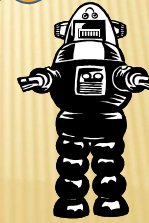
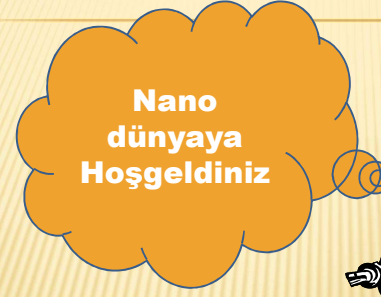




NANOMALZEMELER VE NANOTEKNOLOJİ

Prof. Dr. Atilla EVCİN



2

DERS MÜFREDATI

- * Nanomalzemelere ve Nanoteknolojiye Giriş,
- * Doğadan nanoteknoloji örnekleri,
- * Nanomalzemelerin üretim süreci:
- * Sol-jel yöntemi, jel şekillendirme.
- * Nanomalzemelerin özellikleri: elektrik ve optik, süper iletkenlik, manyetik, mekanik özellikler.
- * Nanomalzemelerin karakterizasyonu.
- * Nanopartikül üretim yöntemleri. Partikül sentezi.
- * Nanomalzemelerin uygulamaları. Özel nanomalzemeler: poroz silisyum nano yapılar, biyolojik Nanomalzemeler, ...
- * Nanomalzemelerin Geleceği

Nanoteknoloji, yeryüzündeki insanlar için geleceğe bir geçit mi ?



4

UZAY ASANSÖRÜ

- × **Japon** Obayashi şirketi, 36 bin kilometre yükseklikteki bir **uzay** istasyonuna çıkacak bir **asansör** projesi üzerinde çalıştığını açıkladı.

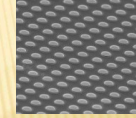
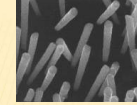
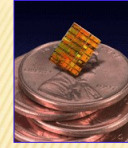


Obayashi şirketi şu anda, **Japonya**'nın başkenti **Tokyo**'da 634 metre ile ülkenin en yüksek binası unvanını alacak olan **Tokio Sky Tree (Tokyo Göküzü Ağacı)** adlı gökdelen inşaatına devam ediyor.

5

- × Maddenin kaç hali var?
- × Kaç boyut var?
- × Nano ne demek?
- × Ölçeği nedir?
- × Bilimin neresindeyiz????

İnternette sonra bilim GNR şeklinde önümüzdeki yıllarda gelişecektir.



Nanoteknoloji

Apollo programından bu yana en büyük bilimsel girişim



- × G:Genetik 10-20 yıl
- × N:Nanoteknoloji 20-50 yıl
- × R:Robotlar ve yapay zeka 50-100 yıl

“Bugünün bilim kurgusu genellikle yarının bilim gerçeğidir.” *Stephen Hawking*

SIRADAKİ BÜYÜK ŞEY ASLINDA ÇOK KÜÇÜK

1964 IBM System / 360 Mainframe



Central Units' Memory = 8 MB

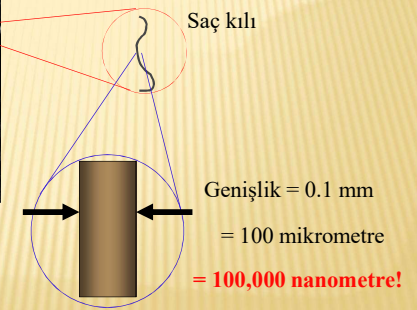
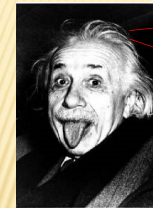
İlk Kişisel Bilgisayar



BOYUTU ANLAMAK

Ne kadar büyük (küçük)
şey hakkında konuşuyoruz
?

NANO YAPILAR NE BÜYÜKLÜKTEDİR?



