



BİYOTAKLİT ÖRNEKLERİ

Mürsel EREN

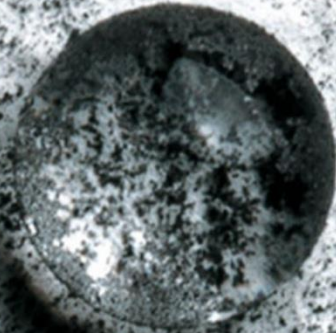
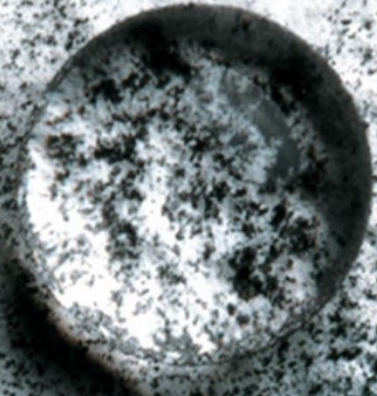
Farklı alanlar için
tasarlanan bazı
biyotaklit
örneklerine göz
atalım.



1) Lotus: Lotus yaprağı üzerinde bulunan minik noktasal kabarcıklar yaprağı konan tozu ayırarak hat halinde dizilmesini sağlar. Yaprığa konan bir damla su bu hatlar üzerinden akarak tüm kirleri temizler.



teknoloji
tasarımcı



Bitkinin bu özelliği araştırmacılara ilham kaynağı olmuş olmalı ki, aynı isimde üretilen Lotusan adlı, 5 yıl kendisini temiz tutacağı garantisi verilen dış cephe malzemesi üretilmiştir.

*teknoloji
tasarimci*



teknoloji
tasarimci

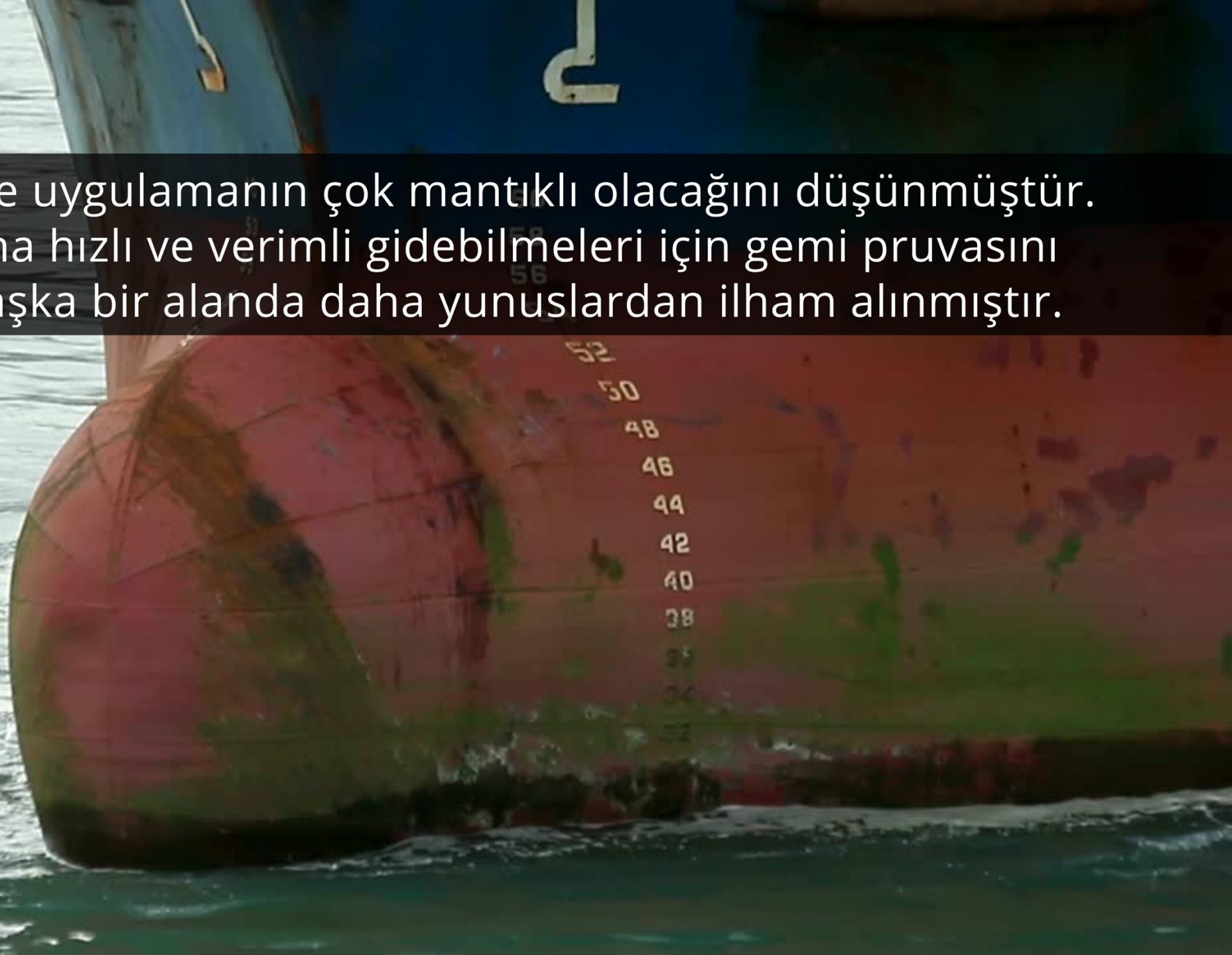


teknoloji
tasarimci



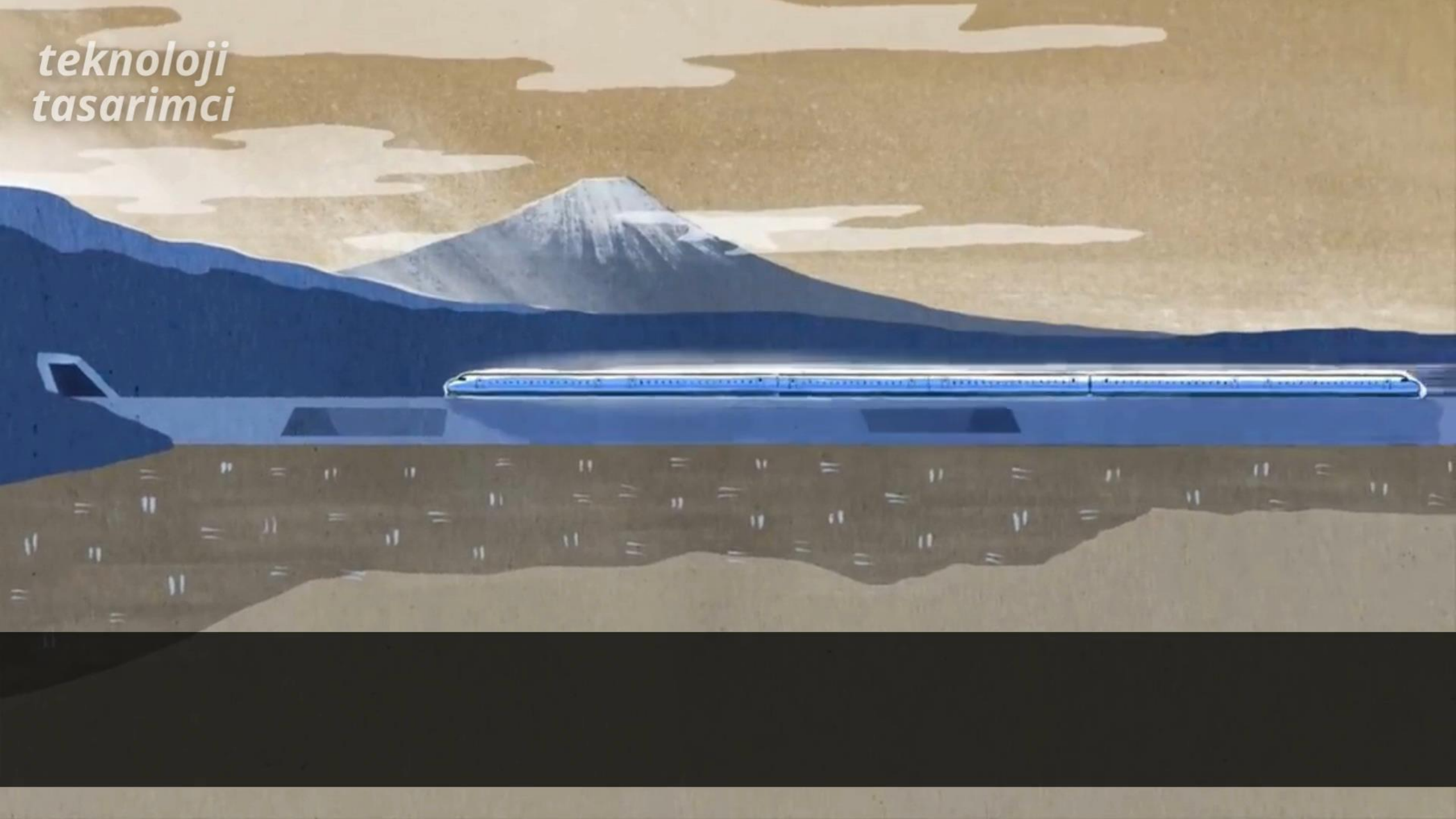
Yunusların ağız ve burun kısmındaki çıkıntısı, suyu kesmede çok büyük bir rol aldığından mühendisler...

...bunu gemilere uygulamanın çok mantıklı olacağını düşünmüştür.
Gemilerin daha hızlı ve verimli gidebilmeleri için gemi pruvasını
geliştirerek başka bir alanda daha yunuslardan ilham alınmıştır.



3) Yalıçapkını: Japonya hızlı trenler konusunda oldukça ileri bir ülke. 1990'ların sonunda saatte yaklaşık 300 km hız yapabilen trenleri kullanıyorlardı.

*teknoloji
tasarimci*



*teknoloji
tasarımcı*



Aslında tüm hikâye Shinkansen 500 trenlerinin başmühendisi **Eiji Nakatsu**'nun kendine “doğada iki farklı ortam arasında çok hızlı ve düzgün bir biçimde hareket edebilen ne var?” sorusunu sormasıyla başladı.

*teknoloji
tasarimci*



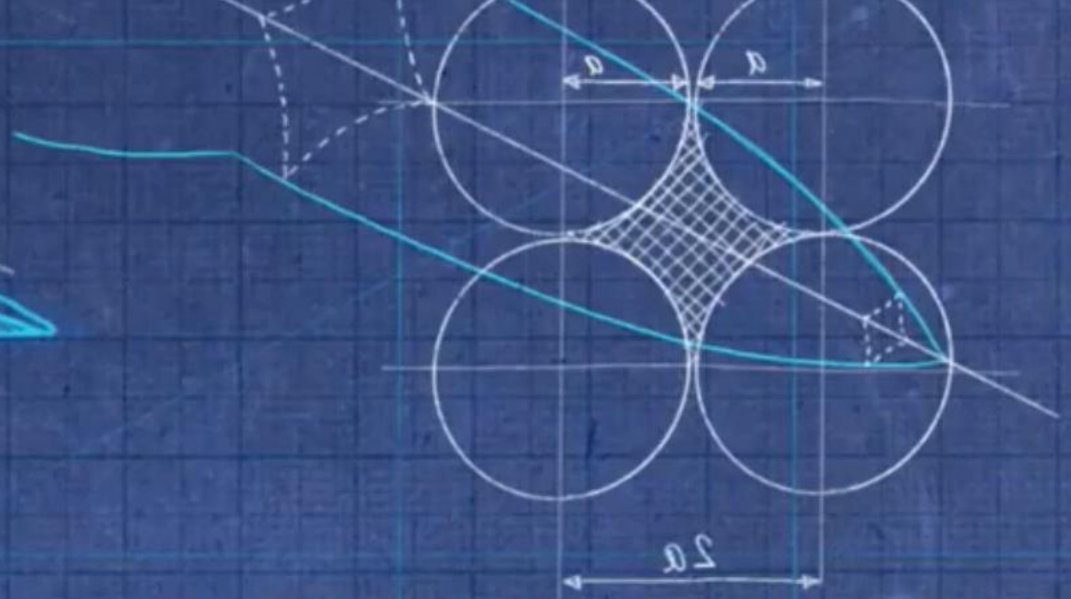
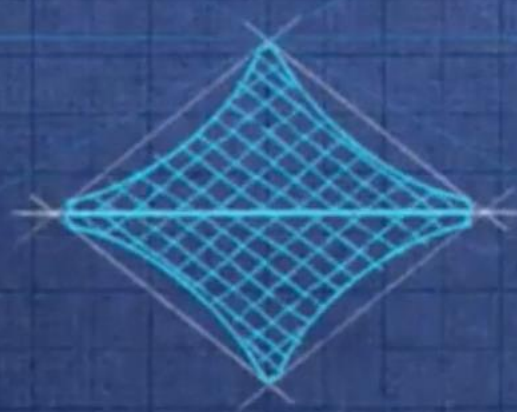
Aynı zamanda bir kuş gözlemcisi olan Nakatsu'nun, çözümünü yalıçapkınında (alcedo atthis) bulması ise çok sürpriz olmadı.

