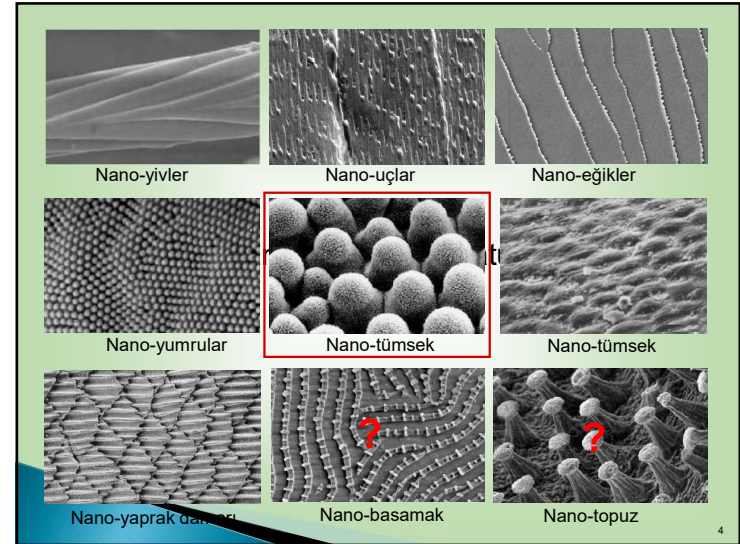


- o Nanomaterials ve Nanoteknolojiye Giriş,
- o **Doğadan nanoteknoloji örnekleri**,
- o Nanomaterialsın üretim süreci:
- o sol-jel yöntemi, jel şekillendirme.
- o Nanomaterialsın özellikleri: elektrik ve optik, süper iletkenlik, manyetik, mekanik özellikler.
- o Nanomaterialsın karakterizasyonu.
- o Nanopartikel üretim yöntemleri. Partikül sentezi.
- o Nanomaterialsın uygulamaları. Özel nanomaterialsın: poroz silisyum nano yapılar, biyolojik Nanomaterialsın,
- o Nanomaterialsın Geleceği

2

- ### Örnekler
- Lotus-Çiçek-Etkisi:** Hidrofobik mikro noktalar sayesinde kendi kendini temizleme özelliği.
- Güve-Göz-Etkisi:** Nano-yumrular sayesinde görünmez olma sanatı.
- Kertenkele-Ayak-Etkisi:** Elastik nano tüyler sayesinde duvar üzerine yapışma
- Kum Keleri-Etkisi:** Nano-eğikler sayesinde aşınma ve sürtünmeyi azaltma.
- Karanlık böceği-Etkisi:** Mikro benekler sayesinde çimleri toplama.
- Köpek balığı pulu-Etkisi:** Uzunlamasına mikro yivler sayesinde türbülansı azaltma.
- Su örümceği-Etkisi:** Mikro tüyler sayesinde kuru kalabilme.

3



4



Asya dininde kutsanmış
Lotus Çiçeği saflığın bir
sembolüdür.

Lotus-Çiçek-Etkisi

5

Lotus etkisi



Nelumbo nucifera, kutsanmış lotus
çiçeği (nilüfer).

Lotus çiçekleri çamur içinde büyümelerine rağmen saf ve kirlenmeden açar. Onlar "gerçek nazik çiçekler" olarak ifade edilir. Çin'de Lotus çiçekleri hakkındaki şiirlerin başlangıcı üç-dört bin yıl öncesine dayanmaktadır. Efsaneye göre Son Mutluluk Cenneti sözcüklerle ifade edilemeyecek muhteşemlikle lotus çiçeklerine sahiptir.

6

Birçok bitki su damlasının yaprağını ıslatmama
olayını gösterir.



7



Lotus-Etkisi®



Bal "Lotus Etkisi®" kasık" dan kayar

Su Lotus çiçeğinin
aprağından kayarak akar

Yapıştırıcı Lotus çiçeği
yaprağından yuvarlanır



Damlacık yuvarlanırken keri kaldırır

8

Lotus-Etkili® boyanın gelişimi

Yaprağın mikro görüntüsü

30 µm

Kendi kendini temizleme

Bionik-ürün

ispo Lotusan

ispo

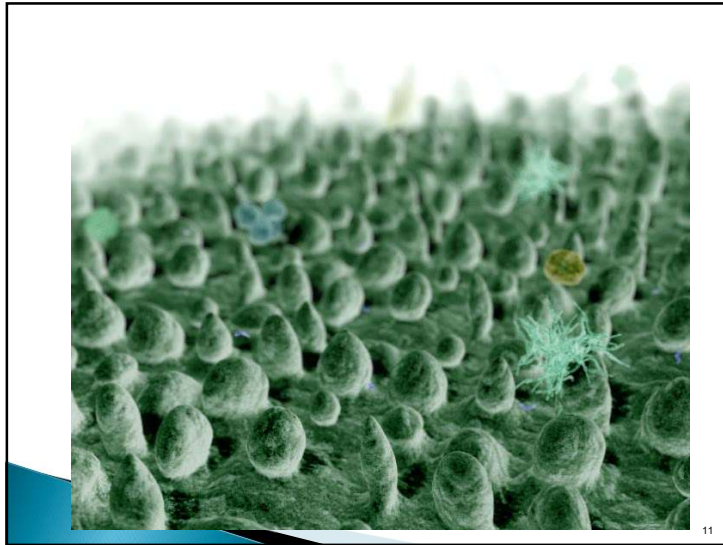
9

Standart cephe boyası

Lotusan cephe boyası

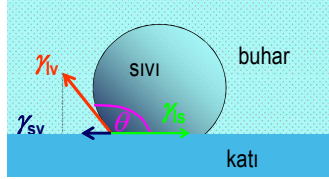
4 yıl sonra evin duvarındaki test alanları

10



Yüzey Gerilimi:

γ_{lv} - sıvı/buhar
 γ_{ls} - sıvı/katı
 γ_{sv} - katı/buhar



Young eşitliği

13

Zayıf ıslatma

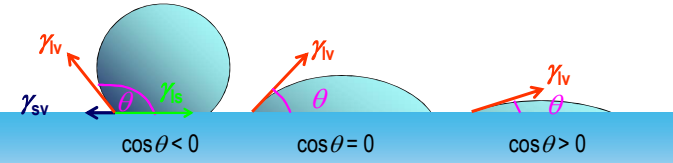
$$\theta > 90^\circ$$

İyi ıslatma

$$90^\circ > \theta > 0^\circ$$

Tamamen ıslatma

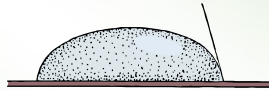
$$\theta \rightarrow 0^\circ$$



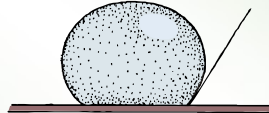
$$\cos \theta = \frac{\gamma_{sv} - \gamma_{ls}}{\gamma_{lv}}$$

14

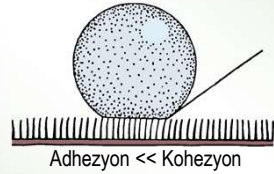
Adhezyon > Kohezyon



Adhezyon < Kohezyon

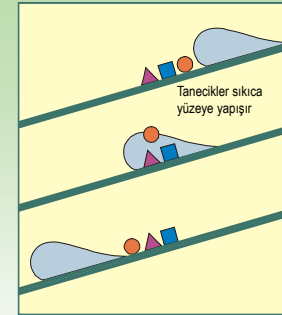


Yüzey gerilimi ve ıslatma açısı



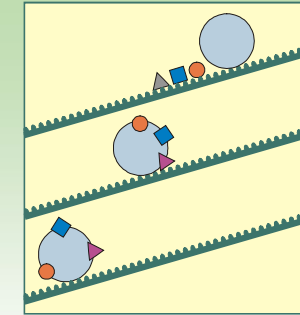
Adhezyon << Kohezyon

15



Smooth neutral surface:

Kir tanecikleri, genelde su damlacıkları tarafından üzerinden taşar.