BOYUTU ANLAMAK



× 1 metre

BOYUTU ANLAMAK



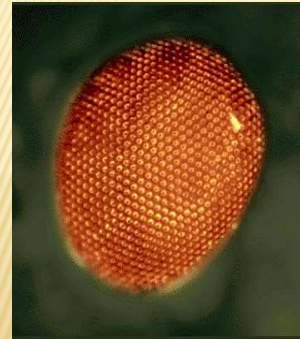
× 10 santimetre

BOYUTU ANLAMAK



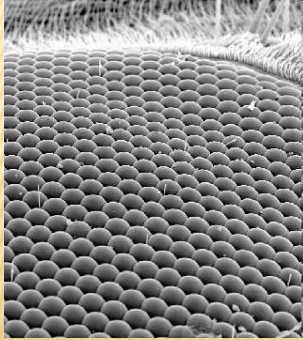
× 1 santimetre

BOYUTU ANLAMAK



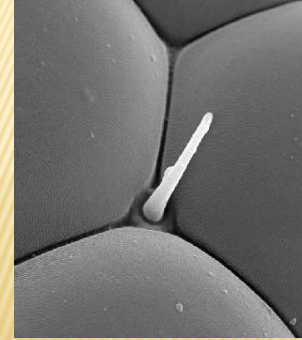
× 100 mikrometre

BOYUTU ANLAMAK



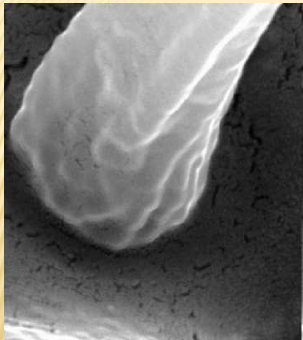
× 10 mikrometre

BOYUTU ANLAMAK



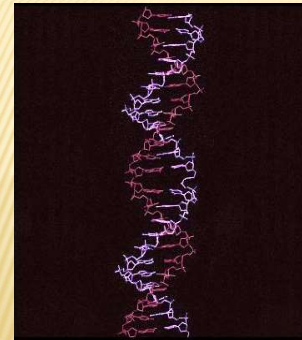
× 1 mikrometre

BOYUTU ANLAMAK



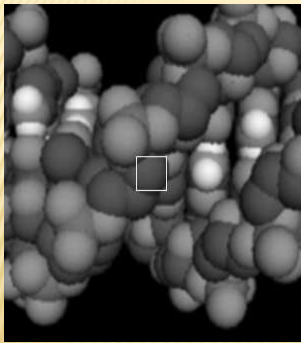
× 100 nanometre

BOYUTU ANLAMAK



× 10 nanometre

BOYUTU ANLAMAK



✗ 1 nanometre

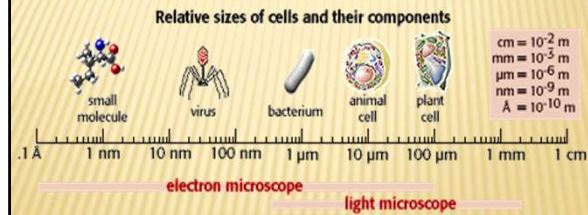
NANO NEDİR ?

Nano kelimesi Yunanca nannos kelimesinden gelir ve "küçük yaşlı adam veya cüce" demektir. Günümüzde nano, teknik bir ölçü birimi olarak kullanılır. Bir nanometre, metrenin milyarda birine denk gelir.

