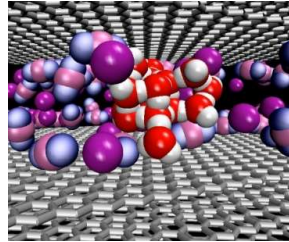
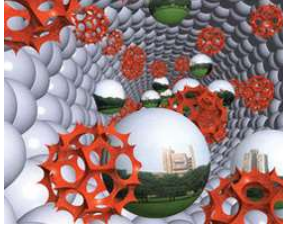
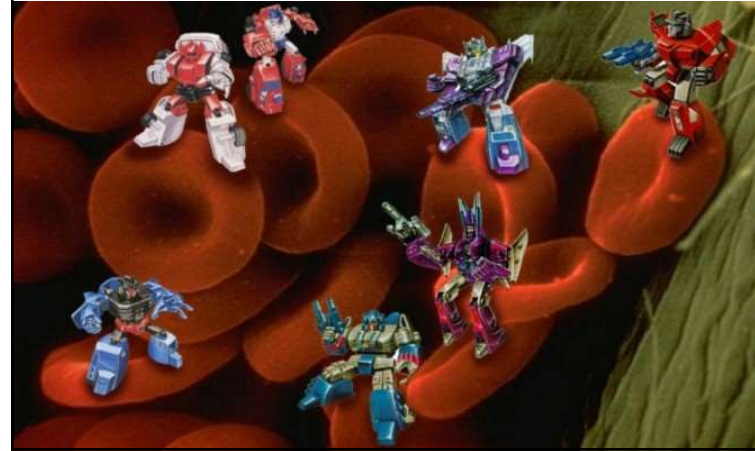


## Nanoteknolojiye Giriş



Prof. Dr. Atilla Evcin  
Malzeme Bilimi ve Mühendisliği  
Bölümü

## Welcome to Nanoworld



## Nanoteknolojiye Giriş

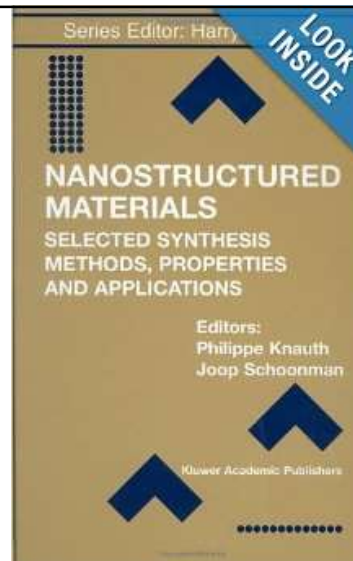
- 1. Nanoteknolojiye Giriş
- 2. Doğadaki Nanoteknoloji
- 3. Nanoteknolojinin Tarihi
- 4. Nanoboyutlar
- 5. Nano Etkinin Temelleri
- 6. Nanomalzemelerin Üretim Süreci
- 7. Nanoteknolojinin Uygulamaları
- 8. Nanotip
- 9. Nanobiyomalzemeler
- 10. Nanoteknoloji ve Enerji
- 11. Nanoteknoloji ve Uzay
- 12. Nanoteknoloji ve Kozmetik
- 13. Karakterizasyon Teknikleri

- Arasınava % 30
- Ödev/Seminer % 20
- Final Sınavı % 50

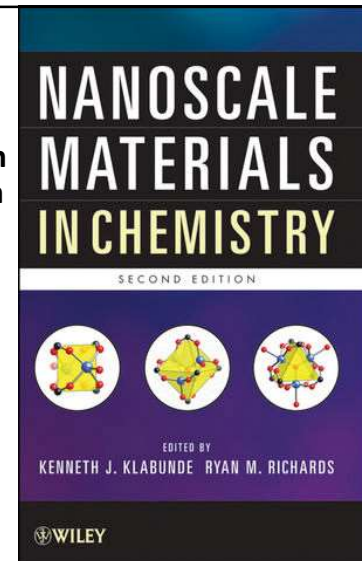
Numarası	Adı Soyadı	Telefon	Mezuniyet	Konu

## Kaynaklar

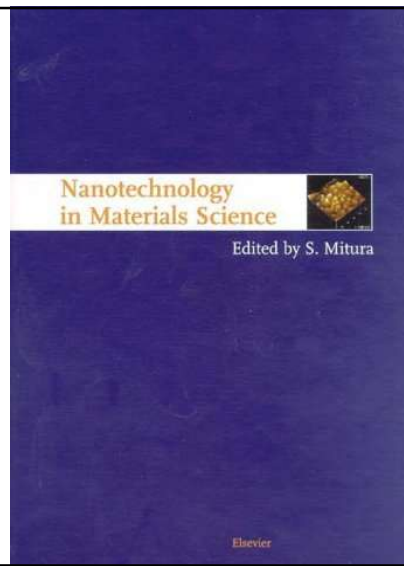
- *Selected Synthesis Methods, Properties and Applications*,
- Ed. Philippe Knauth,
- KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS,
- 2002