*teknoloji
tasarimci*



Yalıçapkını, avına yaklaşırken baş aşağı çok yüksek hızlara ulaşabiliyor ve bunu avına fark ettirmeden yapabiliyor.

*teknoloji
tasarimci*



*teknoloji
tasarimci*



teknoloji
tasarimci

Ve yeni nesil Shinkansen mermi-trenler üretildi. Yeniden tasarlanan burun, trenlerin sadece tünellerdeki ses sorununu halletmekle kalmadı;





4) Kurbağa: Zehirli kurbağaların dokununca dağılıma geçen zehir mekanizması uçaklarda donma karşıtı sıvının kullanımına ilham veriyor. Böylece gerekli zamanda kullanılacak sıvı ile donma olayları daha aza inebiliyor.



5) Yusufcuk: Yusufcuk yunuslarla birlikte bu listedeki en mükemmel canlılardan biridir. Çünkü yusufcuk böceğinden birçok noktada ilham alınmıştır.

teknoloji
tasarimci



Bir yusufçuğu ilk gördüğümüzde helikoptere ne kadar da benzediğini
fark etmemek pek olası değil...



Uçuş stili ve denge sistemi ile helikopterler tamamen yusufcuktan esinlenilmiş, kuyruk tasarımı ve kütle merkezinin konumu incelenerek üretilmiştir.



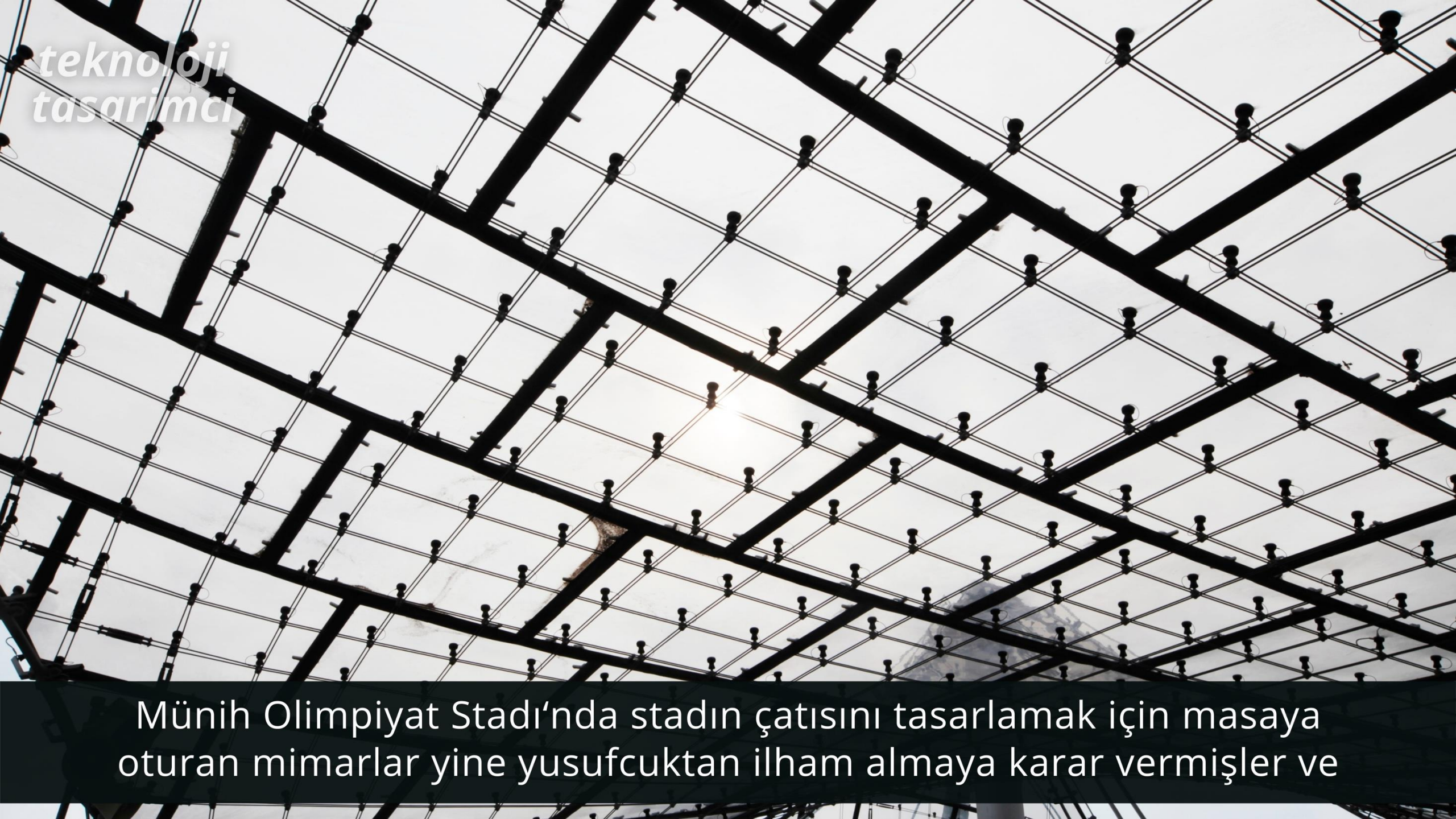
Ayrıca araştırmacılar yusufcuğun kanatlarındaki hücrelerin uçuş yönünde daha yoğun, arka kısımlarda ise daha seyrek olduğunu keşfetmiş....



...yani ön tarafta oluşan ağırlık, kanatın hava akımlarından daha az etkilenmesini sağlıyor. Bundan esinlenen mühendisler ilk uçaklar tasarlanırken bu tekniği kullanmışlar.



...yani ön tarafta oluşan ağırlık, kanatın hava akımlarından daha az etkilenmesini sağlıyor. Bundan esinlenen mühendisler ilk uçaklar tasarlanırken bu tekniği kullanmışlar.



teknoloji
tasarımcı

Münih Olimpiyat Stadı'nda stadın çatısını tasarlamak için masaya oturan mimarlar yine yusufcuktan ilham almaya karar vermişler ve



*teknoloji
tasarım*

yusufcuğun 0,3 mikron kalınlığındaki aşırı ince kanatlarındaki parçalı yapının mükemmel bir dayanıklılık sağladığını görerek ince, dayanıklı ve güneş ışınlarını geçirmesi istenen çatı, bu parçalı yapı örnek alınarak inşa edilmiştir.

6) Pıtrak Otu:

1941 yılında İsviçreli elektrik mühendisi George de Mestral, Alplerde köpeğiyle bir av gezisinden döndükten sonra, köpeğinin tüylerine ve kendi giysisine bazı otların takıldığını gördü.





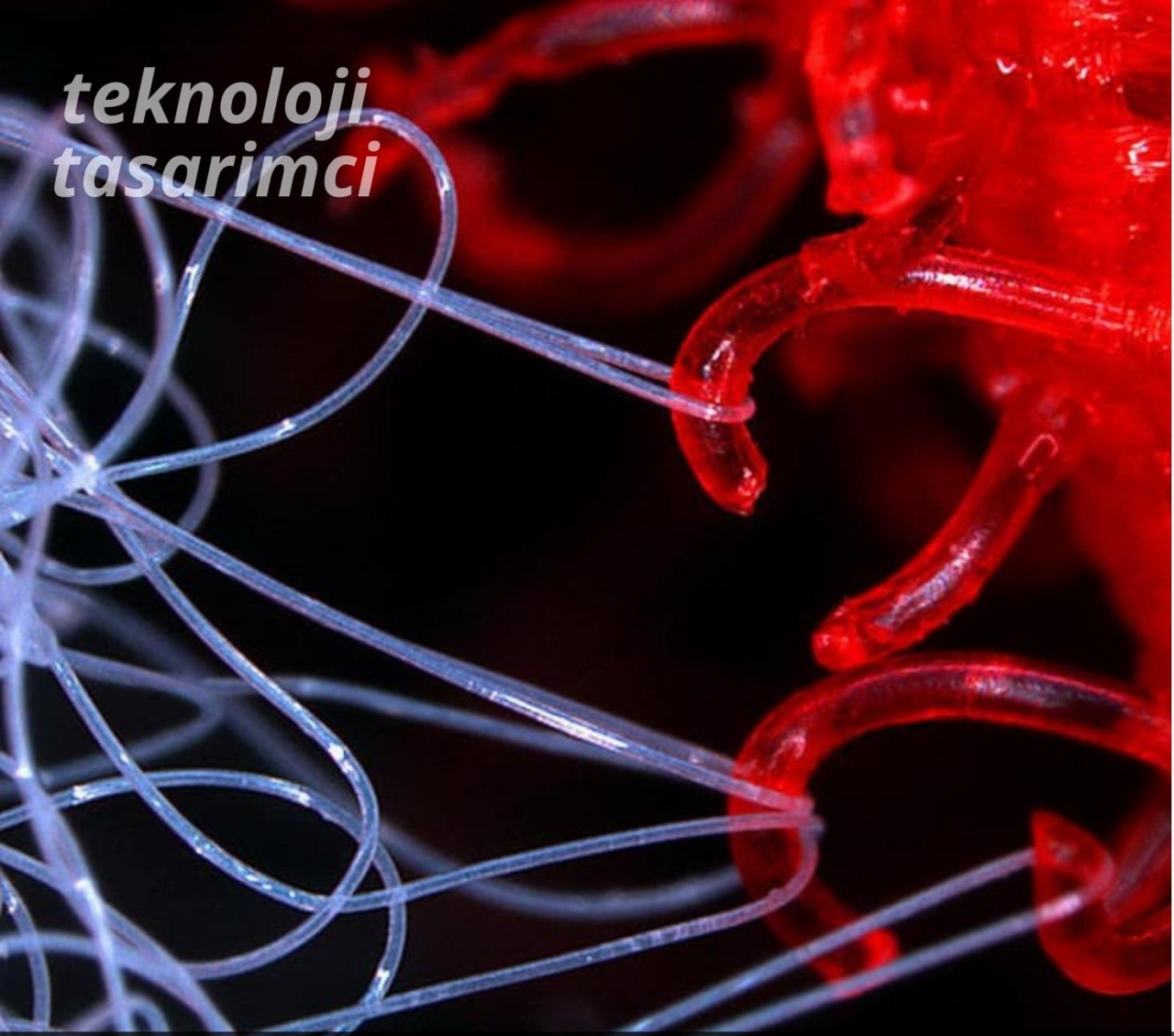
1 cm

George de Mestral, otları çıkardıktan sonra bunun nasıl mümkün olduğunu merak etti. Pıtrak otu olarak bilinen bu otu mikroskop altında inceledi.

teknoloji
tasarimci

Yüzlerce kancanın giysi, hayvan postu ya da kıl gibi döngülü şeylere nasıl yakalandığını fark etti.