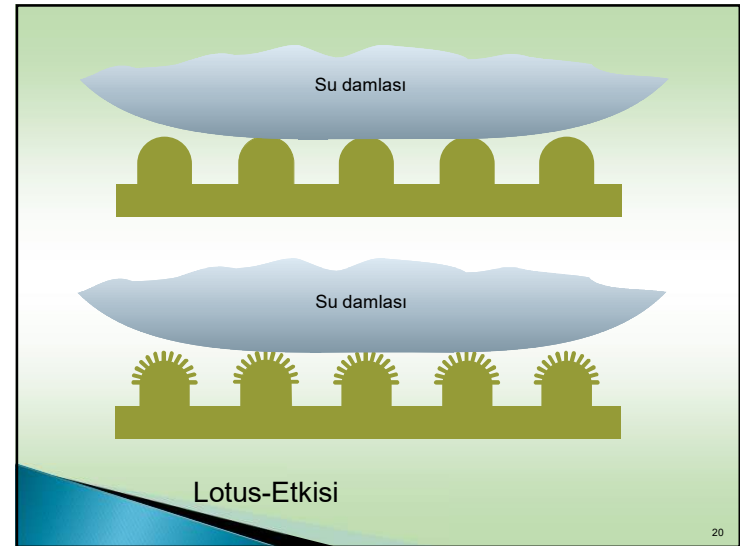
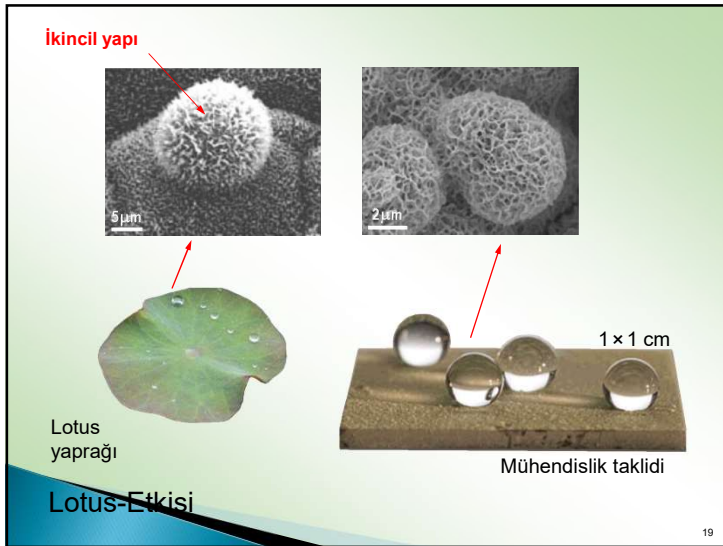
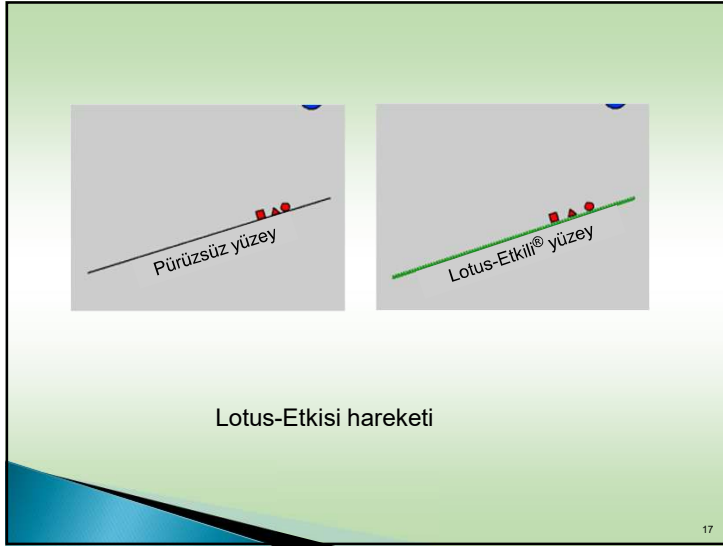


Mirco-yumrulu hidrofobik yüzey:

Aşağı yuvarlanan damla bir yöne doğru kir taneciklerini yıkar.

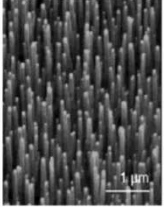
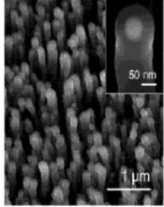
Lotus-Etkisinin mekanizması

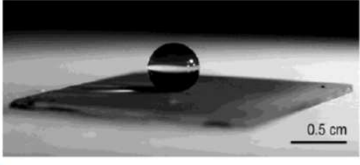
16



poly(tetrafluoroethylene)
(PTFE) = ıslatmayan kaplama.

$$\left(\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ | & | \\ \text{---C---} & \text{---C---} \\ | & | \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right)_n =$$

a  **b** 

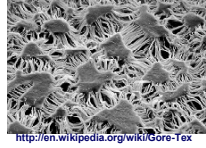
c 

Kenneth K. S. Lau et al. Nano Letters 2004

21

- Tipik hidrofobik yüzeyler: polimerler, hidrokarbonlar & florokarbon.

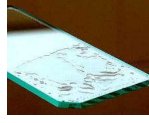
teflon,
polietilen,
strofor



<http://en.wikipedia.org/wiki/Gore-Tex>

- Yüksek yüzey enerjili malzemeler (tipik hidrofilik):

metaller,
cam,
anodize Al



<http://www.3m.com/~/media/Portal/US/VHB/Tapes/Product-Information/How-to-use/Design-Tape-Selection/>