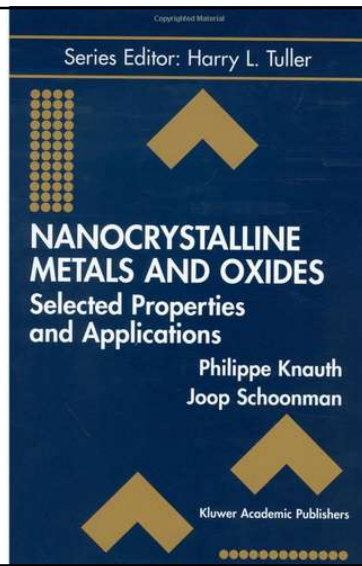
- **Nanoscale Materials in Chemistry, 2nd Edition**
- [Kenneth J. Klabunde](#) (Editor), [Ryan M. Richards](#) (Editor)
- John Wiley & Sons, Inc., Publication,
- 2001



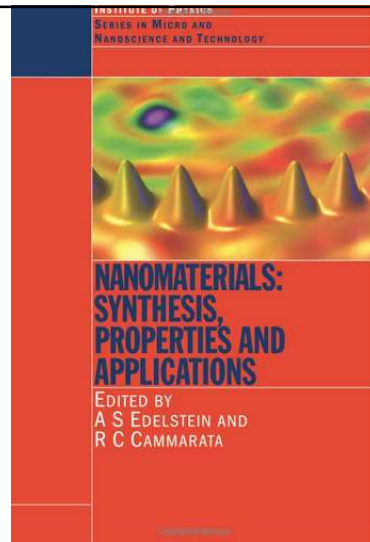
- **Nanomaterials**
- [S. Mitura](#)
- Pergamon Press Inc
- 2000



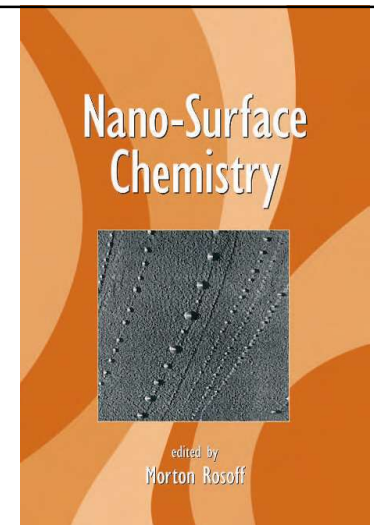
- **Nanocrystalline Metals and Oxides: Selected Properties and Applications (Electronic Materials: Science & Technology)**
- [Philippe Knauth](#) (Editor), [Joop Schoonman](#) (Editor)
- Springer
- 2002



- **Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Second Edition**
- [A.S Edelstein](#) (Editor), [R.C Cammaratra](#) (Editor)
- Taylor & Francis
- 1998



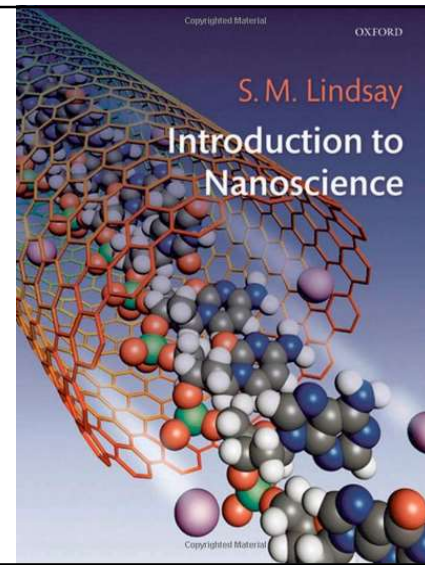
- **Nano-Surface Chemistry**
- Ed. Morton Rosoff
- Marcel Dekker, Inc.
- 2002