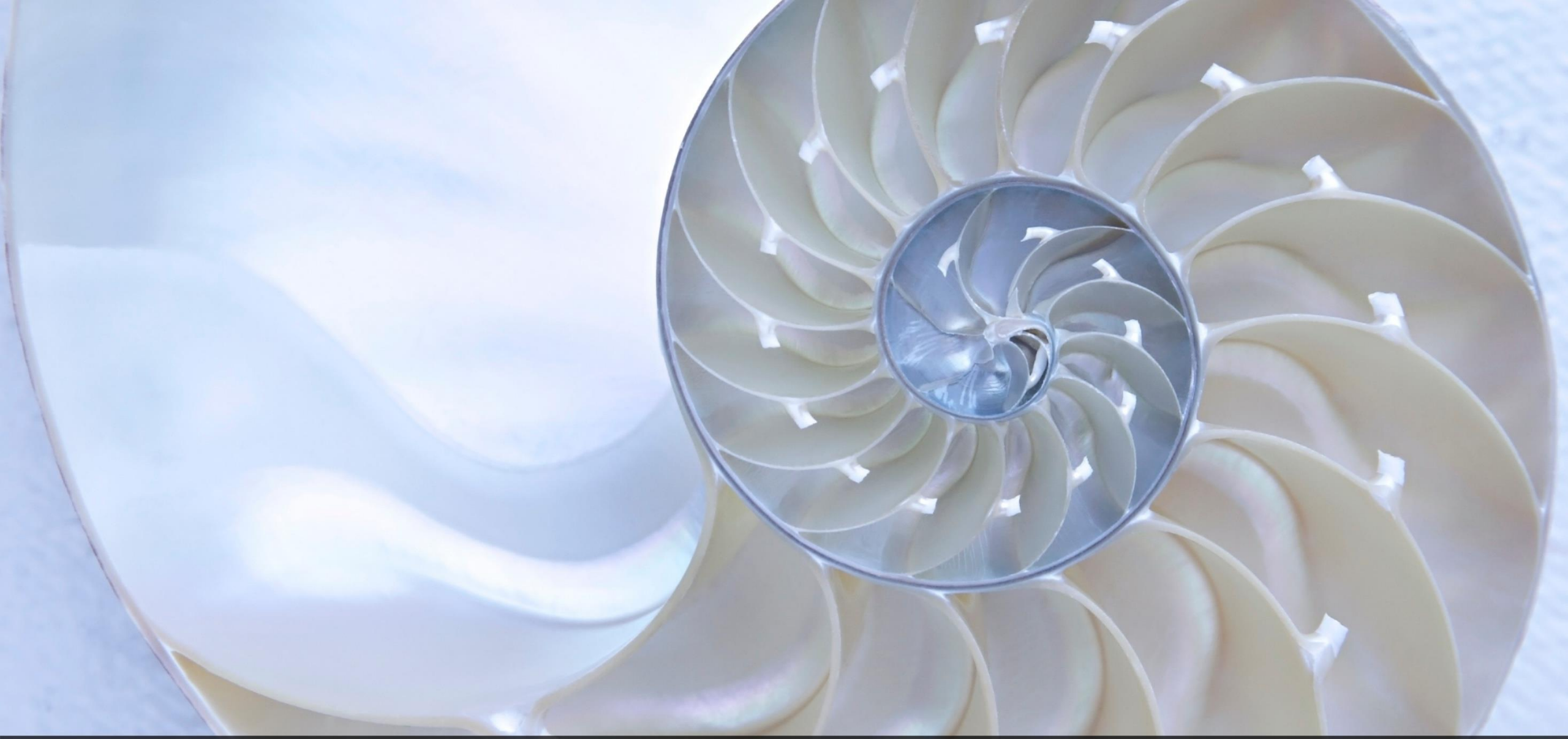
*teknoloji
tasarimci*



Günümüzde giysilerden ayakkabılara, çantalardan astronot kostümlerine kadar her yerde rastladığımız **Velcro bandı**, daha çok bilinen ismiyle **cırt cırt** bitkilerden esinlenerek tasarlanmıştır.



7) Nautilus: Nautilus isimli canlı suyun dibine batmak için vücudundaki odacık şeklindeki hücrelere su doldurur.



Böylece ağırlaşan canlı, suyun dibine alçalır. Yükselmek istediğinde ise içeriden bir gaz salgılayarak bu hücrelerin boşamasını sağlar.



Denizaltıların yapımında bu canlıdan ilham almıştır. Denizaltılar, üst kısımda bulunan hücrelere su doldurarak batarlar. Yükselmek için ise motorlar sayesinde bu suyu dışarı pompalar.



8) Kutup Tavşanı: Kutup tavşanların arka ayaklarının uzun ve yassı olması, karda yürümelerini kolaylaştırır. Araştırmacıların üretmiş olduğu kar ayakkabıları ise aynı bu mantıktan yola çıkarak tasarlanmıştır.



9) Arı: Teleskoplar, gök cisimlerinden gelen ışıkları daha iyi çekebilmek için altıgen şeklindeki aynaları kullanırlar. Bu şekil geniş bir görüş alanı, yüksek kalite ve genel yapının kuvvetli olmasını sağlıyor.

*teknoloji
tasarimci*

Tıpkı peteklerinde olduğu gibi arıların da gözleri altıgenlerden oluşuyor ve incelemelerde arılar ve peteklerinden yararlanılmıştır.

10) Yarasa: Yarasalar řu anda günlük hayatta kullandığımız radar sistemiyle yönlerini bulurlar. Yayıdıkları titreşim dalgaları, önlerine çıkan cisimlere çarpar ve geri döner.

*teknoloji
tasarimci*



Bu şekilde çok kısıtlı bir görme kabiliyetine sahip yarasalar yönlerini kolaylıkla bulabilir.

11) Mürekkep Balığı: Mürekkep balıklarının yanlarında iki açıklık bulunur. Bu açıklıklardan alınan su, kuvvetli kaslardan oluşan esnek bir torbaya alınır.



teknoloji
tasarimci



teknoloji
tasarimci



Bu sistemi mürekkep balıklarından ilham alan jet uçakları ise benzer bir yöntemle çalışırlar.

*teknoloji
tasarimci*

Bir jet motoru bir ucundan havayı emerken diğer ucundan büyük bir hızla dışarı bırakır.

teknoloji
tasarimci

Motorlarının egzozlarından yüksek hızla çıkan hava, özel kanallar aracılığıyla yere doğru püskürtülür. Bu sistemle jet uçakları dikey iniş-kalkış yapabilirler.



12) Gecko Kertenkelesi: Biyotaklit örnekleri arasında en çok ilham alınan canlılardan biri olan Gecko kertenkelesi, üstün yapışma özelliği olan ayakları ile her türlü zeminde yatay yada dikey olarak hareket edebiliyor.

*teknoloji
tasarimci*



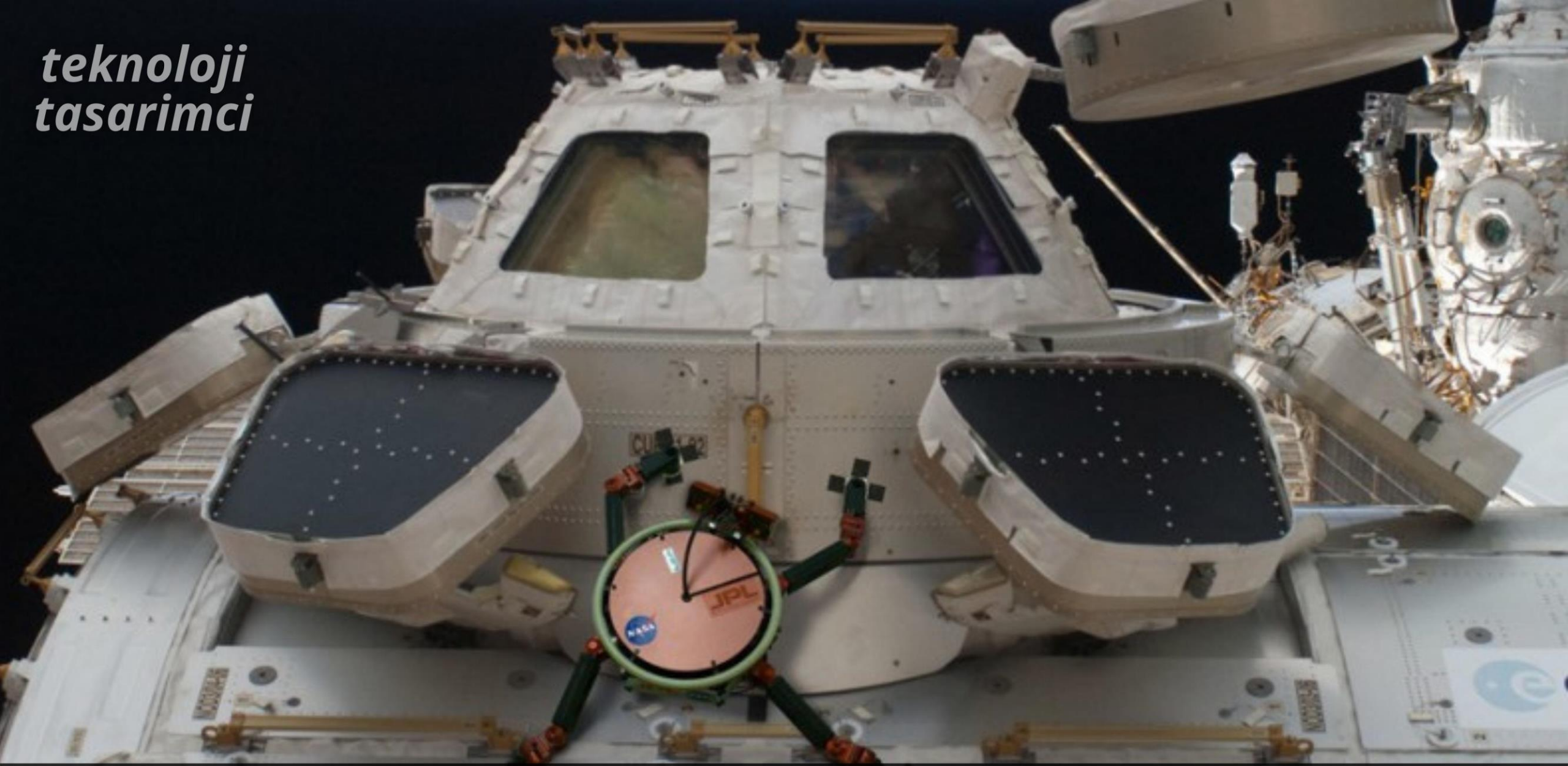
Gecko kertenkelesinin bu özelliğinden ilham alan tasarımcılar ise tırmanmaya daha elverişli ayakkabılar tasarlamışlardır.

teknoloji *tasarimci*

Nasa, yeni robotlarının ayaklarının tasariminda, Gecko kertenkelesinin süper yapıştırıcı ayaklarından ilham alarak uzay istasyonunun dış gövdesindeki onarımlarda ve belki de dünya yörüngesinde olabilecek geniş bir çalışma yelpazesinde kullanılabilmek için...

