organ ve dokuların daha uzun süre saklanmasını sağlayacak antifrizleri

kullanacağımız günler yakın gibi...

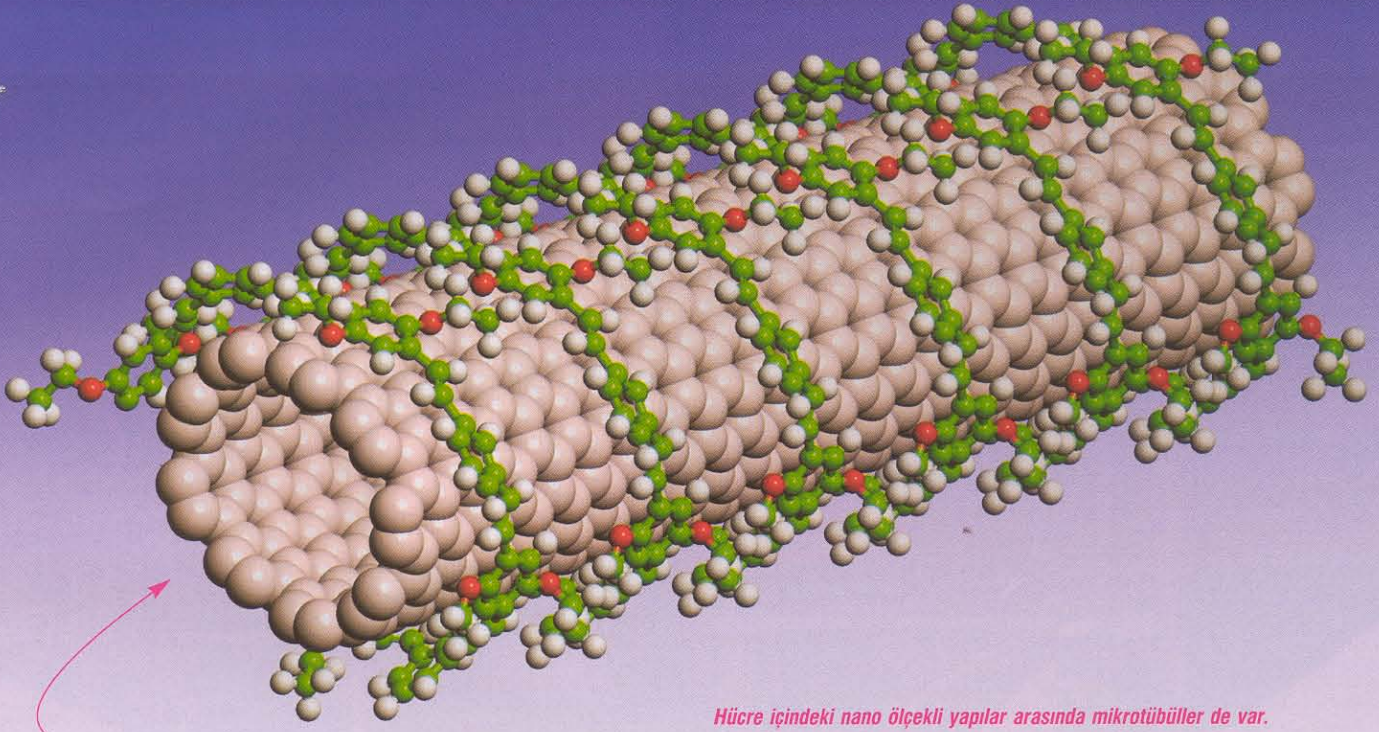
Optik dikenler

Güney Kutbu'nda, okyanusun 100-200 metre derinlerinde, yaklaşık 600 milyon yıldır olduğu gibi bugün de bir tür optik imalat yapılıyor. Deniz süngeri *Rossella racovitzae*, soğuk okyanus suyundan camın ana maddesi olan silikon dioksiti süzerek ince, camı dikenler üretiyor. Bir başka deyişle, bunlar doğanın "optik kabloları"!

Bugün, ileri teknolojiyle üretilen fiber optik kablolar, ışığın kablo içinde yansımaları sayesinde veri iletiminde kullanılıyor. Saç teli kalınlığındaki ince cam tellerden oluşan bu kablolar, süngerler tarafından milyonlarca yıldır üretiliyor. Üstelik farklı ve daha üstün bir tasarımla!