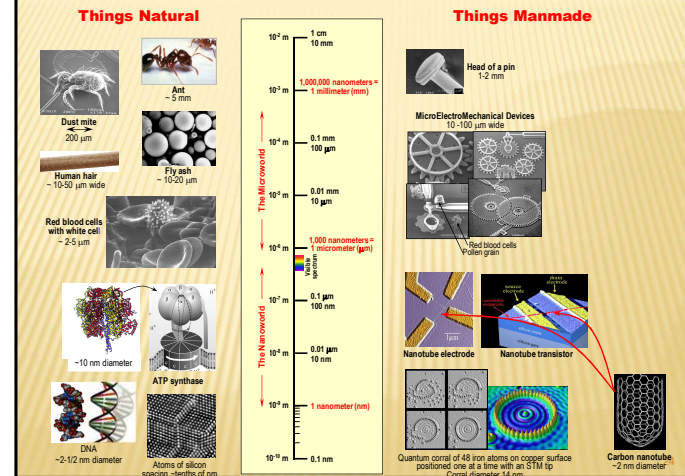
22

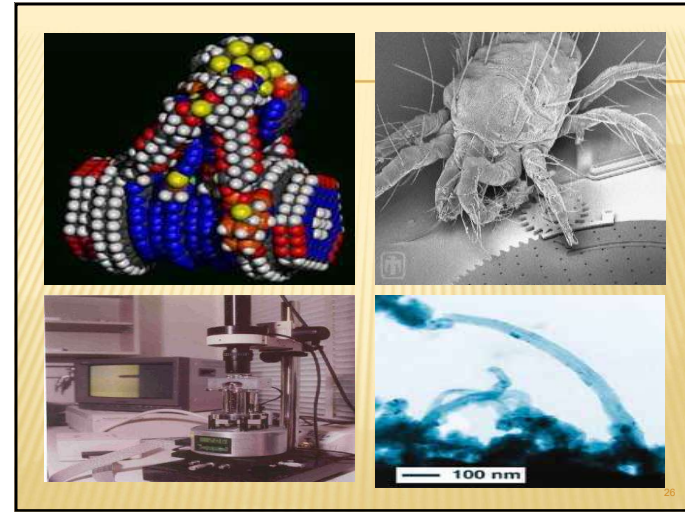
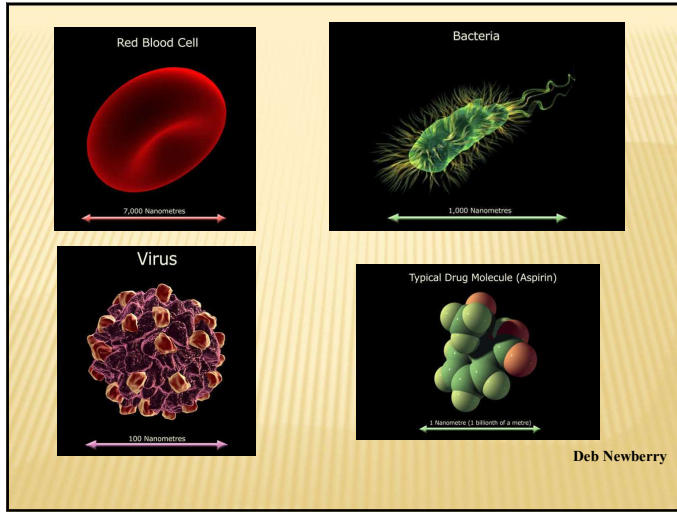
NANOMETRE.....(NM)

- 1 nanometre, metrenin milyarda biri kadardır. (10^{-9} m).



The Scale of Things -- Nanometers and More





✘ **Nanoteknoloji:** Atomları ve molekülleri tek tek işleme ve yeniden düzenleme yoluyla kullanışlı,materyal,araç ve sistem yaratma sanatı ve bilimi.

(Örn:elmas-kömür)
Hassas nokta maddenin moleküler yapısını değiştirmek ve atomunu işlemeyi başarabilmektir.Her endüstri gibi malzeme de bu furyadan nasibini alacaktır.

- ### NANOTEKNOLOJİ VE NANOMALZEME ÇEŞİTLİLİĞİ
- Nanokristalin malzemeler
 - Nanotancıklar
 - Nanokapsüller
 - Nanogözenekli malz.
 - Nanofiberler
 - Nanoçubuklar
 - Fullerenler
 - Nanotüpler
 - Nanoyaylar
 - Nanokemerler
 - Dendrimerler
 - Moleküler elektronikler
 - Kuantum noktaları
 - NEMS
 - Nanoakışkanlar
 - Nanofotonik
 - Nanomagnetikler
 - Nanoüretim
 - Nanolithografi
 - Nanooptik
 - Nanotıp
 - Nano-biyo

ÖNDERLER



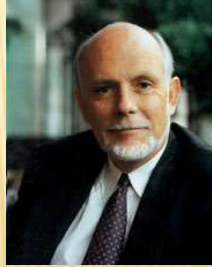
× Feynman

Maddenin atomik katmanda işlenebilmesi olasılığı (1959) Nobel Ö



Drexler

İlk nanoteknoloji terimini kullanan kişi



Smalley

nanoüretimin babası Nobel ödüllü.

29

"Aşağıda Daha Çok Yer Var"

- × Feynman bu konuşmasında atomları ve molekülleri kontrol etmeyi becerebileceğimizden, bunu yapabilmek için de yeni aletlere ihtiyacımız olduğundan bahsetmiştir.
- × Atomik seviyede yer çekimi kuvvetinin öneminin azalacağına, Van der Waals gibi zayıf kuvvetlerin öneminin artacağını da belirtmiştir.

30

- × Kaliforniya'daki Foresight Enstitüsü başkanı Dr. Eric Drexler, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'ndeki (MIT) eğitimi sırasında, **biyolojik sistemlerden esinlenerek molekül sel makineler yapılabileceğini önermiş** ve **nanoteknoloji** kelimesini ilk kez ortaya çıkarmıştır.

31

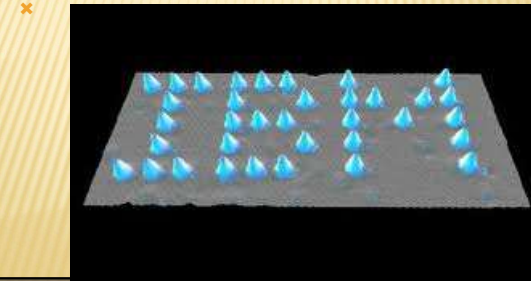
- × **Richard Errett Smalley** (6 Haziran, 1943 - 28 Ekim, 2005), **nanoteknolojinin** kurucuları arasında sayılan **ABD'li Kimya, Fizik ve Gökbilimi** profesörü.