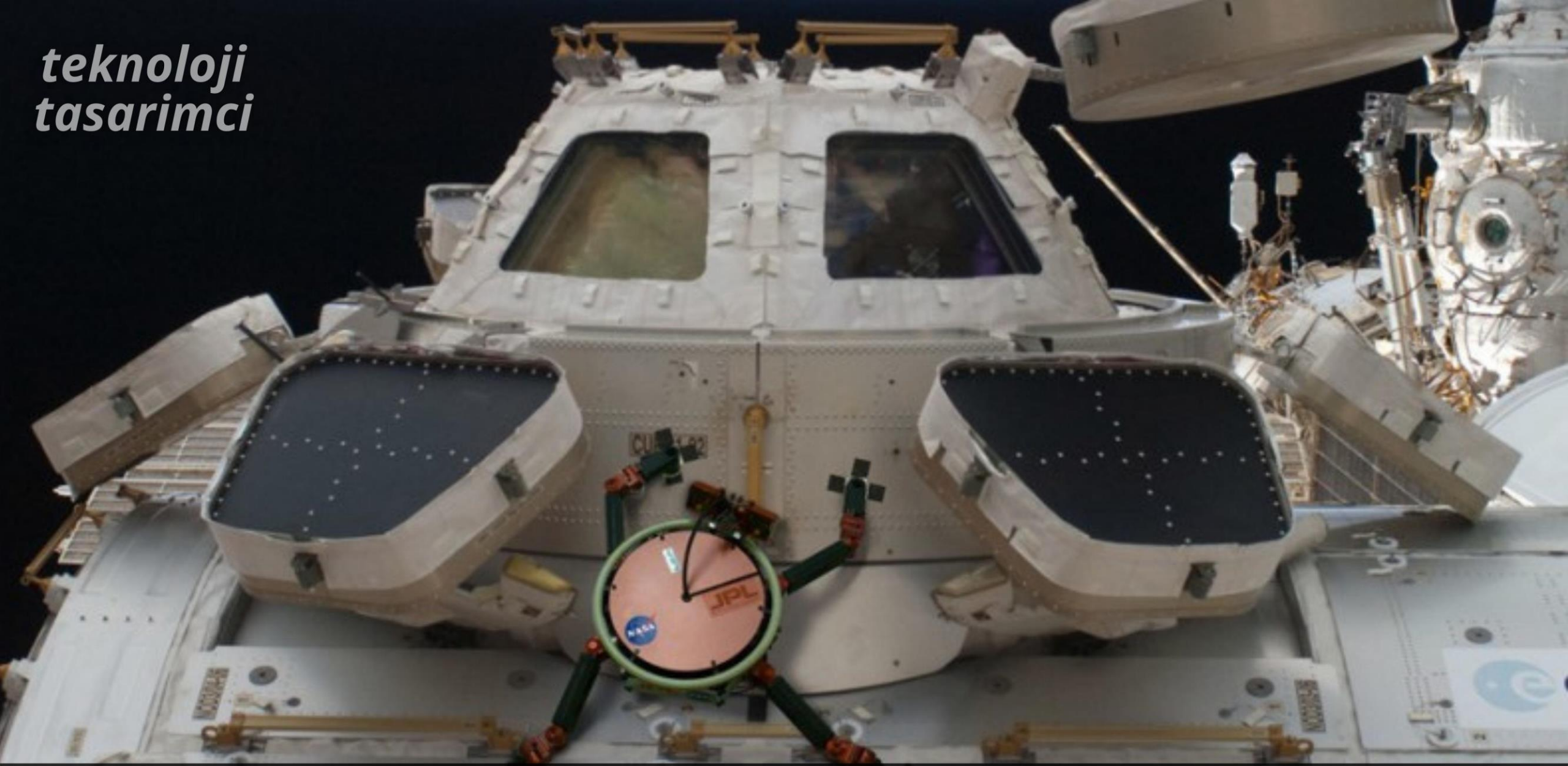


*teknoloji
tasarimci*



“Gecko Gripper” (Kertenkele Tutucu) adını verdikleri bir sistem geliştirdiklerini söyledi.

*teknoloji
tasarimci*



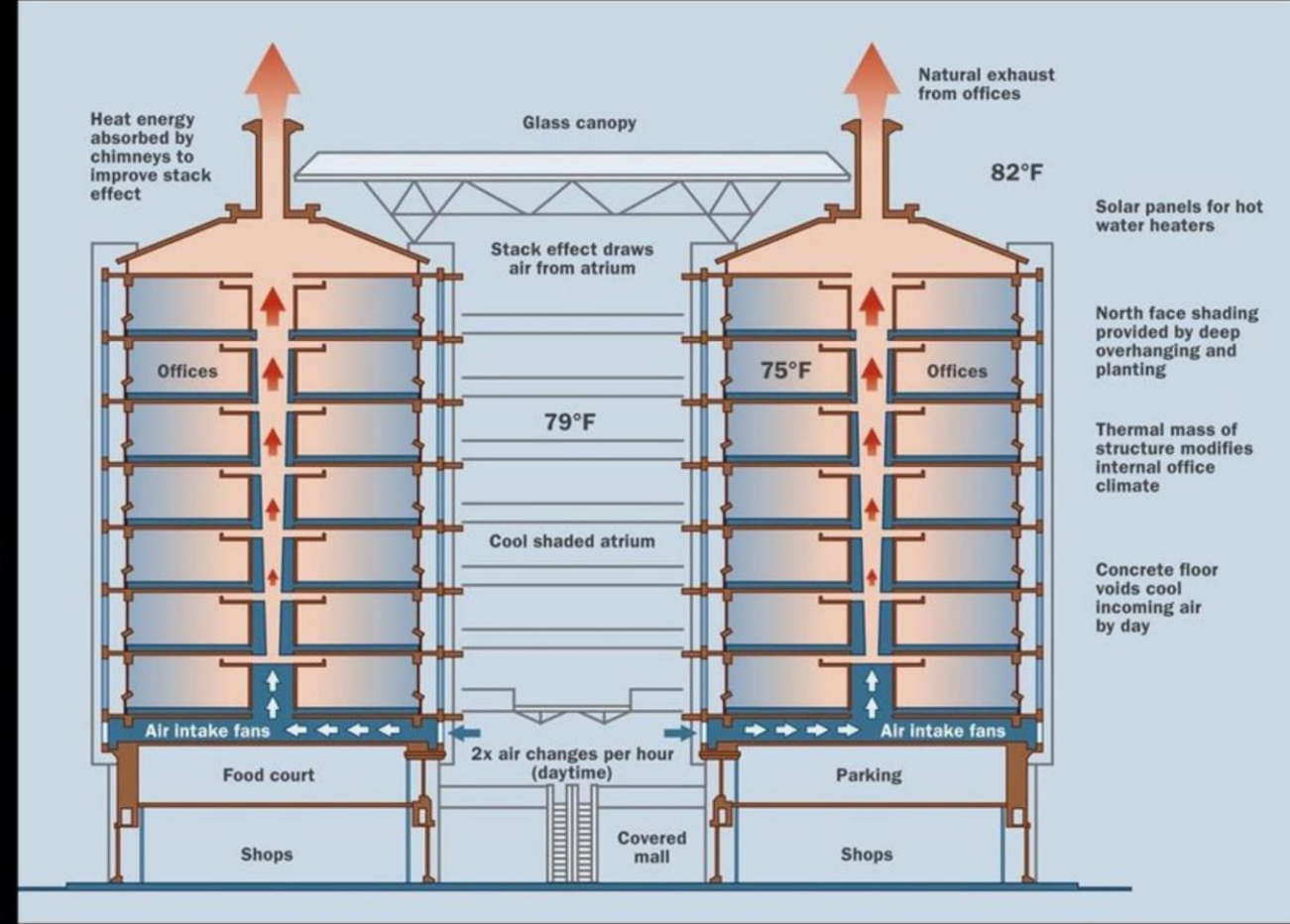
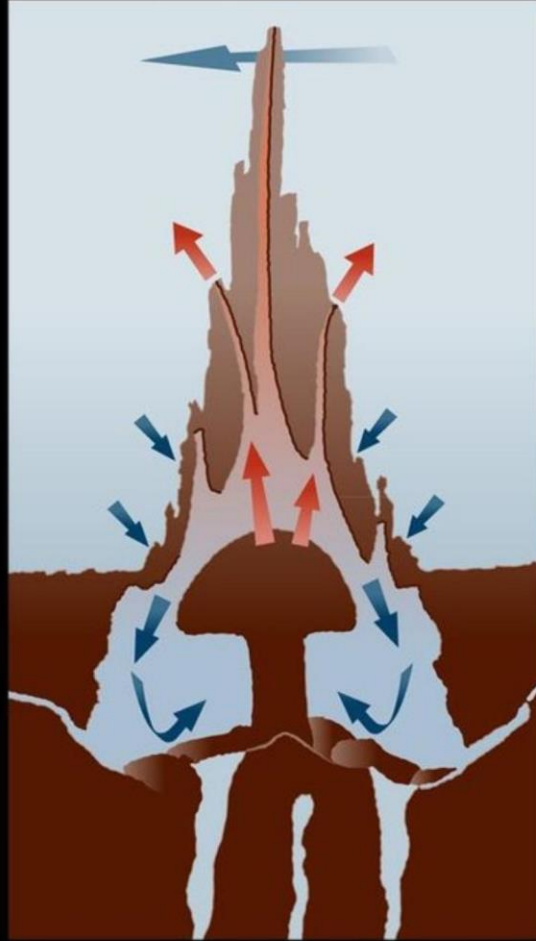
Uluslararası Uzay İstasyonun duvarlarında bu kertenkele robotları
tırmanırken görebileceğiz sanırım.

*teknoloji
tasarımcı*



Gecko kertenkelesinden alınan ilhamla robot yapay zekanın birleştirilmesi sonucu cam temizlemede fayda sağladığını gördüğümüz, risk almayı gerektirmeden ve temizlikte pratiklik arayanlar için cam temizleme robotları geliştirilmiştir.

teknoloji
tasarimci



13) Termit: Zimbabwe'de yapılan The Eastgate Centre binası, termitlerin 1-40°C arasındaki hava sıcaklıklarında sabit ısısını koruyabilen evlerindeki doğal havalandırma sisteminden temel alınarak tasarlanmıştır.

*teknoloji
tasarimci*

Aynı ölçüdeki klasik binalardan
%90'a yakın daha az enerji
kullanılmakta ve bina
sakinlerine enerji masraflarında
3.5 milyon doları aşkın tasarruf
sağlamaktadır.



14) Fil: Otomasyon konusunda uzmanlaşmış bir Alman şirketi olan Festo, hafif, esnek ve esnek yeni bir robotik kol türü üretti.



*teknoloji
tasarimci*



Fabrika ortamında, ağır metalden yapılmış geleneksel Robotik kollar, insanların çalışması için çok tehlikeli olabilir. Festo bu sorunu filin hortumundan ilham alarak çözdü.

*teknoloji
tasarimci*

Bir filin hortumunda kemik yoktur. Bunun yerine yumuşak, esnek, 3 boyutta hassas hareketler gerçekleştirebilen, buyk kuvvetler iletebilen yaklaşık 40.000 kas demeti vardır.



*teknoloji
tasarimci*



Festo'nun tasarımı, fil hortumuna benzer bir hareket aralığı sağlamak için içi hava ile dolu plastik odalar kullanır. Hava dolu robot kol, çalışanların etkileşime girmesi için çok daha güvenlidir ve geleneksel robotik kolların kullanımına uygun olmayabileceği laboratuvarlar ve hastaneler gibi ortamlar için uygundur.

15) Ayçiçeđi (Günebakan): Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden üç öğrenci güneş enerjisinden faydalanmak için kurulan güneş panellerinden daha çok enerji elde edebilmek için bir araştırma yapmışlar.

*teknoloji
tasarimci*

Bunun için doğadan seçilebilecek en güzel örneđi,
Ayçiçeđini (Günebakan) seçtiler.

*teknoloji
tasarimci*



Bütün gün güneşi en iyi
alabileceği açıyla duran bu
bitki gibi, güneş enerjisi
panellerinde de benzer bir
yapı oluşturmak amacıyla
incelemelerini
sürdürmüşlerdir.

*teknoloji
tasarimci*



teknoloji
tasarimci



15) Tavuklar:

Bir yazıyı okurken kafanızı hafifçe sağa sola, aşağı yukarı hareket ettirin, hatta kafanızı yazıya yaklaştırın ve uzaklaştırın. Hangi hareketi yaparsanız yapın, gözleriniz yazıya sürekli olarak odaklanabildiği için herhangi bir sorun yaşamazsınız.



Fakat tavuk ve güvercin gibi kuşların gözleri, kafaları hareket ederken odaklanamaz, kafaları nereye dönükse, gözleri de oraya bakmak zorundadır.

teknoloji
tasarimci

*teknoloji
tasarimci*

İnsanlar da bu kuşlara bakıp bazı kameralarda ve bir kamera ekipmanı olan gimballarda stabilizasyon özelliğini geliştirmişlerdir.

*teknoloji
tasarimci*



*teknoloji
tasarimci*



*teknoloji
tasarimci*

reklamlarında da ilham kaynağı tavukları kullanmış,
araçlarının ne kadar stabil olduğunu göstererek büyük
ilgi çekmiştir.