Mükemmel ışık toplayabilme yeteneğine sahip *Rossella racovitzae*'nin optik dikenini inceleyen bilim insanları, bileşiminin fabrika ürünü fiber optik kablodan çok farklı olduğunu gördüler. Süngerin dikenini bükül-





Hücre içindeki nano ölçekli yapılar arasında mikrotübüller de var. Hızlı bir biçimde birleşip ayrılan mikrotübüllerin işlevlerinden biri de, hücre içi ulaşımı sağlamak.

Nanoteknoloji yeni bir şey değil ki!

Adını gün geçtikçe daha çok duymaya başladığımız nanoteknoloji, uzay araçlarından ev aletlerine varıncaya dek, pek çok alanda devrim niteliğinde sıçramalar vaat ediyor. 1-100 nanometre ölçekli yapılarla çalışan nanoteknoloji mühendisleri, yepyeni özelliklere sahip malzemeler üretmeyi hedefliyorlar. Henry Fo-

untain, yakın bir geçmişte, New York Times'ta çıkan makalesinde, "Nano popüler olmadan önce, doğa nanoydu" demişti. Nano devrimi yeni, ama nanoteknoloji değil. İçindeki karmaşık, nano ölçekli yapılarla tek başına bir hücre bile bu gerçeği göstermeye yetebiliyor.

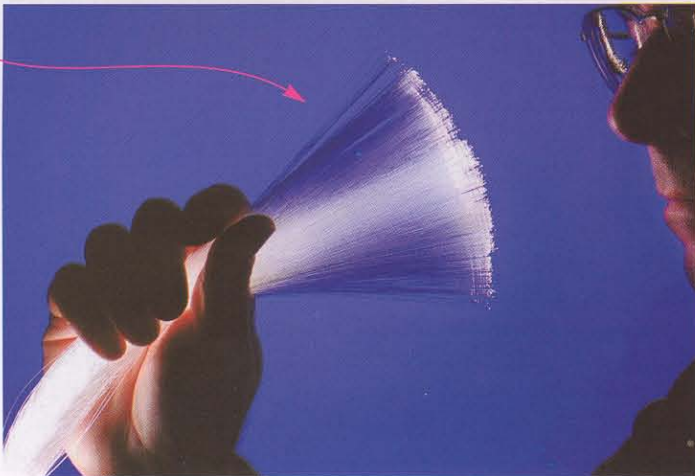
düğünde oluşacak bir çatlak, katmanlı özel yapısı sayesinde fazla ilerleyemiyor. Oysa, fiber optik kablunun bir yerinden çatlaması, çatlağın sonuna kadar ilerlemesi demek. Rossella racovitzae su ortamında yaşıyor. Buna karşın, fabrika ürünü optik kablunun sudan etkilenmemesi için özel maddelerle kaplanması gerekiyor!

California Üniversitesi'nden Dan Morse, yaklaşık 10 yıldır okyanus organizmalarının oluşumunu nano ölçekte (1 nanometre, metrenin milyarda biri) inceleyen bir bilim insanı. Kısa süre önce, ekibiyle bir-

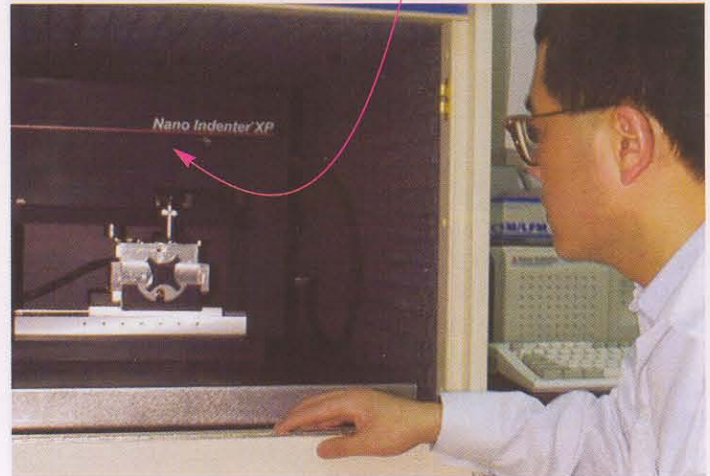
likte süngerlerin cam dikenlerini kopyalamada önemli aşamalar kaydeden Morse, Hexactinellida sınıfından "cam sünger"lerin silikonu nasıl sentezlediklerini anlamaya çalışıyor. Bu çalışma, titanyum ve galyum gibi değerli malzemeleri, biyoteknik yöntemlerle, düşük sıcaklıklarda ve nano ölçekte sentezlenmenin yollarını gösterebilir.