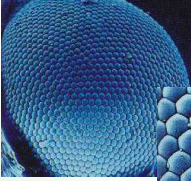
22

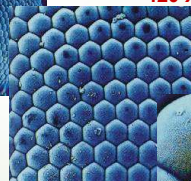


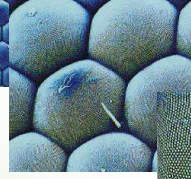
Güve-Göz-Etkisi

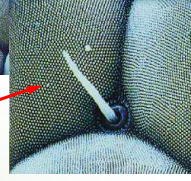
23

Güve gözünün mikro optiği


130 x 

420 x 

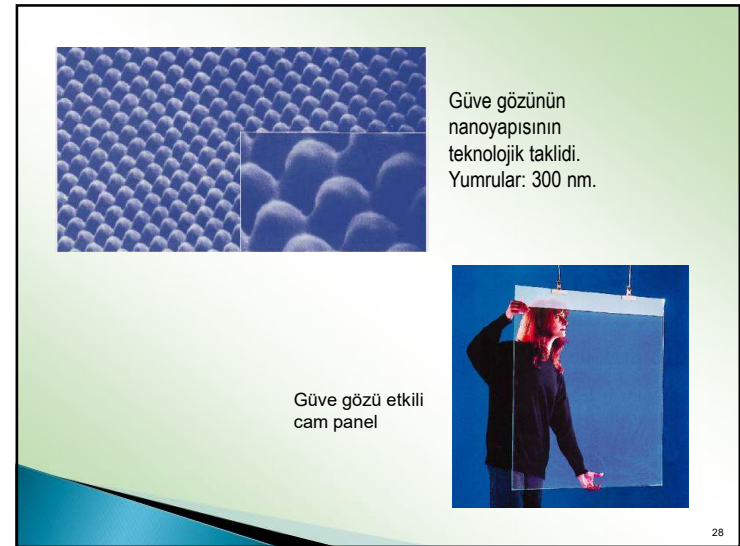
1050 x 

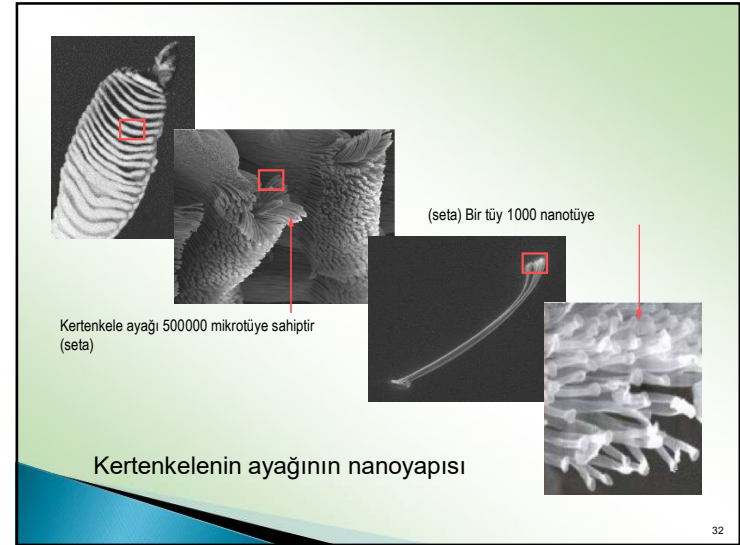
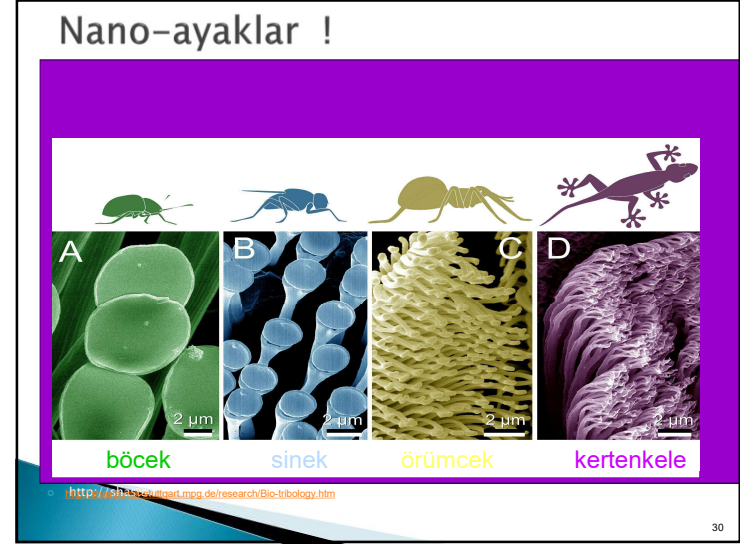
4120 x 

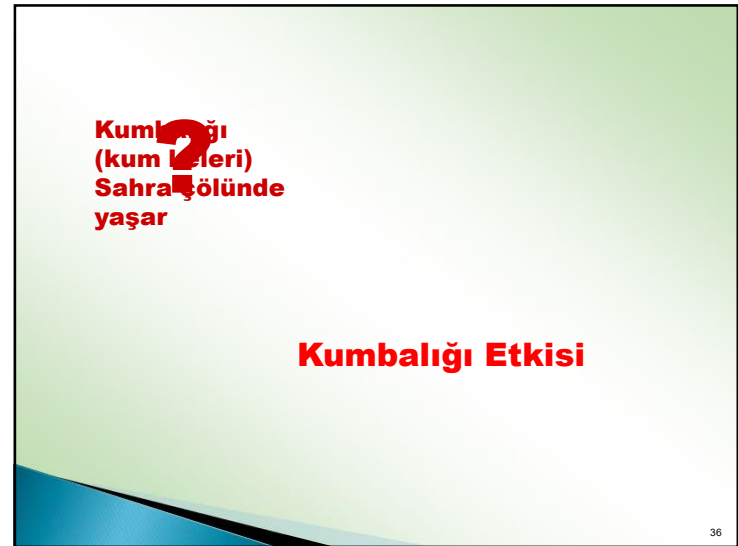
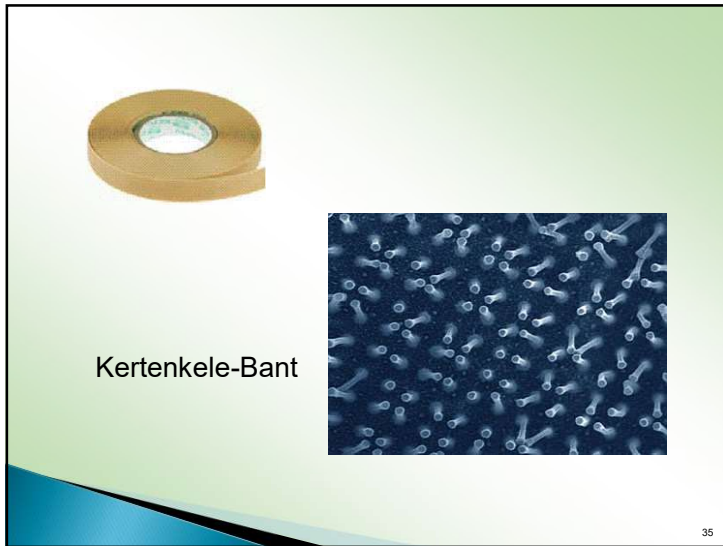
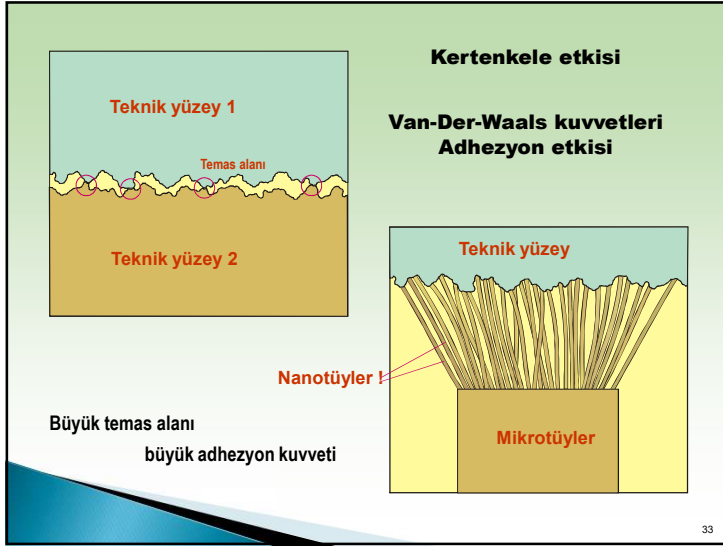
Micro-yumru
100 nm Ø

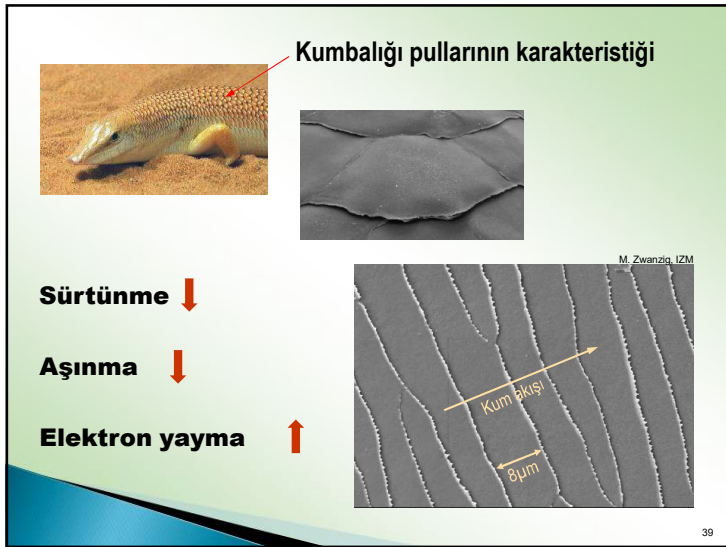
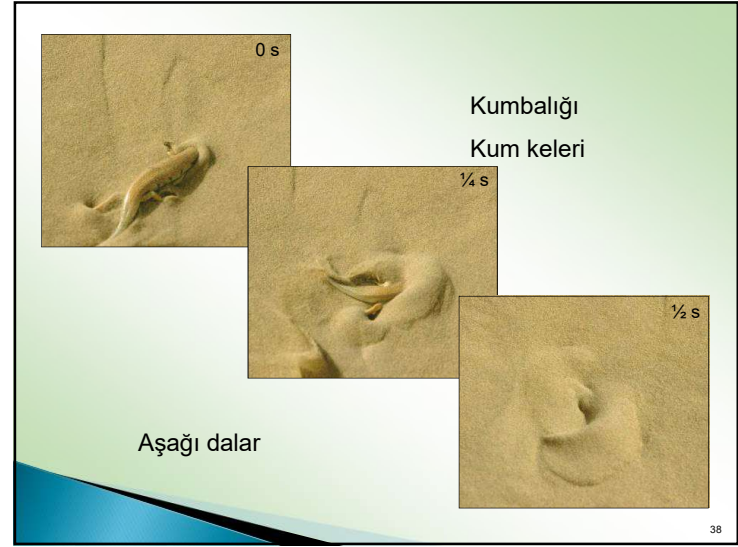