17) Balina: Serbest dalış paletleri diğer paletlerden farklıdır. Serbest dalış paletleri, balinaların çift bölmeli ve geniş kuyrukları ile kolay dalma özelliğinden ve hareketlerinden ilham alınarak,



daha geniş ve iki ayağı ortada birleşecek şekilde tasarlanmıştır.
Bu sayede yüzücüler, hızlı ve rahat bir dalış yapabilmektedir.

*teknoloji
tasarimci*



*teknoloji
tasarimci*

Kambur balina yüzgeçlerini taklit eden tırtıklı kanatlara sahip yeni nesil rüzgâr türbinleri hem daha verimli hem de daha sessiz çalışmaktadır. Bu teknolojiye **tüberkül (yumru)** teknolojisi denmektedir.





Kanadın önündeki tümsekli kanallar rüzgâr akışını ayırarak kanallar içine saklanmasıyla daha fazla rüzgâr yakalanır. Belli açı yönünde eğilen kanatlar gelen rüzgârın yönüyle çakıştığı için daha fazla dönerek düşük hızlarda bile enerji üretimi mümkün hâle getirmekte ve verimi artırmaktadır.



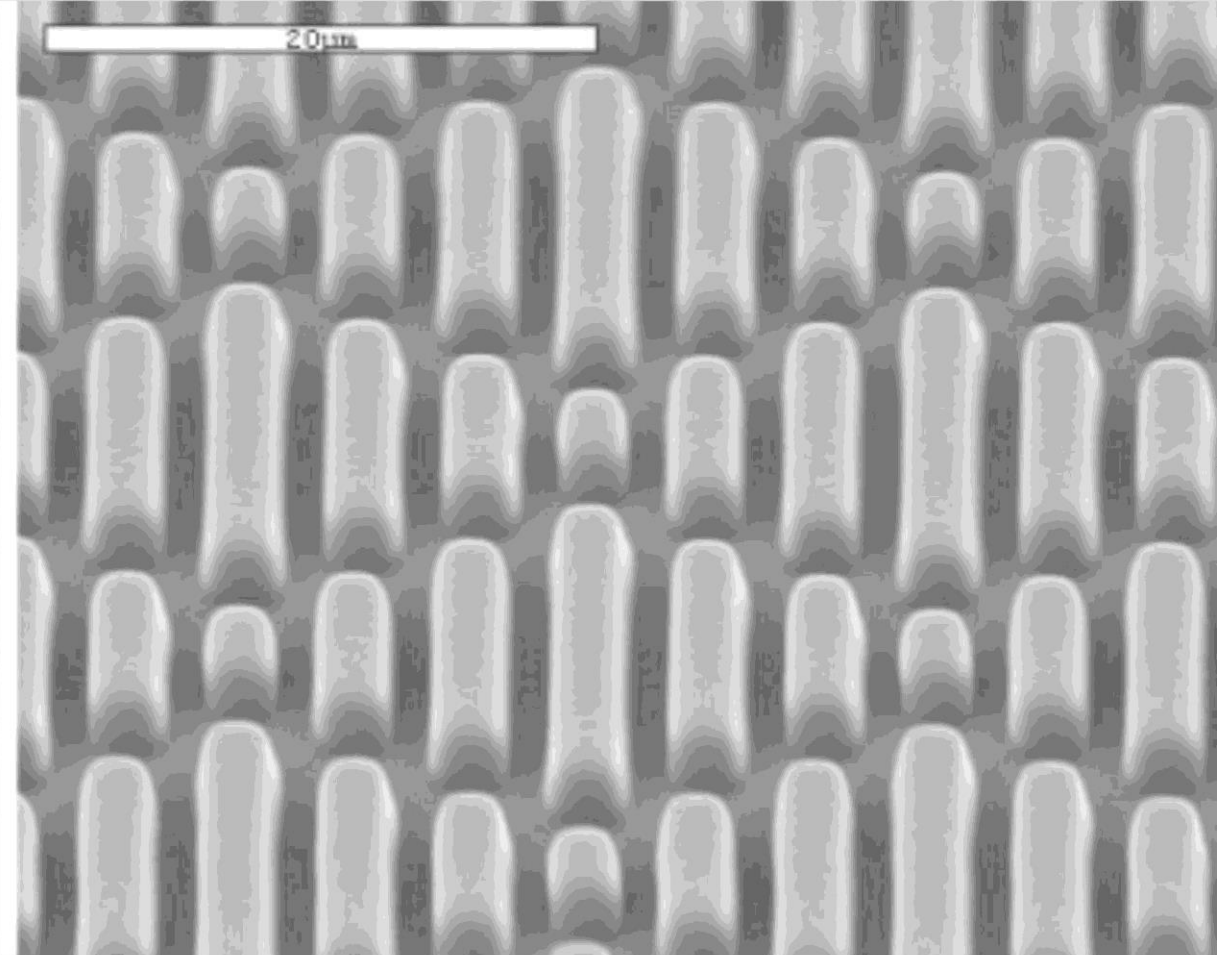
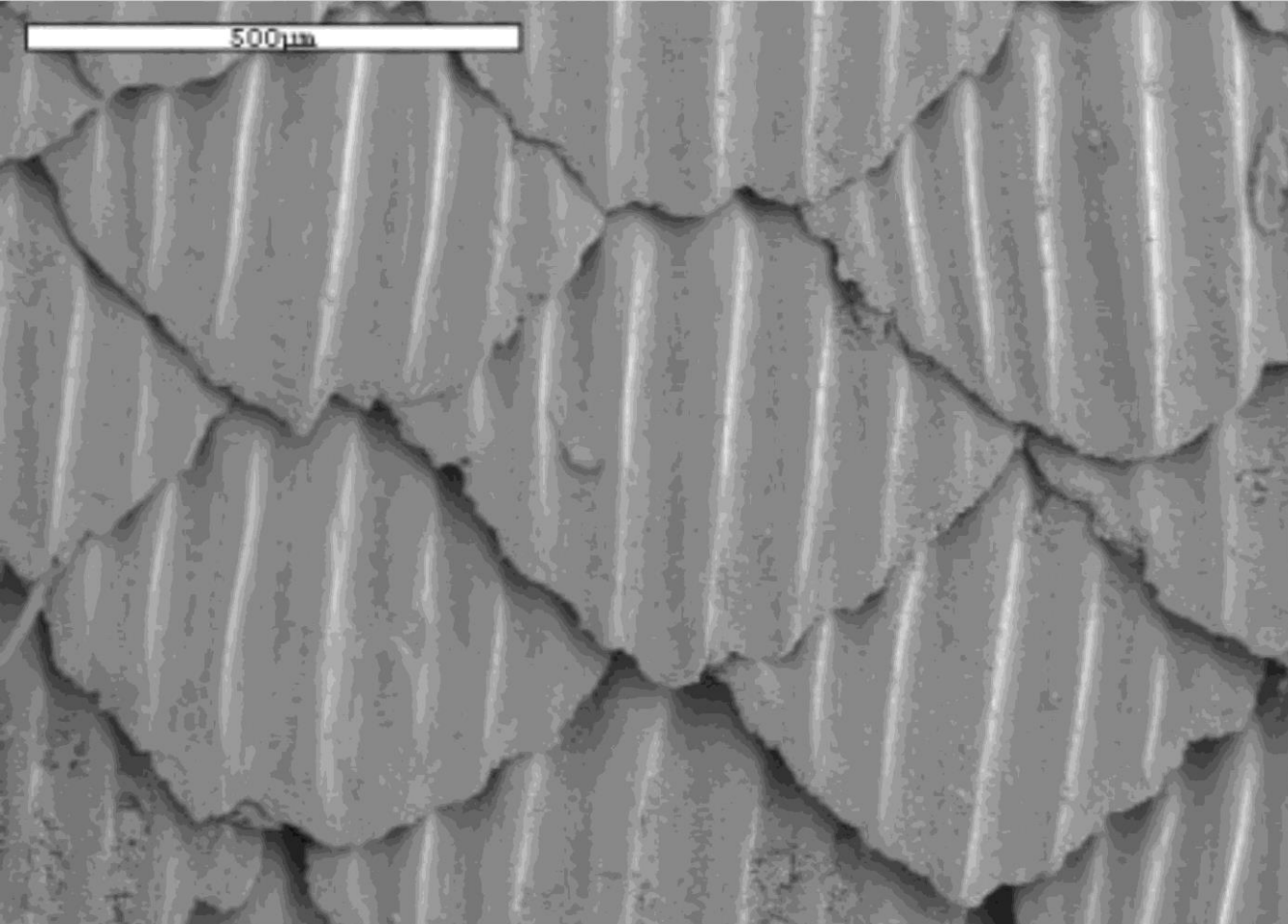
18) Köpekbalığı: Köpekbalıkları incelediğinde derilerinde inanılmaz hidrodinamik sırlar saklı olduğu görülmüş ve bazı bilim insanlarına ilham kaynağı olmuştur.

teknoloji
tasarimci



Derideki yapılar nano ölçekte kopyalanarak **Sharklet (Şarklet)** adı verilen hijyenik yüzey kaplama malzemesi tasarlanmıştır.

Solda bir köpekbalığı derisinin bir görüntüsü var.
Sağda ise Sharklet mikro deseni var.





Şarklet bakteri kontrolü sağlamak için oldukça uygun maliyetli ve yüksek seviyede hijyenik, aynı zamanda da yenilikçi bir malzemedir. Birçok tıbbi cihazın kaplamasında ayrıca hastane, sağlık merkezi vb. binaların yapımında kullanılmaktadır.



Gemi endüstrisindeki önemli sorunlardan biri, su yosunları, midye gibi canlıların gemi yüzeylerine yapışarak paslanmayı hızlandırmasıdır.

Bu sorun, köpekbalıklarının deri yüzeyi örnek alınarak, gemi yüzeylerinin silikondan yapay bir deri ile kaplanmasıyla çözülmüştür.



2000 Yaz Olimpiyatları'nda köpek balığından esinlenerek üretilen kumaşlardan yapılmış mayolarla yarışan on beş yüzücünün on üçü rekor kırıp madalya almıştır. Ancak kullanılan bu mayolar, 2008 Olimpiyatları'ndan sonra teknolojik doping olduğu gerekçesiyle yasaklanmıştır.



19) Timsah: Bilim insanları; okun saplanamadığı, bıçağın kesemediği ve hatta bazen kurşunların bile işlemediği timsah derisinin neden bu kadar sağlam olduğunu yakın bir zamana kadar bilmiyordu.

*teknoloji
tasarimci*



Konuyla ilgili yapılan araştırmalarda, timsahın sırt derisindeki dokuya sağlamlığını veren şeyin, dokunun içinde bulunan **“kollajen protein lifler”** olduğu görüldü.

*teknoloji
tasarimci*



Fiberglass malzemesi de timsah derisinden esinlenerek, özel bir plastik sıvıya cam liflerinin katılmasıyla üretilir. Bu malzeme otomobilden deniz araçlarına, su depolarından banyo küvetine ve akla gelebilecek ahşap yada çelikten imal edilen her şeye alternatif olarak kullanılabilmektedir.



20) Armadillo ve Tespih Böceđi: Armadillo ya da tespih böceği gibi canlılar dış kabukları sayesinde bükülerek tehlikeden korunma stratejisini kullanırlar.

*teknoloji
tasarimci*



Bu katmanlı yapı da birçok ürün tasarımında esin kaynağı olmuştur.

teknoloji
tasarimci



*teknoloji
tasarimci*





21) Oklu Kirpi: Bilindiđi gibi birçok ameliyatta dikişleri ve yarayı tutması için kullanılan yapıştırıcı özelliğe sahip kimyasallar ve bazı büyük ameliyatlarda da dikiş yerine deriyi bir arada tutması ve yarayı kapatması için zimba kullanılır.

*teknoloji
tasarimci*

Bu durumlarda kimyasallar hastalarda alerjik reaksiyona neden olabilmekte, zimbalar ise takılması ve çıkartılması sırasında deriye aşırı derecede zarar verebilmektedir.