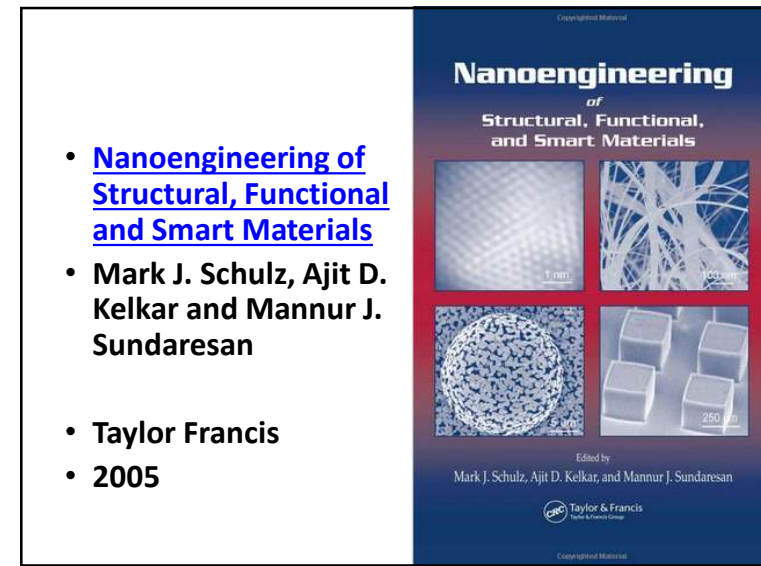
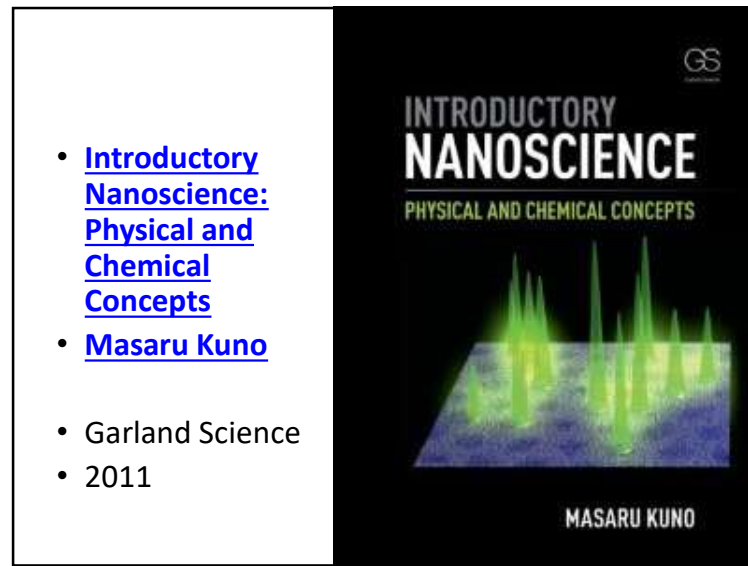
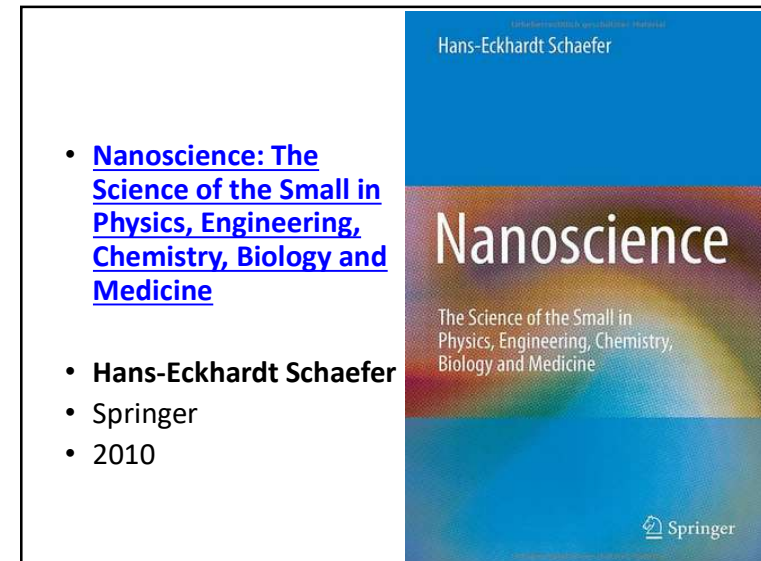
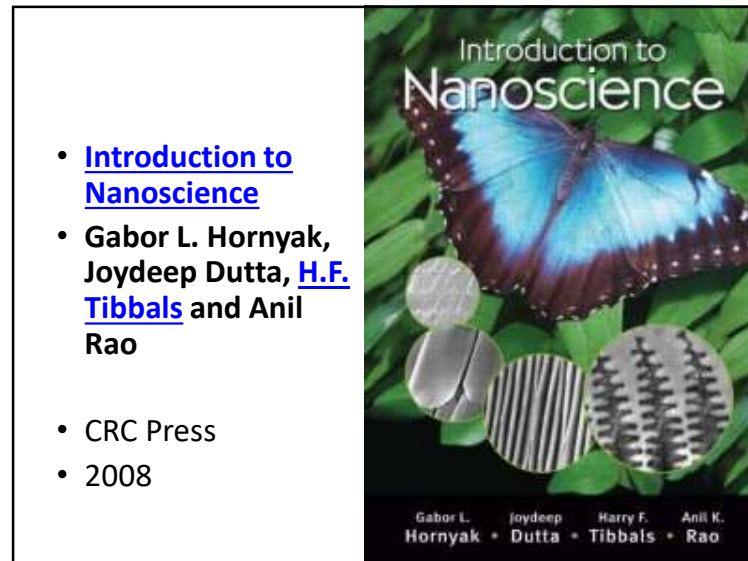


- **Handbook of Nanoscience, Engineering, and Technology, Third Edition**
- Ed. William A. Goddard III, Donald Brenner, Sergey Edward Lyshevski, Gerald J Iafrate
- CRC Press
- 2012