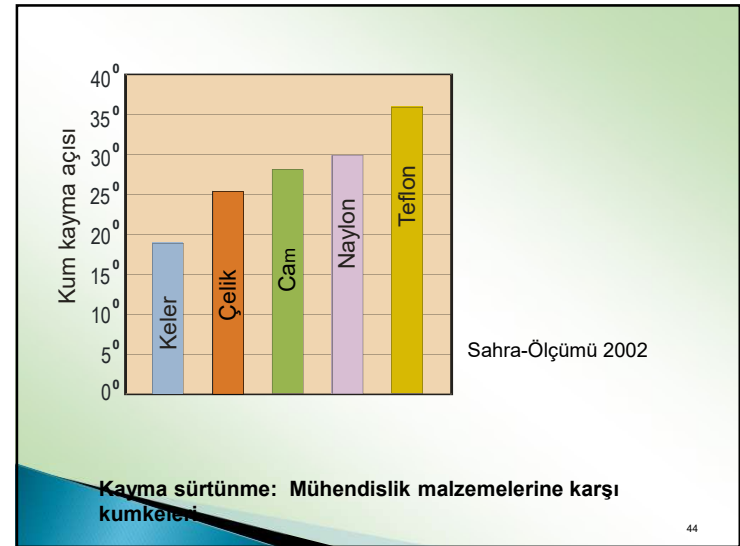
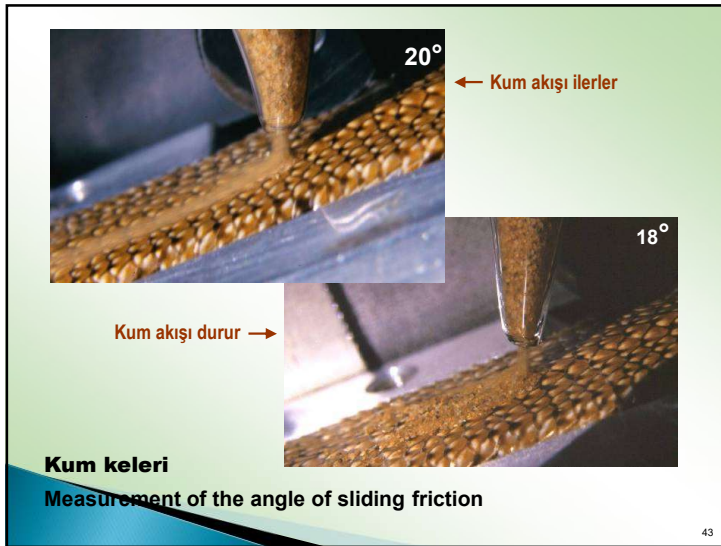
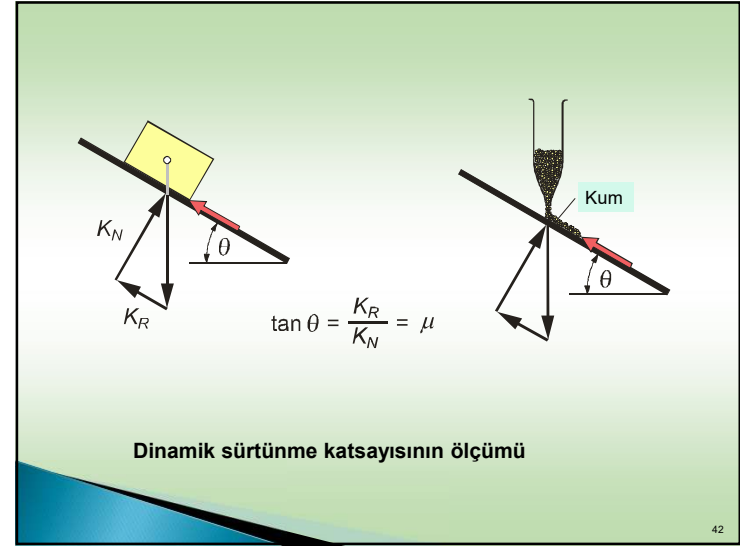
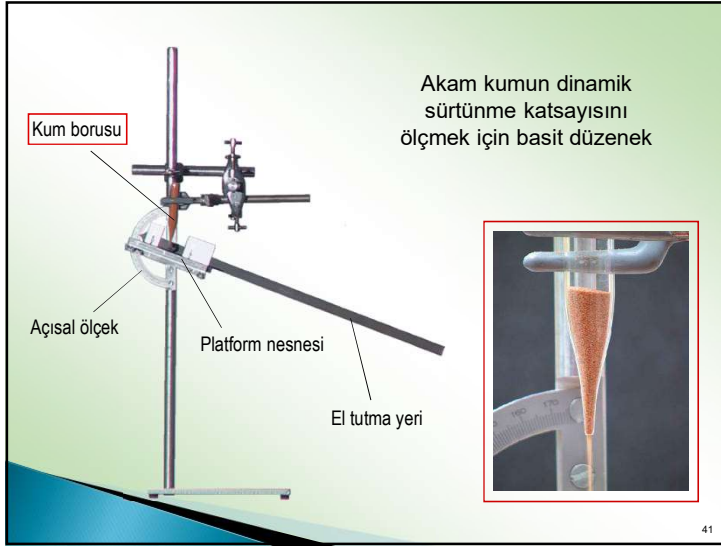
24

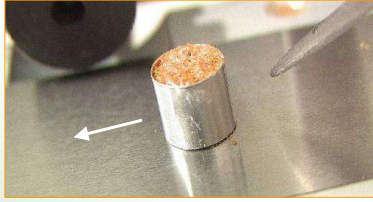






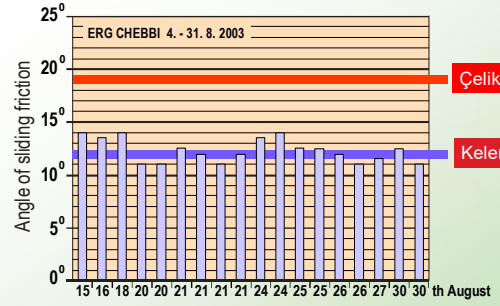






**Kum dolu silindirle
sürtünme ölçümü**

45



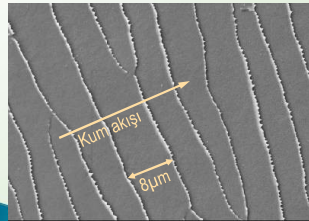
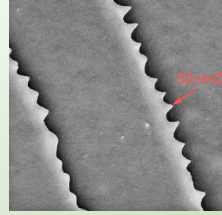
**Kum-silindir
ölçümleri 2003**