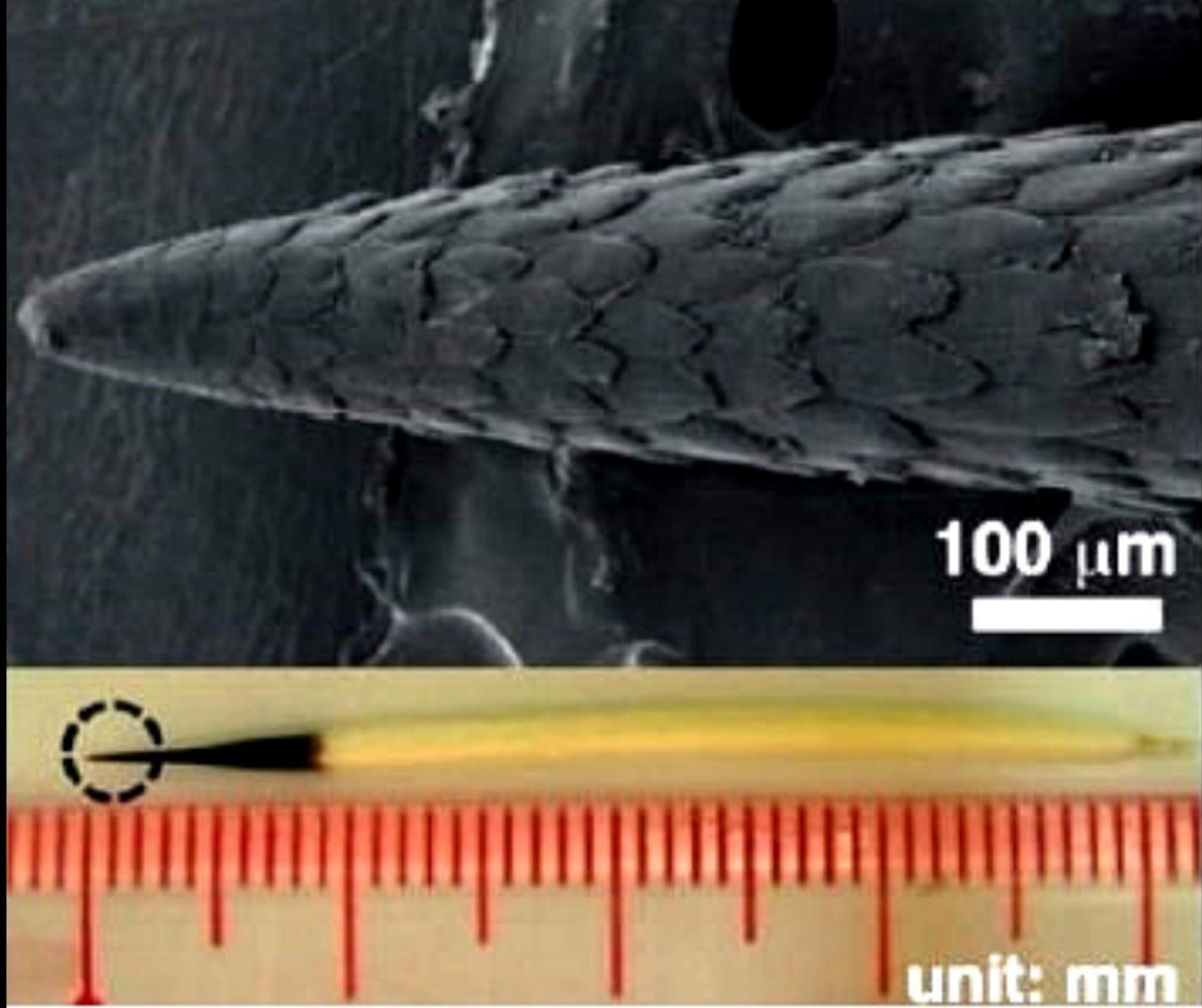
teknoloji
tasarimci



Kuzey Amerika'da yaşayan oklu kirpi ise, sırtında ok görünümünde 15-20 cm uzunluğunda, 30.000 civarında diken bulunan ve tehlike anında bu okları fırlatan bir canlıdır.

teknoloji tasarimci

Oklar kolaylıkla ve acıtmadan deriye girer ancak, her bir okun ucunda bulunan yaklaşık **800 adet nano boyutta küçük diken**, bir kanca gibi deriye takılarak okun çıkmasına engel olmaktadır.



*teknoloji
tasarimci*



Oklu kirpideki bu detay, yeni tıbbi malzemelerin geliştirilmesinde ilham kaynağı olmuştur.



Bu önemli keşif sayesinde kimyasalların yerini uçlarında mikroskopik boyutta dikenler olan, ağrı hissettirmeksizin kolaylıkla deriyi delebilen, yaranın da sımsıkı bir şekilde açılmadan kaynamasına yardımcı olabilecek iğneler geliştirilmektedir.

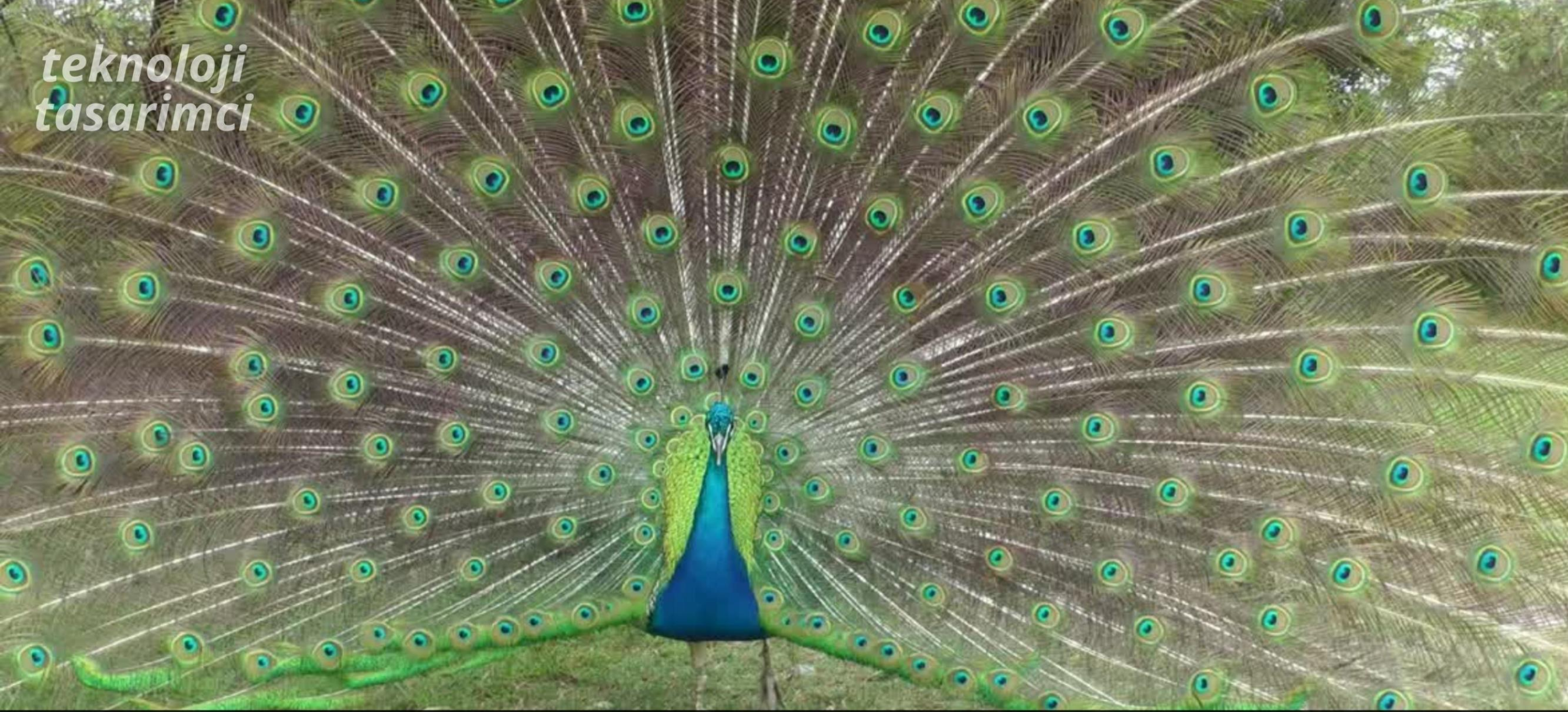


Zimbalar da nano boyutta eklenecek sentetik kirpi dikenleriyle geliştirilmektedir. Bu sayede geliştirilmiş zimbaların daha ağrısız bir şekilde takılabilmesi sağlanacaktır.

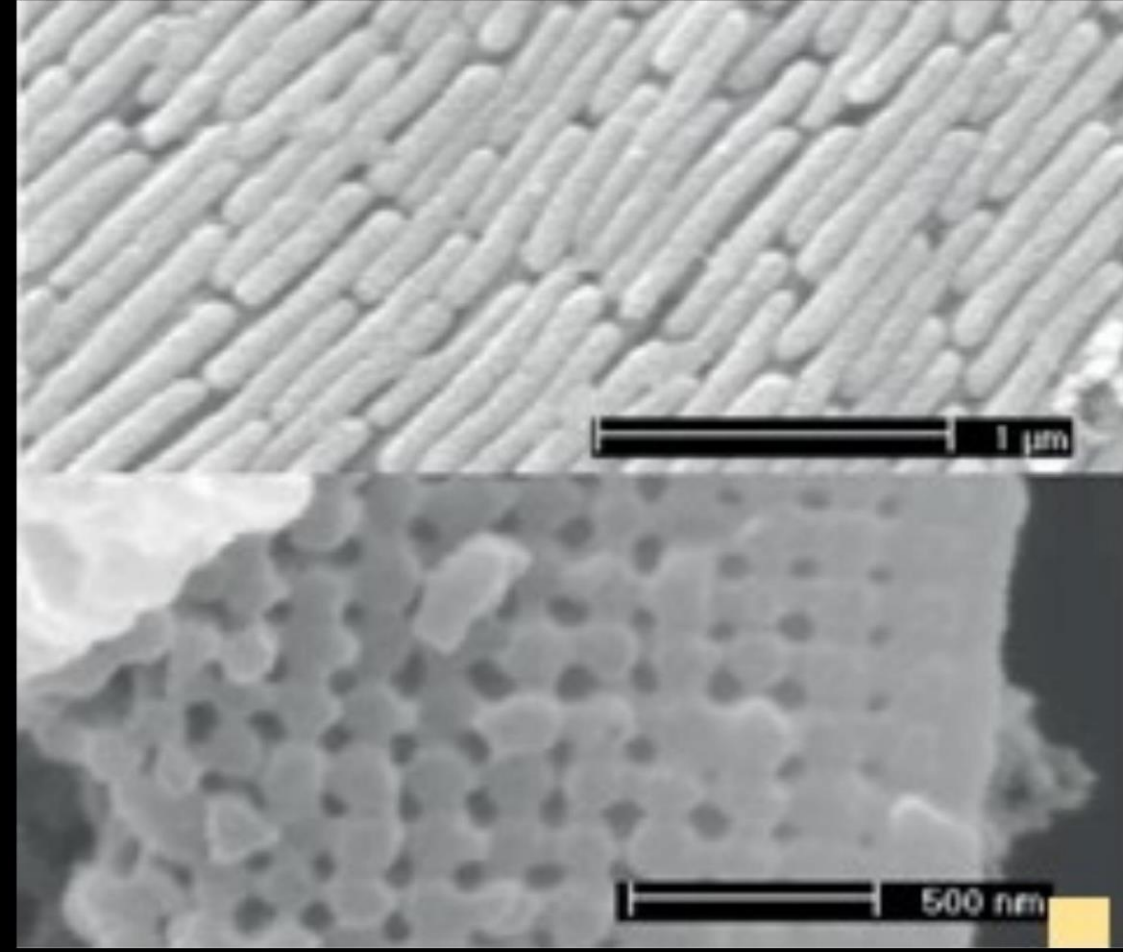


teknoloji
tasarimci

22) Tavus Kuşu: Tavus kuşu pek çok rengin barındığı, tüylerinin güzelliğiyle herkesi kendine hayran bırakan, sülüngiller familyasına ait bir kuş türüdür.