Yüksek performanslı biyo-seramikler

Seramik üretimi, yüksek sıcaklık ve çok fazla enerji gerektiriyor. Oy-



Fiber optik kabloların benzerleri, milyonlarca yıldır süngerler tarafından üretiliyor.



Nanoteknoloji mühendisleri, çalışmalarında biyolojik malzemeleri örnek alıyor.



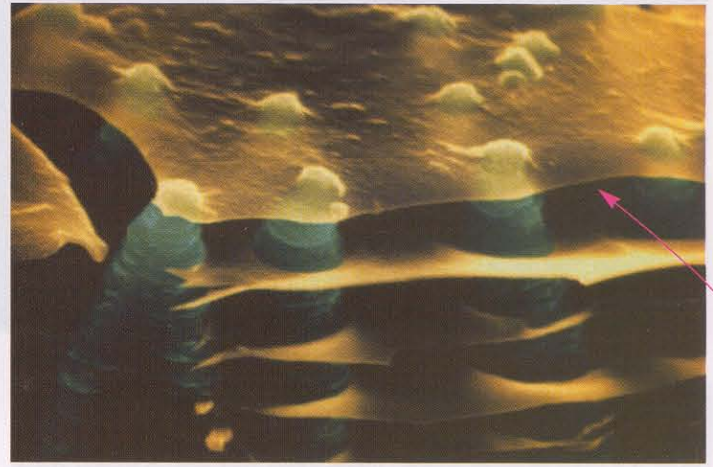
Strombus gigas, kaliteli seramik yapımı için mükemmel bir model oluşturuyor.



Denizkulağının doğal zırhı o kadar güçlü ki üzerinden araba geçse kırılmıyor!



Lucent Technologies'den Joanna Aizenberg (sağda), biyo-taklidin sırlarının peşinde.



Elektron mikroskobu altında denizkulağı kabuğu bir duvar görüntüsü veriyor.

sa, istiridye, denizkeşanesi gibi deniz canlıları, karmaşık biyo-seramik kabuklarını, dikenlerini doğal koşullarda, düşük sıcaklıklarda üretiyor. Şaşırtıcı yapısıyla bilimin ilgi odağı olan denizkulağının zarif ve parlak kabuğu da böyle bir ortamda imal ediliyor.

Bu kabuk, çok farklı özellikteki malzemelerin uyum içindeki birlikteliğini gösteren güzel bir örnek: Proteinle tebeşir yapımında kullanılan ve son derece kırılabilir olan kalsiyum karbonat kristallerinden oluşuyor. Büyük bölümünü oluşturan mineral kristallerinin kırılabilir yapısı-

na rağmen o kadar sağlam ki, üstünden kamyon geçse kırılmıyor. Denizkulağının yapıtaşı, tek bir kalsiyum karbonat kristalinden yaklaşık 3.000 kat daha dayanıklı!

Denizkulağı kabuğu elektron mikroskobuyla büyütüldüğünde, kalsiyum karbonat tuğlalarıyla örülmüş, proteinle sıvanmış bir duvar görüntüsü veriyor. Çatlakların ilerlemesini önleyen katmanlı yapısı, insan yapısı seramikten daha sağlam olmasında etkili. California Üniversitesi araştırmacılarının açığa çıkardığı bir özelliği de, mineral



California Üniversitesi'nde yapılan denizkulağı araştırmaları sürüyor.



Uzmanlar, dayanıklı ve yüksek performanslı seramiklerin üretimini amaçlıyor.