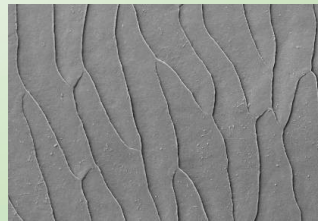
46



**Kumbalığı pulu elektron
mikroskop görüntüsü**

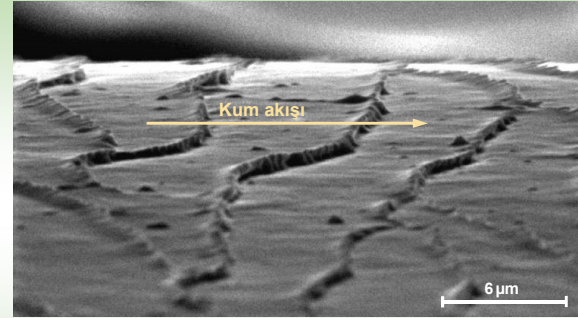


arkasında



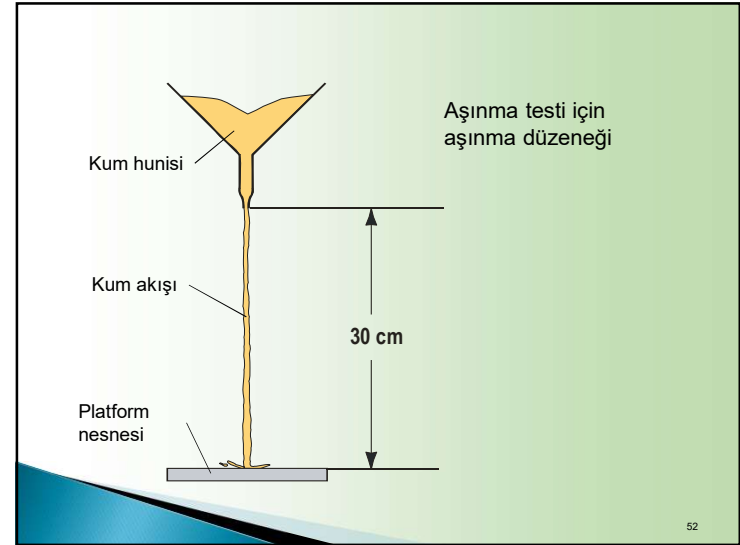
göbeğinde

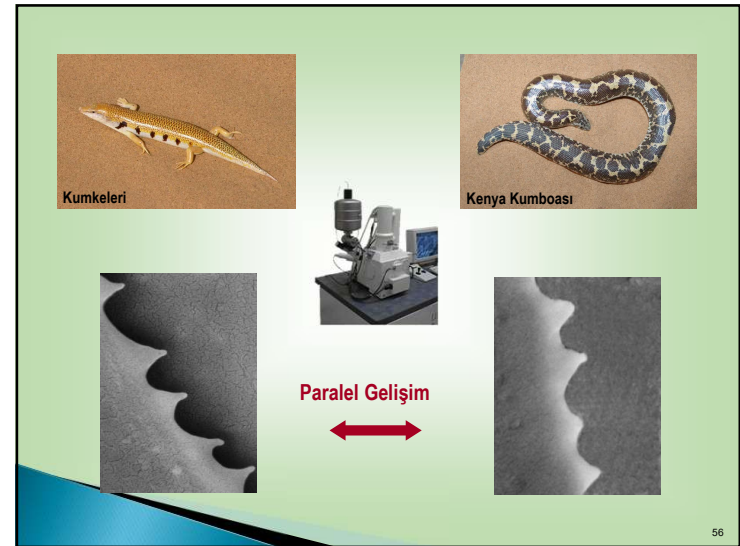
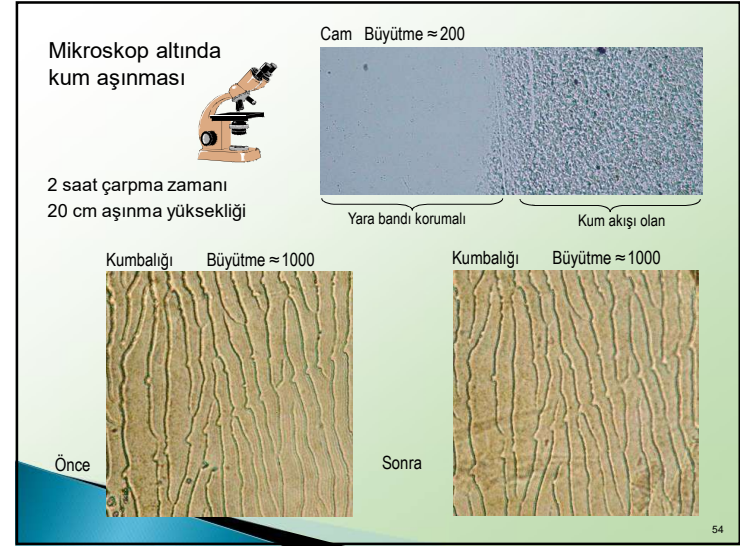
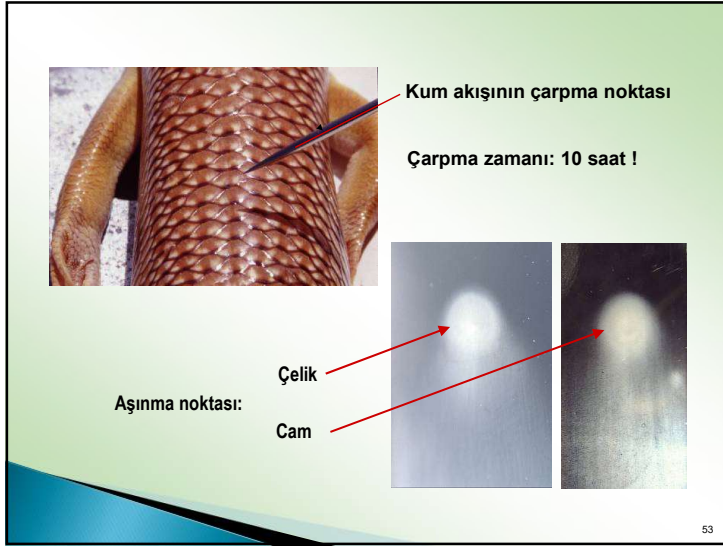
47



Nano eğiğin yatık görünümü

48





Aporosaura anchita



Namib çölünde
kuma dalan
kertenkele



Namib

57



Moğolca Ölüm kurdu
Allghoi khorkhoi

Gobi çölünde yaşar
(Moğolistan)

?