- **Introduction to Nanoscience**
- **Stuart Lindsay**
- Oxford University Press, USA
- 2009







## Bu derste tartışacağımız şeyler :

- Nanoyapılar ne büyüklüktedir ?  
Nanoboyut altındaki ölçeğe inme
- Nanoyapılar nasıl yapılır?  
Üretim ve sentez
- Onları nasıl görebiliriz?  
Görüntüleme ve karakterizasyon
- Neden önemsiyoruz?  
Bilim, teknoloji ve topluma uygulama

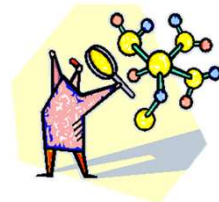
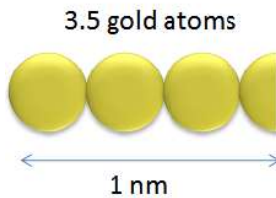
## Nesneleri neden küçük yapmak istiyoruz ?

- Onları daha küçük ölçekte üreterek; daha ucuz, daha küçük, daha hızlı ve daha iyi yapmak için. (Elektronikler, katalizörler, su saflaştırma, güneş hücreleri, kaplamalar vd.)
- Bilim ve teknolojiye yeni ufuklar katmak için. (Kuantum davranışı ve diğer etkiler.)

## Nanoteknoloji

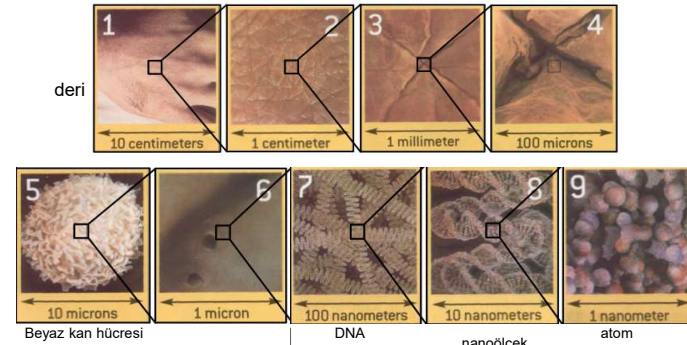
- Nanoteknoloji, kabaca 1 ile 100 nm boyutlarındaki maddelerin kontrolü ve anlaşılmasıdır.

1 nanometre =  $1 \times 10^{-9}$  m



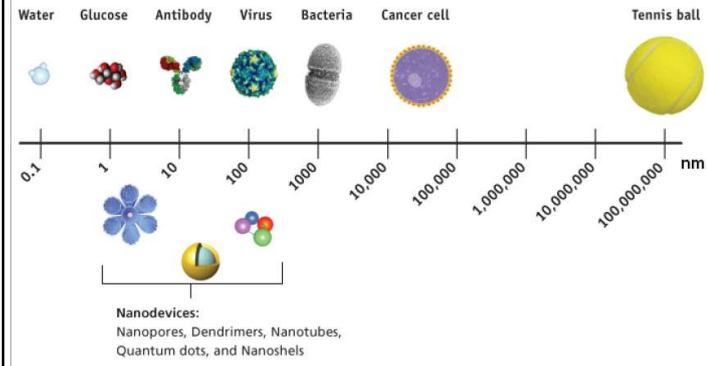
## Bir Nanometre ne kadardır?

- Bir insan saçını hayal edin



Source: <http://www.materialsworld.net/nclt/docs/Introduction%20to%20Nano%201-18-05.pdf>

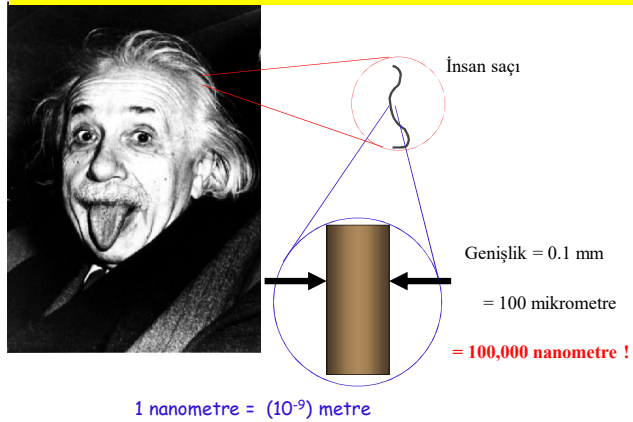
## Boyutu anlamak



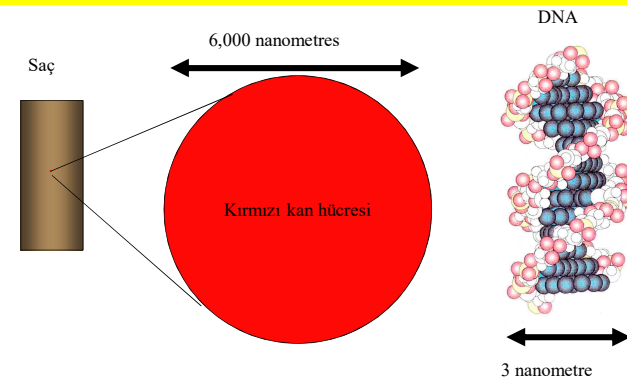
## Nanobilim

- Nanobilim, atomik, moleküler ve makromoleküler seviyede malzemelerin işlenmesi ve özelliklerini inceleyen disiplinlerarası bilim dalıdır.
- Daha büyük ölçeklerde madde özellikleri belirgin derecede farklıdır.