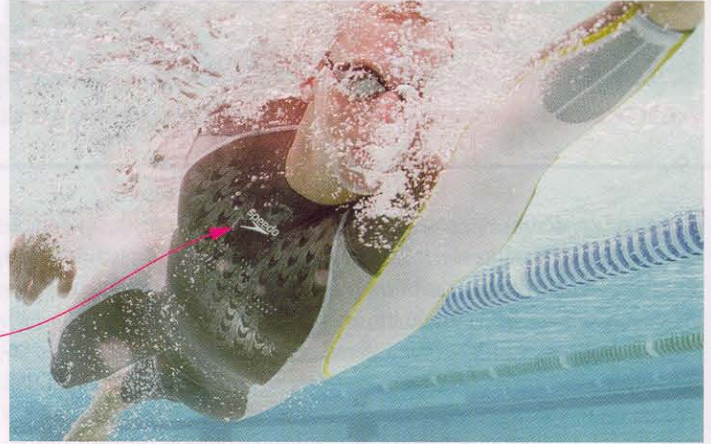


Biyo-esinli ünlü markalar

George Mestral, köpeğinin tüylerine takılan tohum kabuklarını mikroskop altında incelediğinde, yüzlerce minik kancayla donandıklarını görmüştü. Bu sistemi tekstil alanına taşımak için Fransız tekstil uzmanlarına gitti. Sonunda, bir dokumacı, benzer bir sistemle, bastırıldığında birbirine yapışan pamuk bantlar üretti. Ardından 1952'de Velcro şirketi bu buluşun patentini aldı. Bugün Velcro, cırt cırtlı bant üretiminde dünya lideri!

Köpekbalığının derisindeki V biçimindeki sert çıkıntılar, sürtünmeyi azaltarak balığın hızlı yüzmesini sağlıyor. Speedo, bundan esinlenerek özel mayolar geliştirdi. Görünüşe göre, bu mayolar işe yarıyor. Sydney Olimpiyatları'nda 33 altın madalyadan 27'sini, bu mayoları giyen yüzücüler kazandı!

Nilüfer çiçeği, çivi yatağını andıran pürüzlü yüzeyi sayesinde temiz kalıyor. Avrupa'da satılan Lotusan adındaki dış cephe kaplaması, bu yapıdan esinlenerek üretildi. Üstelik, 5 yıl boyunca kendini temiz tutacağı garantisıyla satılıyor!



kristalleri birbirine bağlayan proteinlerin, darbe sonucu oluşan şok dalgalarını sönmüleme kapasitesi olması. Aslında, bu proteinlere bir tür biyolojik lastik denebilir. Lastik gibi gerilerek kırılmayı önüyor, sonra da ilk durumlarına dönüyorlar.

Strombus gigas'ı inceleyen Case Western Reserve Üniversitesi araştırmacıları ise, bu hayvanın biyo-seramik kabuğunun da benzer şekilde yapılandırılmış olduğunu gözlemlediler. Uzmanlar, bu kabukların uzay aracından bilgisayara kadar pek çok üründe kullanılacak hafif, dayanıklı ve yüksek performanslı seramiklerin yapımı için mükemmel bir model oluşturacağı kanısındalar.

Süper yapıştırıcının sırrı

Kayaya yapışmış bir midyeye yakından bakarsak, midyeden dışarıya doğru uzanan, her birinin ucunda bir damla yapışkan bulunan birçok iplikçik görürüz. Acaba, dalgalara rağmen tutunduğu yerden kopmayan, gemilere, cama, hatta teflona bile yapışan midyenin "yapışma

gücü" nereden kaynaklanıyor?

Geçen yıl, Purdue Üniversitesi'nden araştırmacılar, yapışkanın sırrını çözdüklerini açıkladılar. Kimyasal analizlerde, yapışkanda yüksek oranda demir bulundu. Midyenin deniz suyundan süzdüğü demir, proteinleri bağlamada kullanılıyor, ortaya çok güçlü bir malzeme çıkıyordu.

Bu keşif, "sıradan" görünebilir ama değil. ABD Ulusal Bilim Kurumu (NSF), araştırmaya önderlik yapan Jonathan Wilker'ı, çalışmasından dolayı ödüllendirdi. Araştırma, metal iyonların, polimer zincirleri çapraz bağlayarak malzemeleri güçlendirme potansiyeli olduğunu gösteriyor. Midyenin yapışkanında kullanılan tekniğin, "süper yapıştırıcı"ların yapımına esin vermesi bekleniyor.