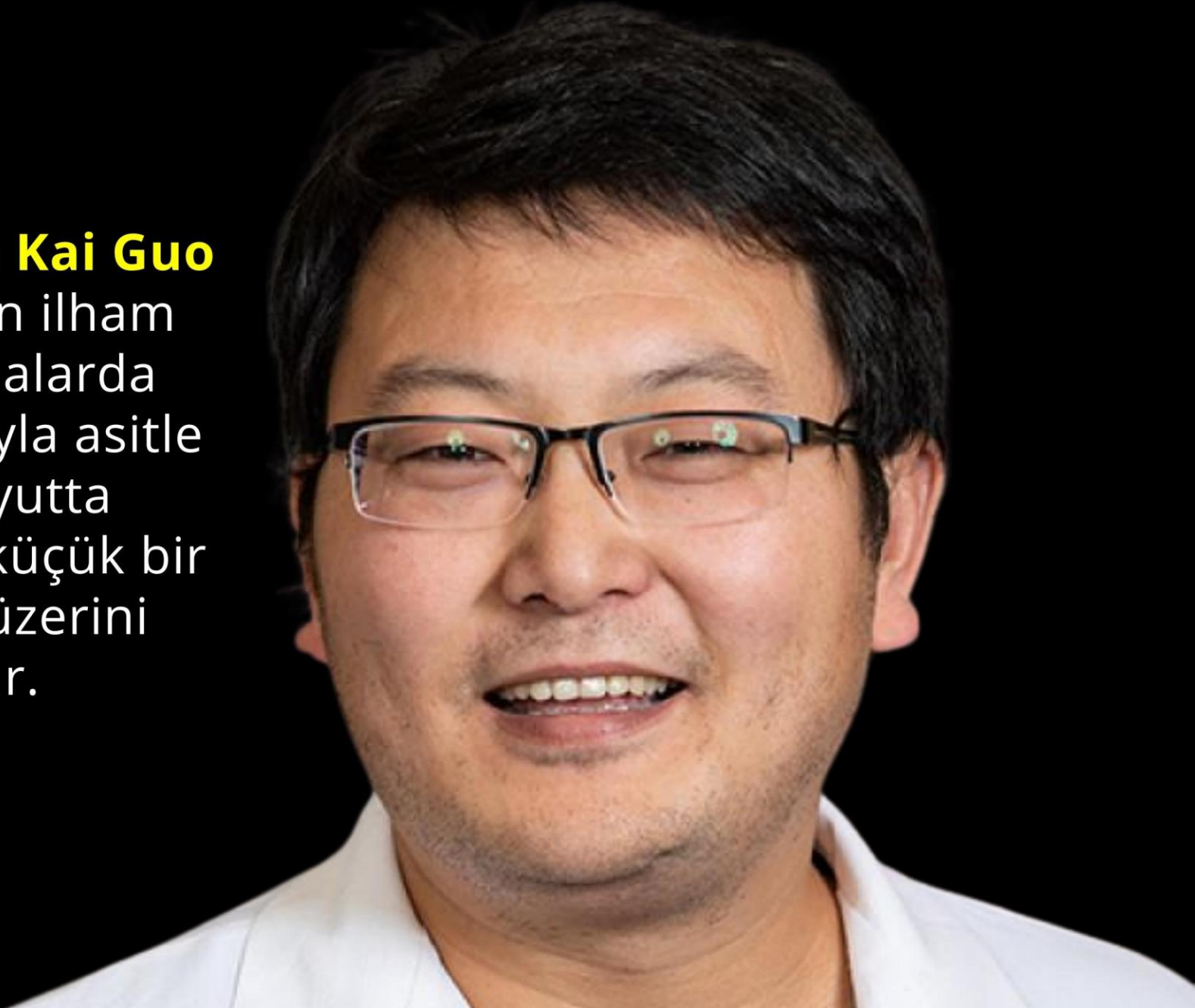
Ama gerçekte tavus kuşlarının tüylerinde yalnızca tek bir renk pigmenti bulunmaktadır. O da kahverengidir. Peki kahverengi tüyler bu denli göz alıcı renklere nasıl dönüşmektedir?



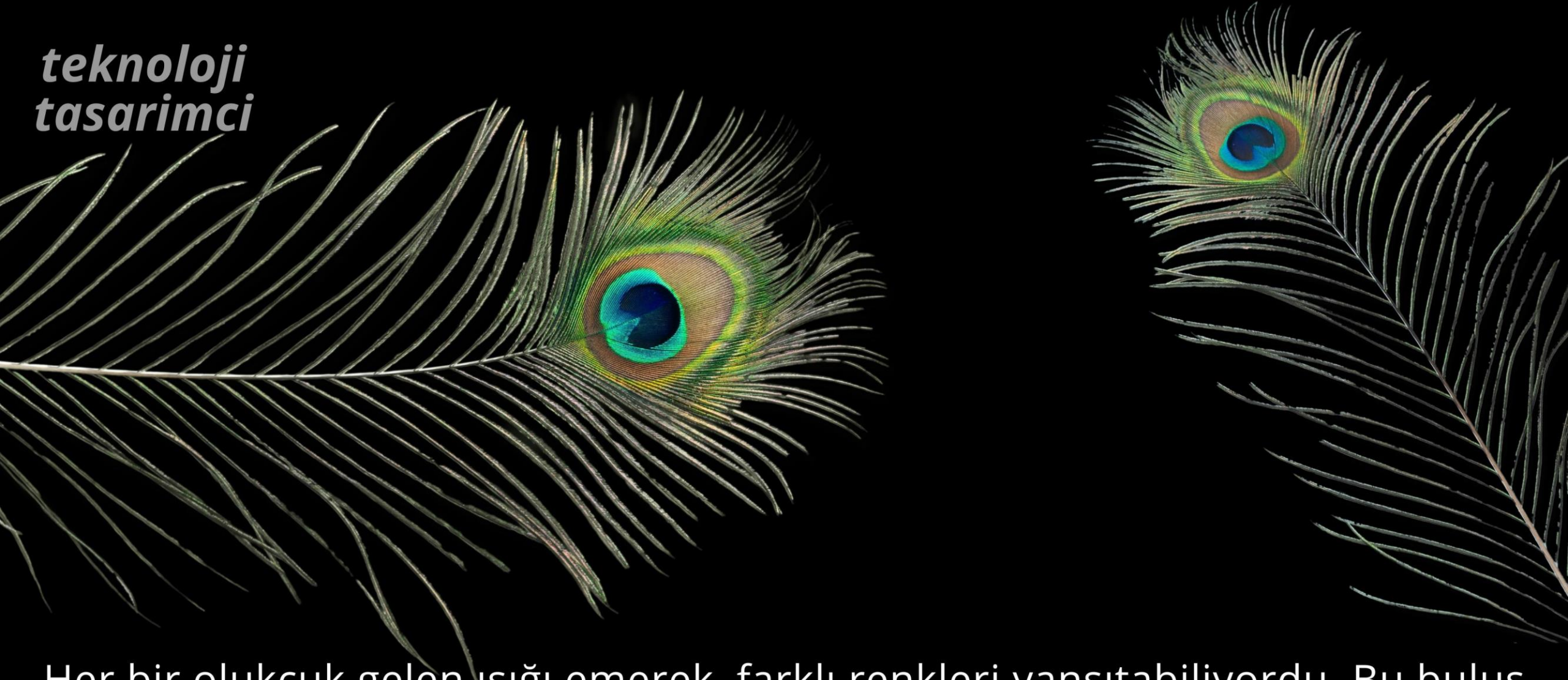
Tavus kuşlarının tüylerinde bulunan keratin proteini, güneş ışığını çeşitli şekillerde farklı açılarla kırıp yansıtır ve böylece kahverengi tüyler göz kamaştırıcı renkleri yansıtır.

teknoloji
tasarimci

Michigan Üniversitesinde **Kai Guo**
ve ekibi, tavus kuşundan ilham
alarak yaptıkları çalışmalarda
yüksek teknoloji yardımıyla asitle
aşındırılmış nano boyutta
olukçuklar elde ettikleri küçük bir
cam parçası üreterek üzerini
gümüşle kapladılar.



*teknoloji
tasarimci*



Her bir olukçuk gelen ışığı emerek, farklı renkleri yansıtabiliyordu. Bu buluş bugün başka araştırmacıların da katkılarıyla geliştirilerek, tabletler ya da dizüstü bilgisayarlarda, akıllı telefonlar gibi elektronik aletlerde, plazma teknolojisinde, güneş gözlüklerinde kullanılmaktadır.

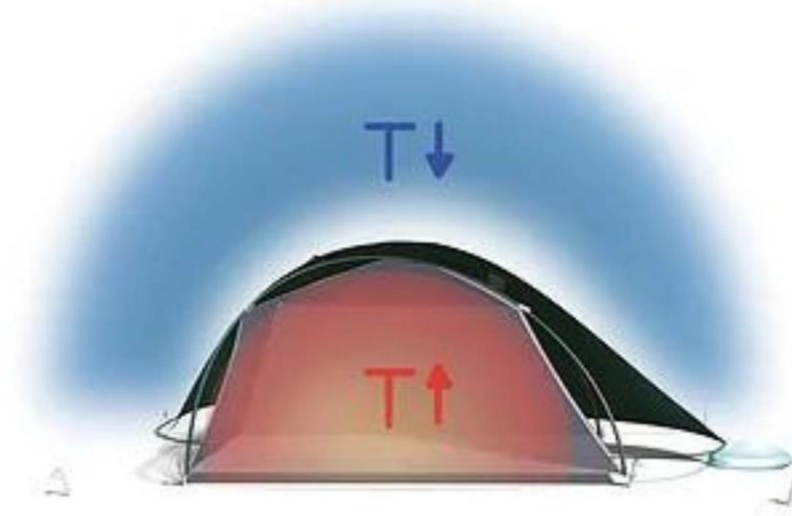
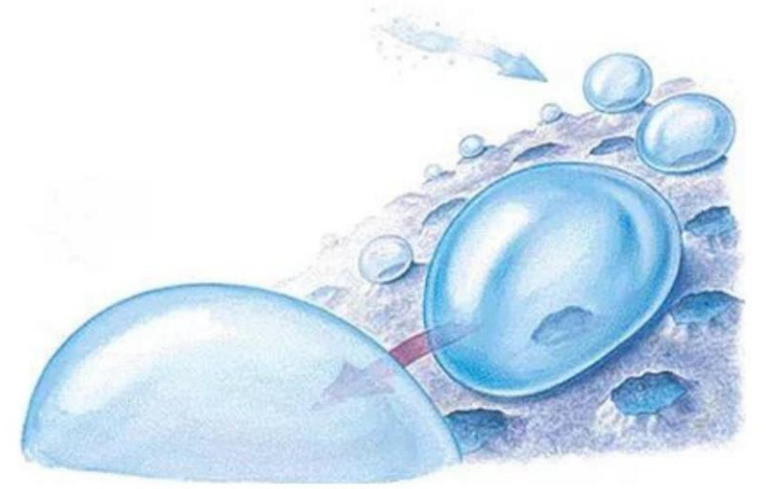
23) Stenocara Böceđi:

Kurak ve suyun bulunması güç koşullarda, belki de yaşam ile ölüm arasındaki birisi için hayat kurtaracak 1 bardak suyu toplayabilecek bazı tasarımlar çölde yaşayan böceklerden esinlenerek bulunmuştur.





Namib ölü'nde yaşıyan Stenocara adlı böceğın yapısal ve işlevsel çalışmasına dayanan Kabuto H2O adlı kamp çadırı geliştirilmiştir.



Çadır yüzeylerinde yoğunlaşan çiy damlalarını toplayan bu tasarım, gece boyunca nemli ortamlarda meydana gelen, çadırın içi ve dışı arasındaki sıcaklık farkının tetiklediği yoğunlaşma sürecini kullanır.

teknoloji
tasarimci

Damlacıklar çatının yüzeyinden aşağı akar ve küçük bir kauçuk boru ile bir su şişesine yönlendirilir. Çadırın çatısı, hidrofobik ve hidrofilik malzemeleri değiştiren bir nanopartikül tabakası ile kaplanmıştır.