## Nanoyapılar ne kadar küçüktür?



## Daha da küçük

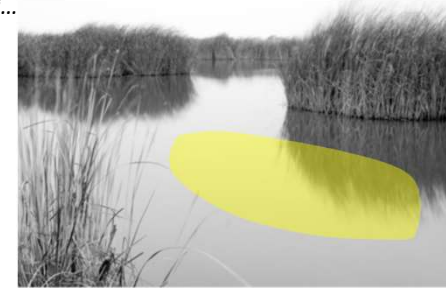




İlk Nanoteknolojist ?

Benjamin Franklin'in William Brownrigg'e mektubundan alıntı (Kasım 7, 1773)

...Clapham'da, ki orası halka açık büyük bir gölettir, bir şişe petrol getirdim ve suyun üzerine küçük bir miktar damlattım. Yüzey üzerinde hızlı bir şekilde şaşkırtıcı biçimde kendiliğinden yayıldığını gördüm. Petrol bir çay kaşığı kadar bile yoktu. Ki olağanüstü bir şekilde yayıldı ve karşı tarafa kadar genişledi. Neredeyse göletin dörtte birini kaplamıştı. Belki de 4 acre (200m x 20 m)...Pürüzsüz bir cam gibi...



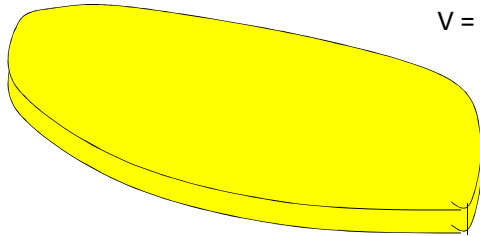
... Bir çay kaşığından bile fazla olmayan petrol...

... Belkide yarım Acre (4047 m<sup>2</sup>)

**Petrol filmi ne kadar incedi ?**

$$\text{Hacim} = (\text{Alan})(\text{Kalınlık})$$

$$V = A t$$



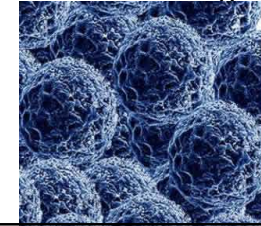
## Nano boyutla ilgili örnekler

- Tırnaklarımız saniyede 1 nm uzarlar.
- Bir toplu iğnenin başı yaklaşık 1 milyon nm'dir.
- Bir insan saçı yaklaşık 80.000 nm çapındadır.
- Bir DNA molekülü yaklaşık 1-2 nm genişliğindedir.
- Son nesil Pentium Core Duo işlemcisinin transistörü 45 nm'dir.

## “Nano”yu özel yapan nedir ?

- Nano çok çok küçüktür ama neden özeldir ?
- Nanobilim ve nanoteknolojiyi malzeme, mühendislik ve ilgili bilimlerde böylesine gelecek vaad eden birçok neden vardır.
- İlk olarak nanometre ölçeğinde maddenin enerji gibi özelliği değişir. Bu tamamen kuantum etkileriyle fiziksel olarak açıklanan nanomalzemenin küçük boyutunun bir sonucudur.

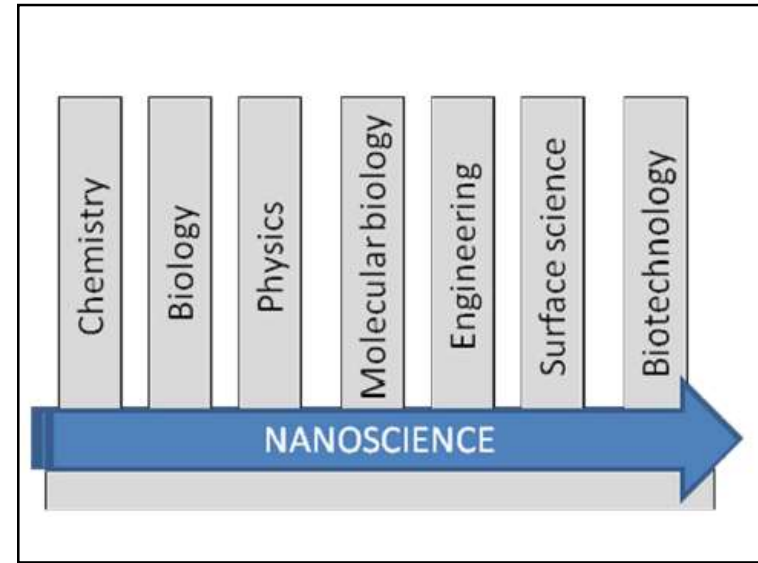
- Nano boyuttaki bir malzemenin özellikleri, aynı malzemenin bulk formundaki özelliklerinden tamamıyla farklıdır.
- Örneğin ; bulk gümüş toksik değildir, halbuki gümüş nanotaneçikleri temas ettiğinde virüsleri öldürebilir.