Çelikten güçlü, naylondan esnek

Örümceğin ipeği, yıllardır bilim insanlarının aklını karıştırıp duruyor. Malzeme olarak o kadar cazip ki, birçokları, yıllardan beri yapısını ve

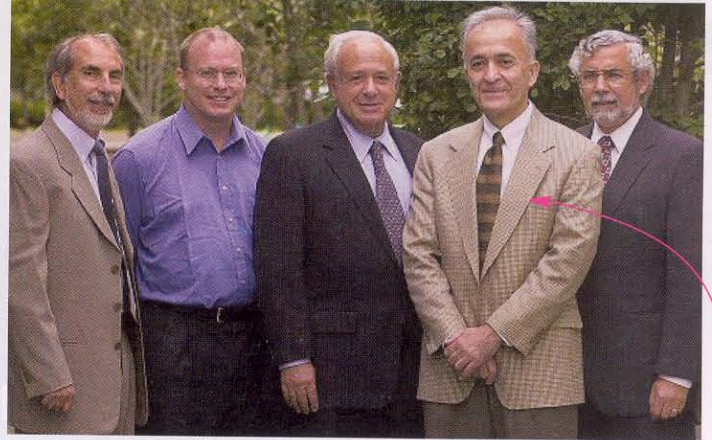
Süper güçlü lifler

Bilim insanları, örümceğin ipeğini ve bu ipeğin nasıl üretildiğini kapsamlı olarak araştırıyor. Genetik araştırmalar, ipeği oluşturan protein molekülü fibroinin birbirinden çok farklı iki bileşeni olduğunu gösteriyor: moleküller arası bağlantıları oluşturan mikrokristaller ve malzemeye esneklik sağlayan şekilsiz makarna benzeri yapılar.

Bir gün, çok miktarda örümcek ipeği elde etmenin yolu bulunursa, kurşun geçirmez yelekten ameliyat ipliğine, emniyet kemerinden giysilere varıncaya dek pek çok eşyanın yapımında süper güçlü lifler kullanılabilir!



Midye, son derece güçlü yapışkanıyla gemilere, cama, hatta teflona bile tutunabiliyor.



nasıl üretildiğini anlamaya çalışıyor, taklit etmenin yollarını arıyor. İncecik bir ipliği bu kadar değerli yapan ne?

Münih Teknik Üniversitesi'nden Thomas Scheibel'e göre, 34.000'den fazla bilinen örümcek türü var. Hepsisi de, değişik amaçlara hizmet eden, farklı mekanik özelliklerde, üstün tasarımlı ipeklere sahip. Bilimin en çok ilgisini çeken ise, örümcek ağının radyal ipliklerini oluşturan ipek. Bu tür, kurşun geçirmez yeleklerin yapımında kullanılan Kevlar'dan sağlam; aynı kalınlıktaki çelik bir telden ise beş kat daha dirençli. Dayanıklılığı ile dikkat çeken bu ipek, uzunluğunun en az yüzde 30'u kadar esneyebiliyor (avı sarmada kullanılan, yapışkan ipeğe uzunluğunun yaklaşık üç katı kadar esiyor!).

Üç ay kadar önce yapılan bir açıklamaya göre, İsrail'de bulunan Hebrew Üniversitesi'nden ve Almanya'dan bilim insanlarının oluşturduğu bir ekip, bir ilke imza attı. Bilim insanları ipek liflerinin, örümceğin bedeninin dışında, böcek hücrelerinin içinde oluşmasını sağladılar. Bu lifler orijinal ipeğin aynısı olmasa da, kimyasal direnç özellikleri ben-

zer. Araştırmacılar, gelecekte, çok miktarda lif üretimini sağlayacak koşulları oluşturabilmeyi umuyorlar.

Bir Türk'ün yönettiği "NASA kurumu"

Örnekleri saymakla bitmez. Birkaç örnek bile, bu yapıların çok ileri teknolojik gelişmelere kapı araladığını göstermeye yetiyor. Bu gerçeğin farkında olan çok sayıda bilim insanı var. NASA da, 2002'de kurduğu Biyo-esinli Malzemeler Kurumu (BIMat) ile doğadaki tasarımları ne denli önemsedığını gösterdi. Bir Türk'ün, Princeton Üniversitesi'nden Prof. Dr. İlhan Aksay'ın yönetimindeki kurum, biyolojik malzemelerin yapısal özelliklerini taklit ederek, uzay araçlarında kullanılacak yeni nesil malzeme üretimini hedefliyor. Bu çalışmalar, NASA ile sınırlı kalmayacak. Araştırmacılar, buluşlarını iş dünyasıyla paylaşmak niyetinde. Biyo-esinli malzemelerden yapılmış çok sayıda ürünün satışa sunulacağı günler yakın gibi görünüyor.

Selcen PİRGE - selcenpirge@hotmail.com