58

**Kum fırtınasında elektrik
yüklemesi**

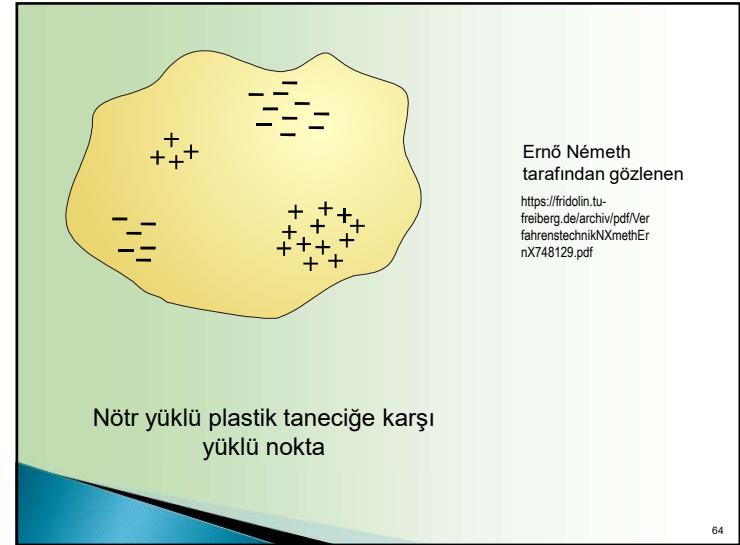
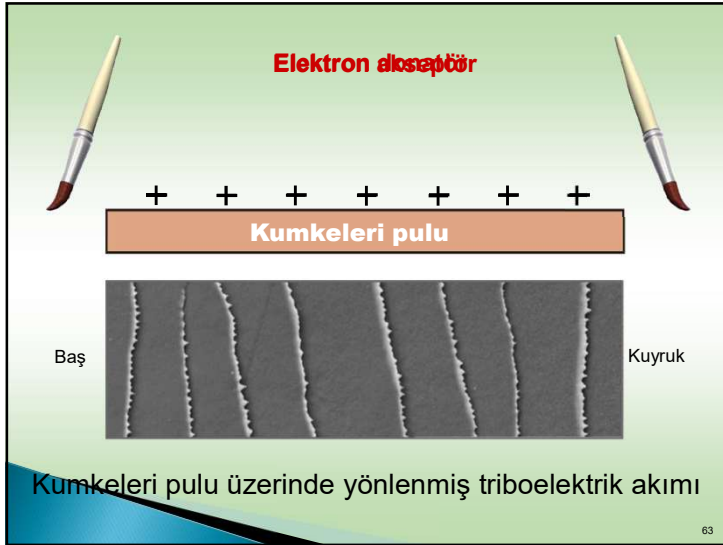
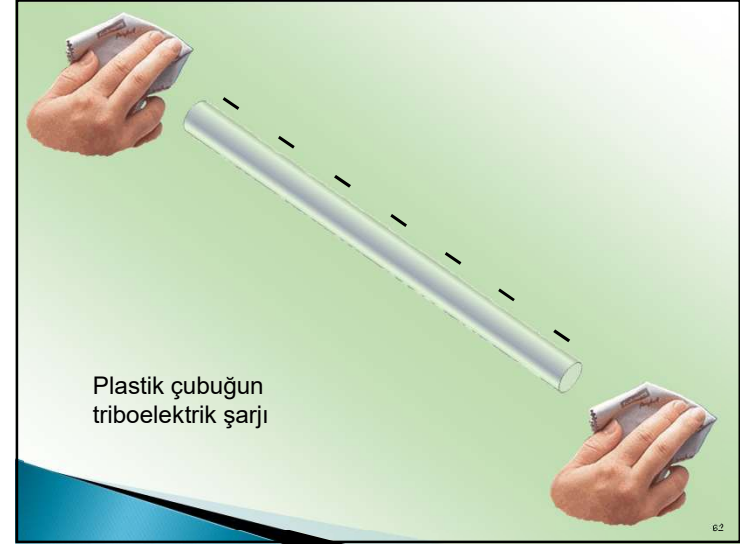
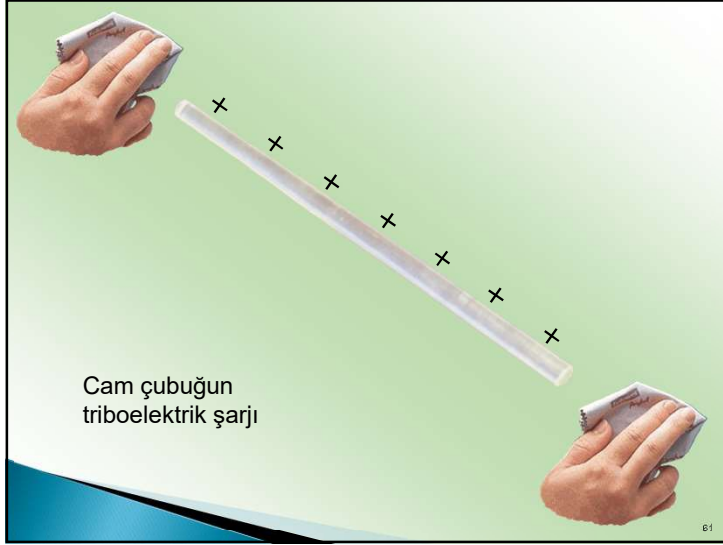


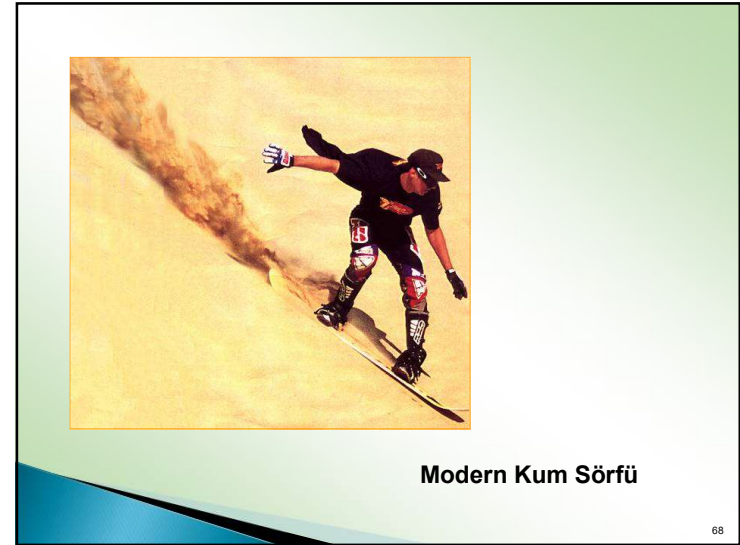
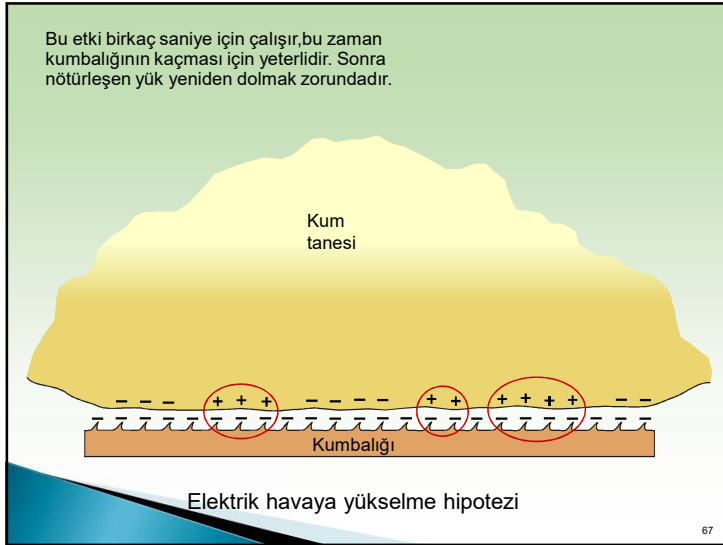
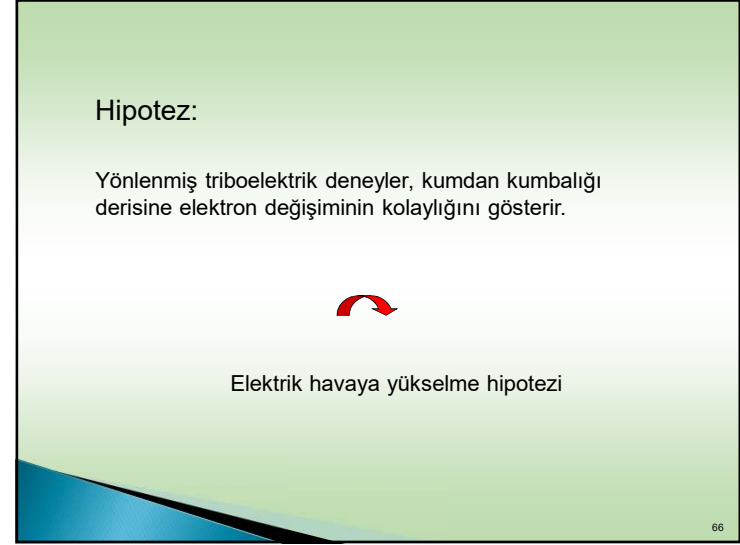
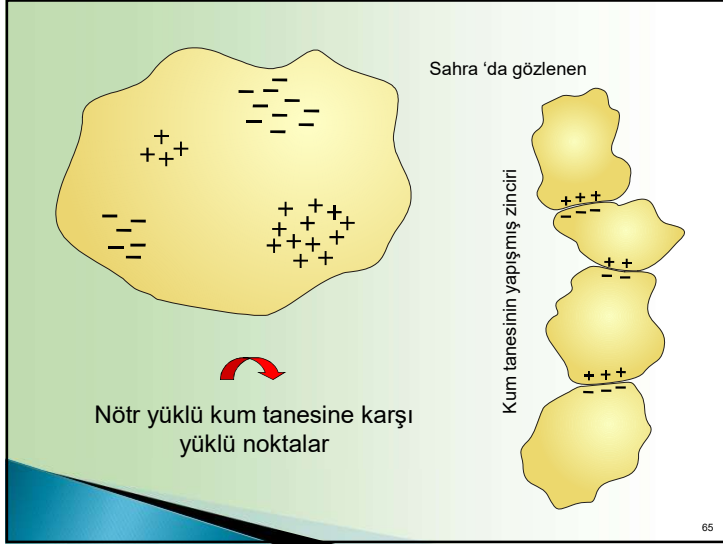
59