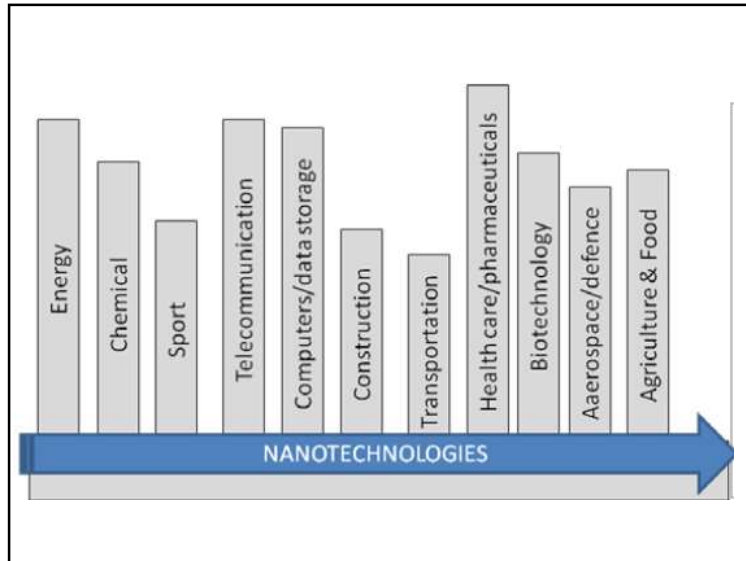
- Aynı şekilde
  - Elektriksel iletkenlik
  - Renk
  - Mukavemet
  - Erime noktası

gibi birçok özelliği nano seviyeye indiğinde değişir.

- Aynı metal nanoseviyede yarıiletken veya yalıtkan olabilir.







## Nanoteknoloji Dili

Aman Allah'im!

- Nanobio
- Nanodots
- Nanowires
- Nanoelectronics
- Nanobots
- Nanomaterials
- Nanochondria

6

### Doğadaki nanobilim : Büyük bir başlangıç noktası

MACRO

MICRO

NANO

### The Scale of Things – Nanometers and More

#### Things Natural

#### Things Manmade

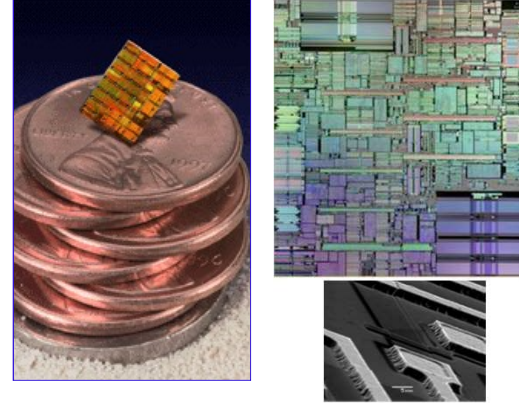
#### The Challenge

Fabricating and combining systems in building blocks to make a digital device. Consider e.g. a photoresist with a resolution of 100 nm and a layer thickness of 100 nm.

### Nanoteknoloji disiplinler arası ve birçok endüstriyi etkileyen bir bilimdir.

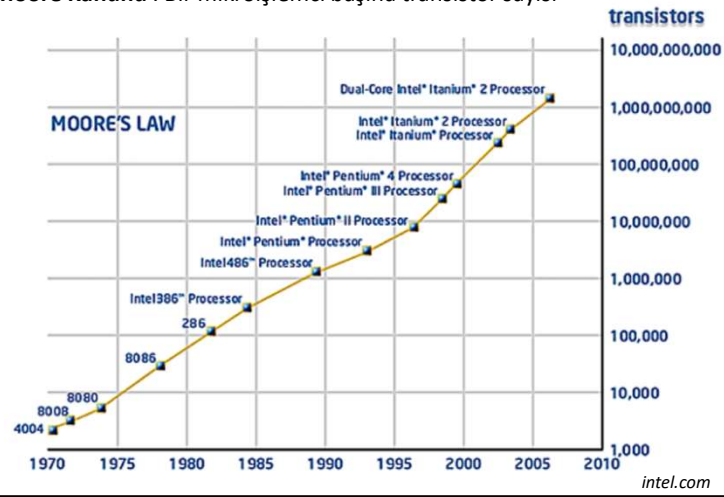
- Physics
- Chemistry
- Biology
- Materials Science
- Polymer Science
- Electrical Engineering
- Chemical Engineering
- Mechanical Engineering
- Medicine
- And others
- Electronics
- Materials
- Health/Biotech
- Chemical
- Environmental
- Energy
- Aerospace
- Automotive
- Security
- Forest products
- And others