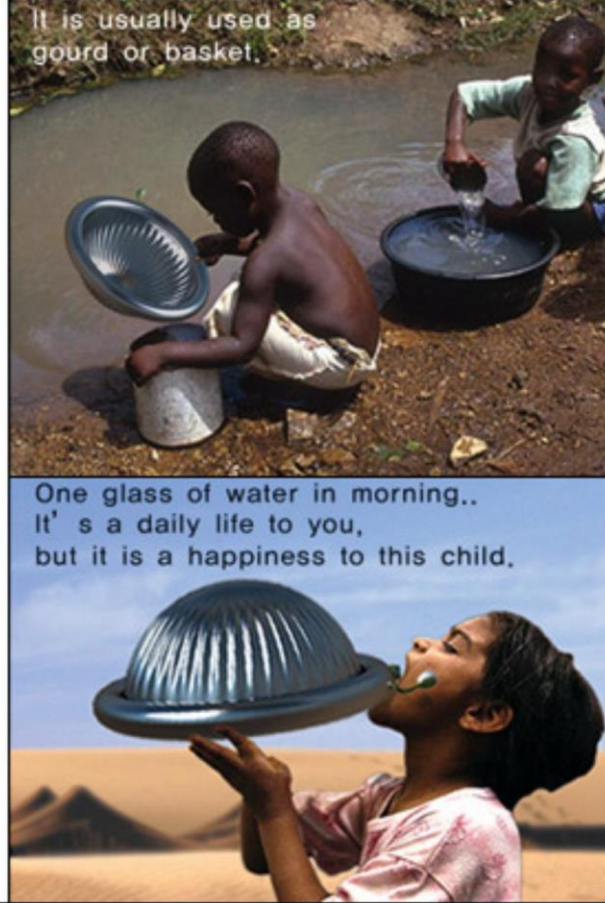


*teknoloji
tasarimci*

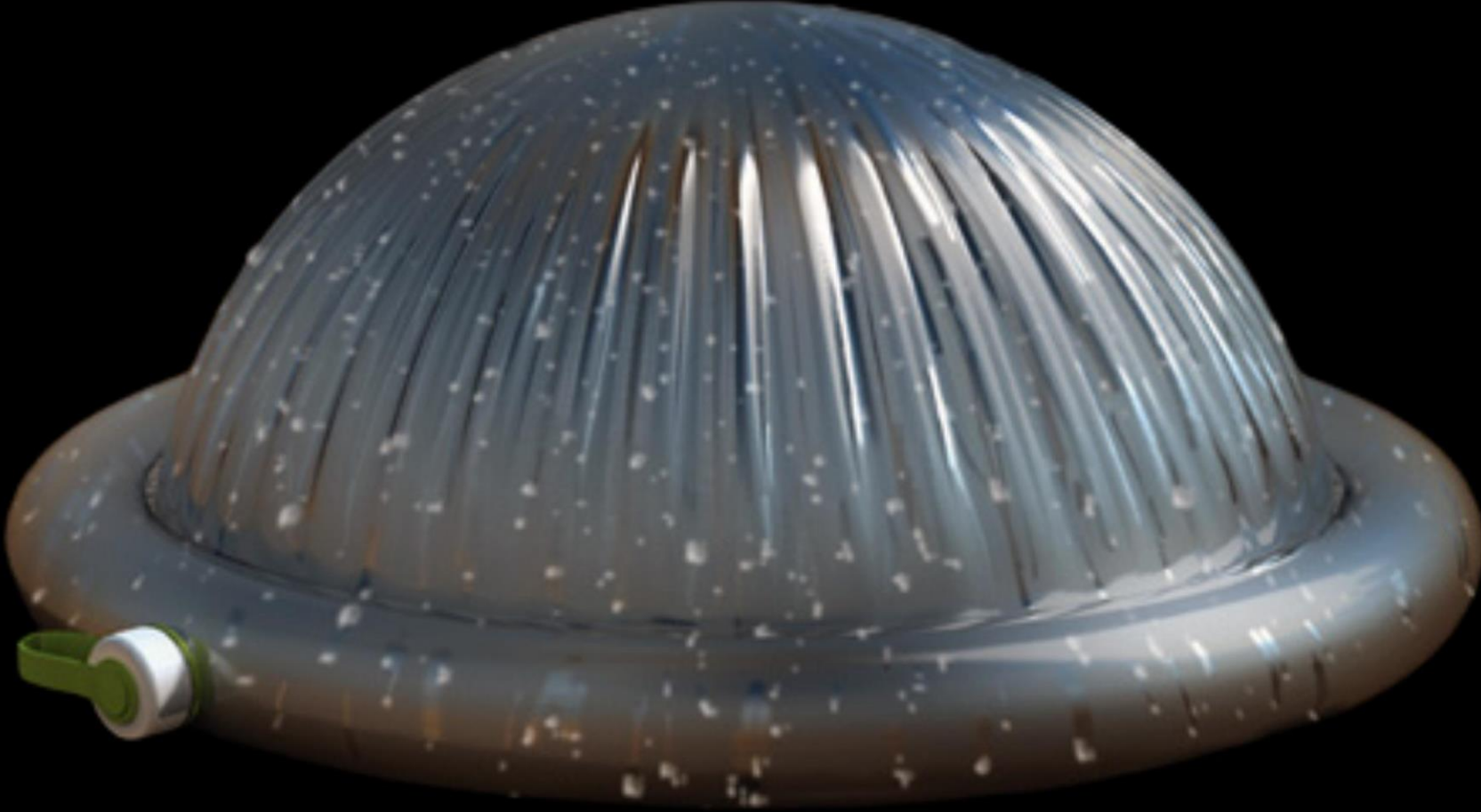


Bu teknoloji Massachusetts Institute of Technology'de geliştirildi
ve NDB Nano adlı bir şirket tarafından ticarileştirilmiştir.

teknoloji tasarimci



Aynı mantıkla su toplayan başka bir tasarım daha gerçekleştirilmiştir. Paslanmaz çelikten bir kubbesi bulunan bu su toplama sistemi sabahları havadan daha soğuktur.



Su buharının soğuk bir yüzey üzerinde sıvı hale dönüşmesi sonucu oluşan su damlacıkları, tasarımın üst tarafında bulunan kanallardan kayarak bir hazne içerisinde toplanmaktadır.



24) Uçan Sincap Veya Şeker Planör: Bu iki canlı, her ne kadar birbirine çok benzese de farklı familyalara ait canlılardır. Konumuz biyotaklit olduğundan, fazla detaya inmeden iki canlı arasındaki sadece bir farkı söylemek gerekirse, şeker planörü tıpkı kangurular gibi yavrularını keselerinde taşımaktadır.

Uçan Sincap



Şeker Planör



Ne şeker planörler, ne de uçan sincaplar, kuşlar veya yarasalar gibi uçamazlar. Ancak el bileğinden ayak bileğine kadar uzanan, tüylü, paraşüt benzeri bir zar yardımıyla bir ağaçtan diğerine süzülebilirler.

*teknoloji
tasarimci*

Bu canlılardan ilham alınarak **Wingsuit** adı verilen özel bir kıyafet tasarlanmıştır. Wingsuit, bazı kaynaklarda **kanatlı elbise**, bazı kaynaklarda da **kanat kıyafeti** olarak Türkçe'ye çevrilmiştir.



*teknoloji
tasarimci*

Bu kıyafetin kol ve bacak aralarında, içi havayla şişirilmiş ve hava geçirmeyen kısımlar bulunmaktadır. Yine bu kıyafet ile uçak, helikopter veya yüksek bir yerden atlayarak **Wingsuit** uçuşu denilen tehlikeli bir spor yapılmaktadır.



teknoloji tasarimci



Mürsel Eren

www.teknolojitasarimci.com

Kaynaklar:

- Teknoloji ve Tasarım Öğretmen Kılavuz Kitabı 2019
- <http://www.drawingsofleonardo.org/>
- <https://bilisimveteknik.com/biyotaklit-ornekleri/>
- <https://www.sto.com/biomimetics/en/biomimetics/lotusan/index.html>
- <https://www.leonardodavinci.net/design-for-a-flying-machine.jsp>
- https://tr.wikipedia.org/wiki/George_de_Mestral
- <https://www.velcro.co.uk/about-us/history/>
- <https://www.invent.org/inductees/george-de-mestral>
- <http://www.bilgininanahtari.net/teknolojinin-dogadan-ilham-alarak-ilerledigi-biyomimetik-biliminden-24-ornek/14-teknoloji-ve-doga/>
- <http://yildizgemisi.com/2015/08/16/gecko-gripper-kertenkele-tutucu/>
- <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/robotlar-cama-yapisti-40363248>
- <https://ceotudent.com/doganin-bize-sundugu-inovasyon-biyomimikri>
- <https://www.crazyengineers.com/threads/german-engineering-firm-festo-creates-doctor-octavius-brutal-mechanica-arms-call-spiderman-again.73986>
- <http://meraklilonca.com/biyoloji/kameralardaki-stabilizasyon-ozelligi-tavuklardan-esinlenilmis-olabilir-mi-kayra-carkacioglu/>
- <https://mediatrend.mediamarkt.com.tr/gimbal-nedir-ne-ise-yarar-kimlerin-ihtiyaci-vardir/>

Kaynaklar:

- (PDF) Doğadan Öğrenen İnovasyon: Nam-ı Diğer Biyo-taklit | Ahmet Eren Öztürk Academia.edu
- <https://www.ilkkimbuldu.com/nano-teknolojiyi-kim-buldu/>
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/Fulleren>
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/Nanometre>
- https://en.m.wikipedia.org/wiki/Sumio_Iijima
- <https://alchetron.com/Norio-Taniguchi>
- https://tr.wikipedia.org/wiki/Ulusal_Nanoteknoloji_Ara%C5%9Ft%C4%B1rma_Merkezi
- <http://unam.bilkent.edu.tr/about-unam/>
- <https://tr.no-dummy.com/nanotechnology-research-efforts-focused-on-fighting-disease>
- https://en.wikipedia.org/wiki/National_Nanotechnology_Initiative
- <https://www.nrk.no/viten/slik-blir-fremtidsbilen-1.7237647>
- <https://smartflower.com/>
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/P%C4%B1trak>
- <https://www.star.com.tr/teknoloji/kambur-balinadan-esinlenip-ruzgar-turbini-kanadi-tasarladilar-haber-1282114/>
- <https://www.windpowerengineering.com/whale-fins-influence-wind-turbine-design/>

Kaynaklar:

- <https://biomimeticpaddle.wordpress.com/page/2/>
- <https://www.sharklet.com/our-technology/what-is-biomimicry/>
- <http://www.portatifgaraj.com/u4772-comfort-model-uzaktan-kumandali-garajlar-urun-detay>
- <https://ustuneltentebranda.com/>
- <https://medicine.umich.edu/dept/mneuronet/kai-guo-phd-0>
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87iy>
- https://tr.wikipedia.org/wiki/Oklu_kirpi
- <https://www.brianbaldassarre.com/kabuto-h2o>
- <https://biomimicryswitzerland.org/biomimicry-thinking>
- <https://www.zaferdergisi.com/makale/10997-tam-tesekkullu-su-toplama-makinesi-stenocara-gracilipes.html>
- <https://dusuneninsanlaricin.com/namib-bocegi-stenocara-hakkinda-bilmeniz-gereken-7-sey/>
- <https://www.yankodesign.com/2010/07/05/beetle-juice-inspired/>
- <https://www.mynet.com/tavuskusu-tuylerinin-mikroskop-altindaki-olaganustu-detaylari-190100184775>
- https://tr.wikipedia.org/wiki/Wingsuit_u%C3%A7u%C5%9Fu
- https://tr.wikipedia.org/wiki/U%C3%A7an_sincap
- <https://outdoorturkiye.com.tr/blog-yazilari/wingsuite-baslamak-isteyenler-buraya>
- https://tr.vvikipedla.com/wiki/Sugar_glider