Bir kum fırtınasından sonra kumkelerinin arkasında deşarj kıvılcımı

60







Karanlık Böceği-Etkisi

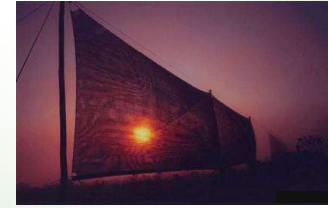
69



Doğa tarafından yapılan

Namib çölünde sis yakalama

ve



İnsan tarafından yapılan

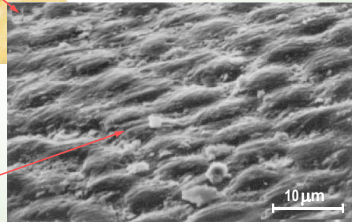
70



Namib çölündeki karanlık böceği
(*Stenocara sp.*)

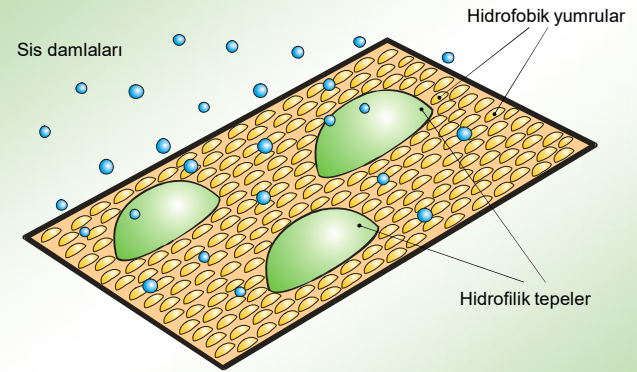
Hidrofilik tepe

Hidrofobik yumru ovası
Lotus-Effect® benzer

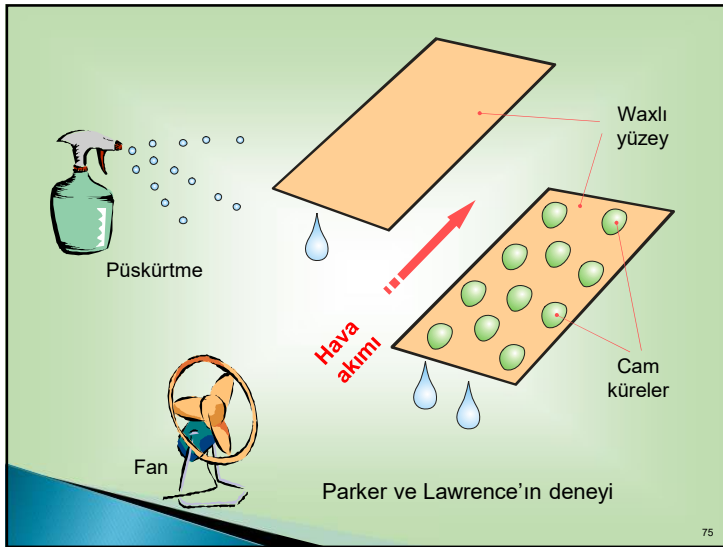
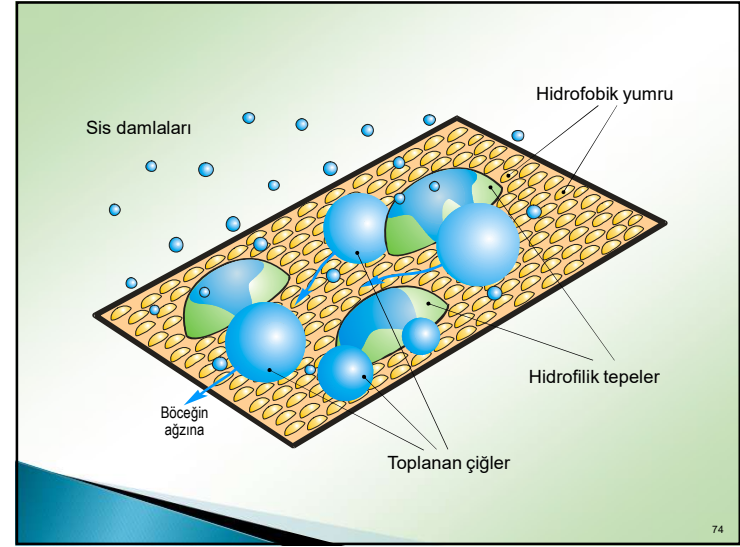
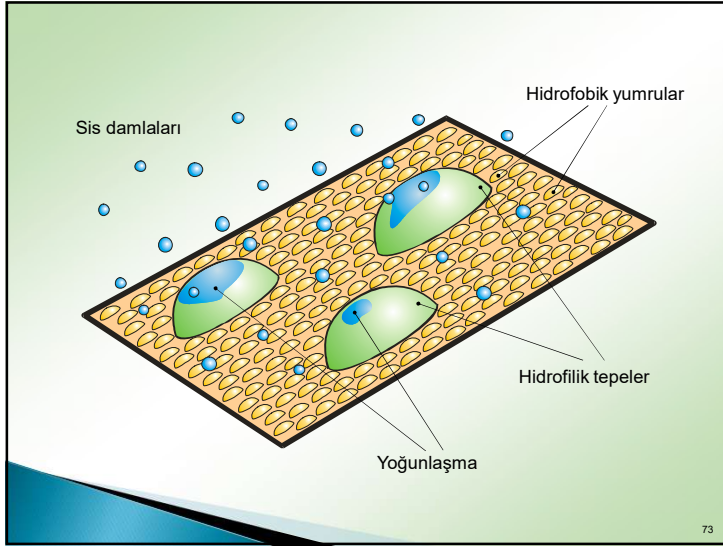


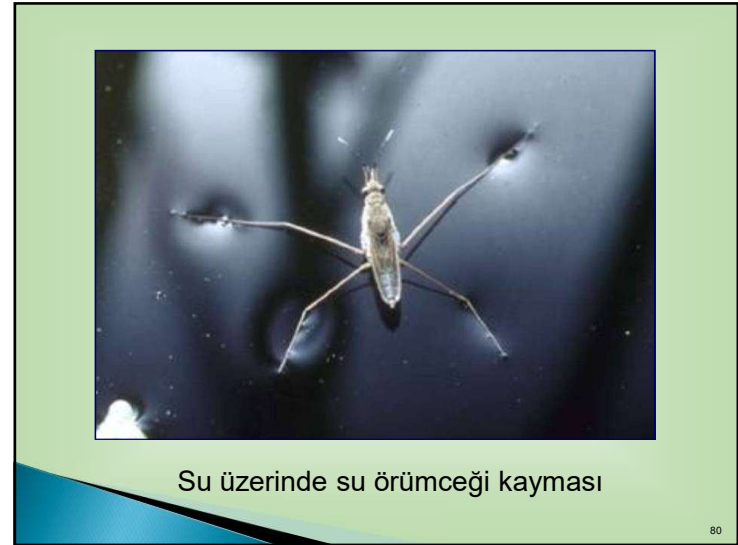
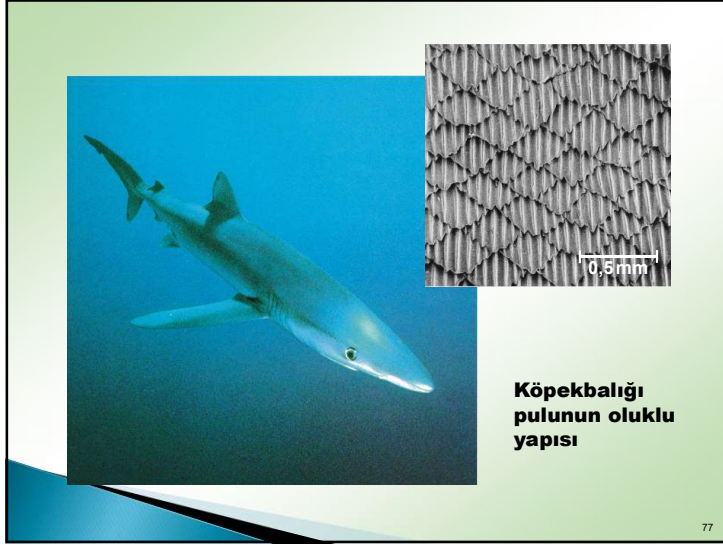
Andrew R. Parker and Chris R. Lawrence