### Daha daha küçüğü yapmak !!! Örnek: Elektronikler-Mikroişlemciler



ibm.com

*Elektronikler daha iyiye doğru gitmektedir*  
**Moore Kanunu** : Bir mikroişlemci başına transistör sayısı



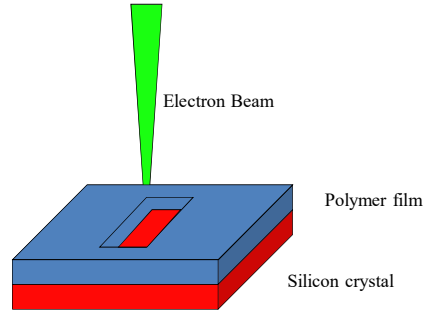
### Nanoyapıların yapımı: Nanofabrikasyon

- Top down'a karşı bottom up metodları



## Mikroskopik bir kalıp yapma

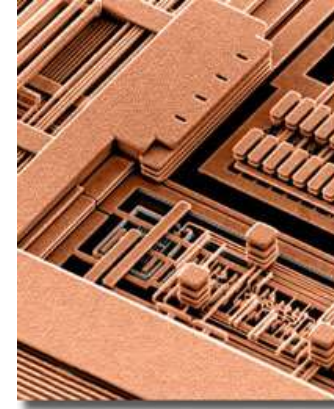
Örnek: Electron-Beam Lithography



**Nanoskopik Kalıp !**

## Litografi

IBM  
Copper  
Wiring  
On a  
Computer  
Chip



Patterned  
Several  
Times

## Bu noktaya nasıl geldik?

43

Yeni araçlar !

Araçlar değiştiği için ne görebilir  
ve ne gibi değişiklik yapabiliriz ?

## Nanoyapıları nasıl görebiliriz?



## Işık kullanarak görmek

- Çıplak insan gözü yaklaşık 20 mikron görebilir
- Bir insan saçı yaklaşık 50-100 mikron kalınlığındadır
- Işık mikroskopları 1 mikronu görmemize yardımcı olur

Sources: <http://www.cambridge.edu.au/education/PracticeITBook2/Microscope.jpg>  
[http://news.bbc.co.uk/1/mediat/760000/images/764022\\_red\\_blood\\_cells300.jpg](http://news.bbc.co.uk/1/mediat/760000/images/764022_red_blood_cells300.jpg)

## Işığı kullanarak görmek

- Bir ışık mikroskobu?  
Faydalı, ama 1000 nm altını çözümülemeyebilir



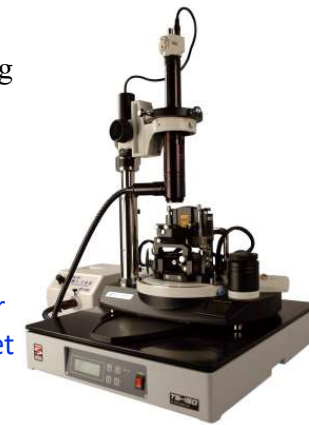
## Elektronları kullanarak görmek

- Bir elektron mikroskobu?  
Nanoölçekteki faydası uzun bir geçmişe sahiptir.
- 1930 larda keşfedilmiştir. 10 nm ye kadar nesnelere görmemizi sağlar



## Yüze dokunmak

- Taramalı prob mikroskobu (Scanning Probe Microscopy) ?  
Görüntüleme gelişmiş en yeni araç.
- 1980 lerde geliştirildi.
- Atom gibi gerçekten küçük şeyleri görebilir ve hatta onları hareket ettirebiliriz.



49

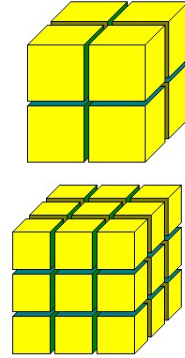
## Nanobilim son derece küçük şeyleri görmek ve hareket ettirmek midir ?

- Evet tabiki biz tüm bunları yapabiliriz. Ama hepsi bu kadar değildir.
- **Nanoölçekte malzemelerin özellikleri değişir!**

50

## Altın her zaman "altın" mıdır?

- Küp şeklindeki bir altını keselim
  - Eğer küp şeklinde saf bir altına sahipseniz ve bunu keserseniz her bir parça ne renkte olacaktır?
  - Eğer bunu yapmaya devam ederseniz (kesilen her bloğu yarıya bölerek) altın parçaları daime altın gibi mi görünür?