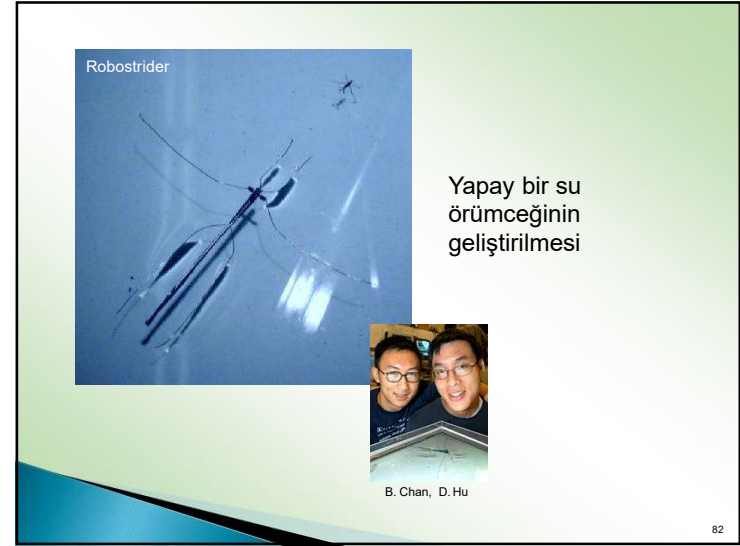
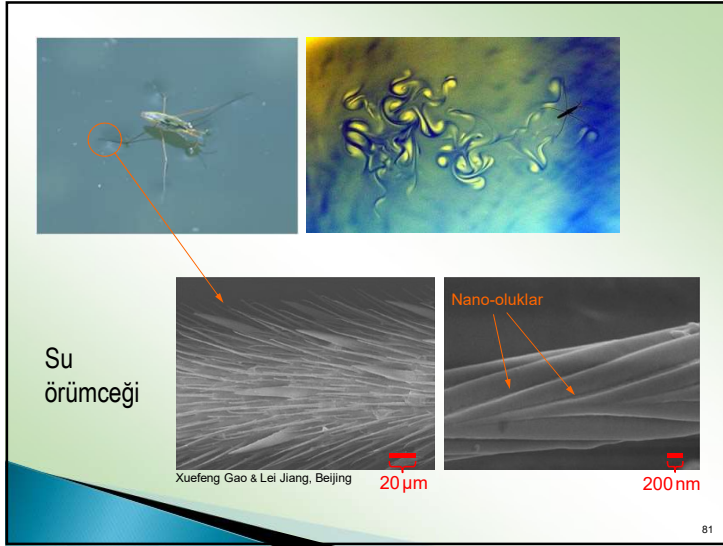
71



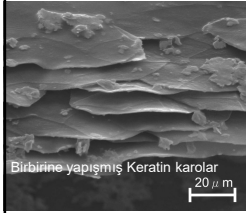
72







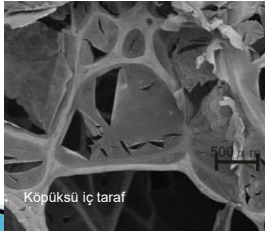
Tukan Gagası- Kuvvetli ve Hafif



Tukan gagasının dış tarafı, tüylerini, tırnaklarını ve burnuyla aynı olan keratinin üstüste yerleştirilmiş nanokarolarından yapılmıştır.



<http://www.nuthatch.birdnature.com/jan1897.toucan.html>



Gagasının iç tarafı ise membranlarla bağlanmış nanoboyutlu ağın katı bir köpüğünden yapılmıştır. Bu gaganın yüksek enerjili çarpmaları absorbe etmesini sağlar.

<http://search.eurokalert.org/e3/query.html?qt=toucan&col=ev3re&acc=ev3re>

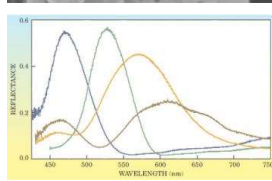
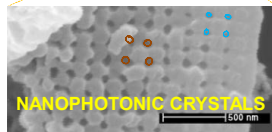
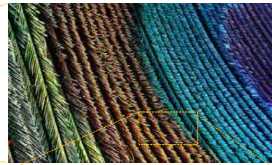
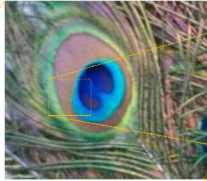
<http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.5b01001>

85

Doğa nanoölçekte ışığı kullanır



TAVUZKUŞUNDAKİ TÜYLER



10/30/2020 87

Rengi ne yapar?

Rengin muhtemel üç nedeni vardır:

1. Nedenlerden biri pigmenttir. Eğer renk pigment nedeniyleyse renk asla değişmez.



Örneğin, mavi alakarga daima mavidir. Pigment nanobilime dayanmamasına rağmen, rengi oluşturan diğer iki örnek nanobilime dayanır.

<http://accept.la.asu.edu/P/N/rgb/interfere/interfere.shtml>

88

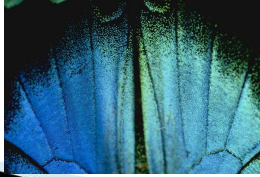
Renk nanoskopik olabilir mi?

2. Böcek ve kelebeklerin kanatlarının rengi ışığın saçılmasından meydana gelir.

İşık onların yüzeyindeki nanoyapılara çarpar. Bu nanoyapılar görünür ışığın dalgaboyundan daha küçüktür. (örneğin 400 nanometreden daha küçük)



Bu nanoyapılar beni sevimli yapmaz. Onlar akan su yardımıyla beni kirden temizlemeye yardımcı olur.!



<http://www.ecs.org/research/butterfly.html>

89

Renk yanardöner de olabilir !

3. Rengin üçüncü nedeni, ışığın farklı dalga boylarında girişimdir. (sudaki petrolün olması gibi).

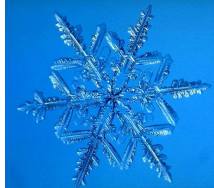
Nanotaneceklerden yapılan ince filmler, 400 nanometreden daha küçüktür, ışık onlara çarptığında renkler (gökkuşağında olduğu gibi) girişim yapar.

Girişen renkler objeye farklı açılardan baktığınızda size değişik görünür

<http://acep.la.asu.edu/PIN/dg/interfero/interfero.shtml>
<http://www.pifa.gatech.edu/faculty/mohan/MSLAB-research/nanobiophysics.htm>

90

Kar taneleri



<http://www.its.cornell.edu/~atomic/snowcrystals/photos/photos.htm>

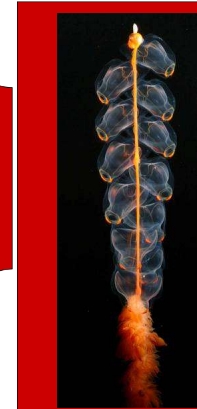
91

Denizanası Işığı

Sifonofor olarak (siphonophore) adlandırılan omurgasız denizanası, avlarını çekmek için nanoölçekte oluşan kırmızı biyoluminesans ışığı kullanır.

Su altında kırmızı ışık kolay görünmeyeceği için kırmızı ışığı kullanması tuhaf değil mi ?

<http://www.coml.org/medres/high2005/highlightimages.htm>





Hippo terleme Nanobilimle ilgili midir?



<http://www.pbs.org/kratts/world/africa/hippo/index.html>

Hippo terleme 200–600 nm aralığındaki ışığı absorbe eden bileşiklere sahiptir. Bu bileşikler hipponun cildini güneş ışığından korur.

Hippo terlemedeki bileşiklerden birisi de hipposudorik asit (hipponun cild salgısındaki kırmızı bir pigmenttir) olup bakteri gelişimini engeller ve hidrofildir.

<http://hubb.ark.org/newsroom/2013/09/20/hippo-nanotech.html>