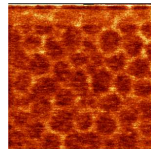


Source: <http://www.uwgb.edu/dutchs/GRAPHIC0/GEOMORPH/SurfaceVol0.gif>

51

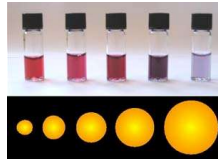
## Nanoaltın

- Güzel... Küçük ölçekte tuhaf şeyler olmakta
  - Eğer altın parçalarını nanoölçeğe inene kadar kesmeye devam ederseniz artık altın gibi görünmez ve rengi **KIRMIZIDIR!**
  - Gerçekten boyuta bağlı olarak nesnelere **kırmızı, mavi, sarı** ve diğer renklere dönüşebilir.
- Neden ?
  - Malzemelerin farklı kalınlıkları ışığı farklı yansıtır ve absorbe eder.



12 nm altın tanecikleri

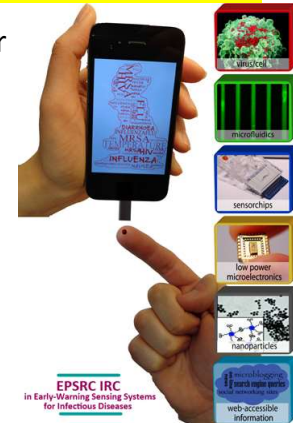
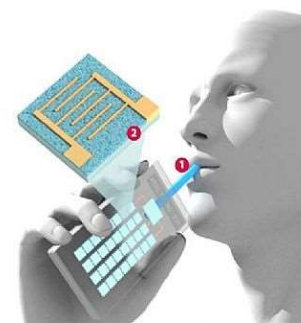
Diğer boyut ve renkler



Source: [http://www.nano.uts.edu.au/pics/au\\_atoms.jpg](http://www.nano.uts.edu.au/pics/au_atoms.jpg)

## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Medikal tanıda nanosensörler





## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Süper insan olma isteği



## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- İnsan beyin kapasitesini geliştirme



## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Antibakteriyel çoraplar



## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Gıdaların ambalajlanmasında nanoteknoloji



## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Teknelerin kaplanması



## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Nanotaneçiklerle kanser terapisi



## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Nanotaneçiklerle güneş ışınlarından korunma



## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Tasarruf ampulleri



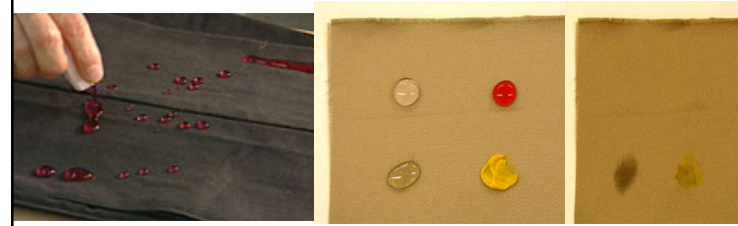
## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Nano bazlı solar cell



## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Leke tutmayan kumaşlar



Sources: [http://www.sciencentral.com/articles/view.php3?article\\_id=218391840&cat=3\\_5](http://www.sciencentral.com/articles/view.php3?article_id=218391840&cat=3_5)  
<http://mrsec.wisc.edu/Edetc/IPSE/educators/activities/nanoTex.html>

## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Otomobiller için koruyucu boyalar
  - Su ve kir tutmayan
  - Çizilmeyen
  - Daha parlak renkler
  - Gelecekte renk kendiliğinden değişebilir ve kendini yenileyebilir mi?



63  
Sources: <http://www.supanet.com/motoring/testdrives/news/40923/>

## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Hava kirliliğini azaltan binalardaki nanoboyalar
  - UV ışına maruz kaldığında boya içindeki titanyum dioksit ( $\text{TiO}_2$ ) nanotaneçikler organikleri ve inorganikleri parçalar ve kirlilikler yağmurla yıkanır.
  - Formaldehit gibi hava kirlenici tanecikler bozunur.

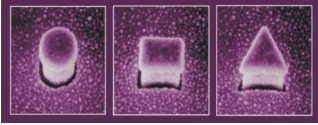


Hava temizleyen binalar ?

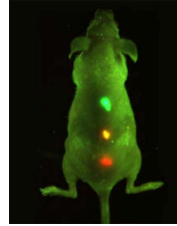
64  
Sources: <http://english.eastday.com/eastday/englishedition/metro/userobject1a1710823.html>

## Nanobilimin hayatımızdaki rolü ?

- Kuantum noktalar UV ışıktan parlak
  - Fareye enjekte edilip tümörlerde toplanır
  - 10-100 kadar kanser hücresinde yerleşebilir



Quantum Dots: Nanometer-sized crystals that contain free electrons and emit photons when submitted to UV light



Fareler üzerinde denenen tümörlerin erken teşhisi

Sources: <http://vortex.tn.tudelft.nl/grkouwen/qdotsite.html>  
<http://www.whitaker.org/news/nie2.html>

**Ve bu gibi binlerce örnek  
hayatımıza hergün girmekte**