1996 Yılında, **buckminsterfullerene** ("buckyballs") adı verilen **yeni bir karbon** türü buluşundan ötürü, **Robert Curl** ve **Harold Kroto** ile birlikte **Kimya** dalında **Nobel Ödülünü** kazandı.

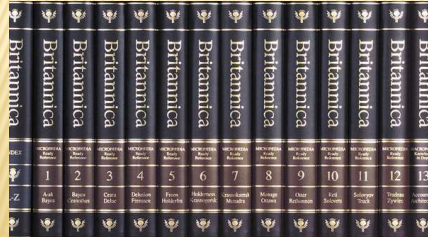
32

- × **2015-2020** yıllarında nanoteknoloji pazarının ABD'de **1 trilyon USD'ye** ulaşacağı söyleniyor.
- × Şu an ABD'de yatırım **710 milyon USD**, tüm dünya'da ise 2 milyar USD dir.
- × 2001'de nanotek. **180** patent alınmış.
 - + Leke tutmayan kumaşlar,
 - + kırılmayan çizilmeyen camlar,
 - + çok etkili kozmetik ürünler,
 - + eskimeyen boyalar,
 - + dayanıklı arabalar ve
 - + çok kapasiteli hızlı bilgisayarlar vs vs.....

9.11.1989 da D.Eigler ve E.Schweizer 35 xenon atomu ile IBM logosunu yapmışlardır.Buradaki nokta işaretine 350 milyon tane sığdırılabilmektedir.



- ?
- × Harfleri 10 nm boyutunda basarsak Britanica (30 bin sayfa) ansiklopedisini toplu iğne başına sığdırabiliriz. Toplu iğne başı milyonlarca nanometre.



- × 100-1000 atomluk bir çalışma alanında çalışılıyor.Boyut küçüldükçe hız artar. Bilinmeyen özellikleri çıkar,iletkenliği değişir, dayanıklılık, esneklik vs kazanır.
- × (STM) IBM 1981
Atomik güç mikroskobu
Yüksek performanslı nükleer manyetikrezonans NMR
Nano işleyici (3rd Tech Firması)
Scanning tunnelling Microscopy (STM) atomu
2000 kat büyütebilen bir alet

SORUNLAR

- ✘ 1)Atomları bir araya çekmek veya uzaklaştırmak için yüksek enerjiye ihtiyaç vardır.
- ✘ 2)Atomları manipüle eden aletlerde atomdan yapıldığı için reaksiyon verebiliyorlar ve oynadığınız atom yerinde kalamıyor (yapışıyor).
- ✘ 3)Kullanılan araçların manipüle edilen atomlardan daha büyük olması ve birden fazla atomu bir arada tutmanın zorlukları.

NANOTEKNOLOJİNİN TARİHİ

Nanomalzemelerin Tarihi

Lycurgus kadehi 4th yüzyıl.
Yansıttığı ışık yeşil görünür ve eğer ışık direk içine yönlendirilirse kırmızıdır
(camın içinde 70 nm gümüş ve altın tanecikleri)

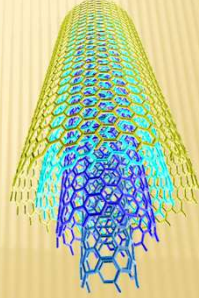


Nanomalzemelerin Tarihi

- ✘ 60'lar-Feynman
- ✘ 1974 *Nanotechnology* kelimesi Nario Taniguchi, Univ. of Tokyo tarafından tanımlandı. --- 1 nm doğruluk ve hassaslığında ultra ince üretim teknolojisi
- ✘ 80'ler-Uygun mikroskopların geliştirilmesi:
- ✘ -Taramalı Tünelleme Mikroskobu (TTM)
- ✘ -Atomik Kuvvet Mikroskobu (AKM)
- ✘ 1985 yeni karbon formları keşfedildi C60 fulleren

Nanomalzemelerin Tarihi

- × 1991 Karbon nanotüpler keşfedildi (Sumino Iijima)



Nanomalzemelerin Tarihi

- × 2000, bilgisayarı 1000 kat hızlandıran DNA ya benzer motor yapıldı.

DNA motors can be attached to electrically conducting molecules – act as basic switches



Nature 406 (6796) 2000, 605-608.

Nanomalzemelerin Tarihi

- × 2001 prototip yakıt hücresi nanotüplerden yapıldı
- × 2002 Leke tutmayan pantolonlar üretildi (10-100 nm boyunda nanomalzeme içeren)

Niçin Küçük Daha İyidir?

Hafif

-Ucuz

- Daha fazla enerji verimi

- Çok küçük aralıklarda değişik özellikler

M. Deal

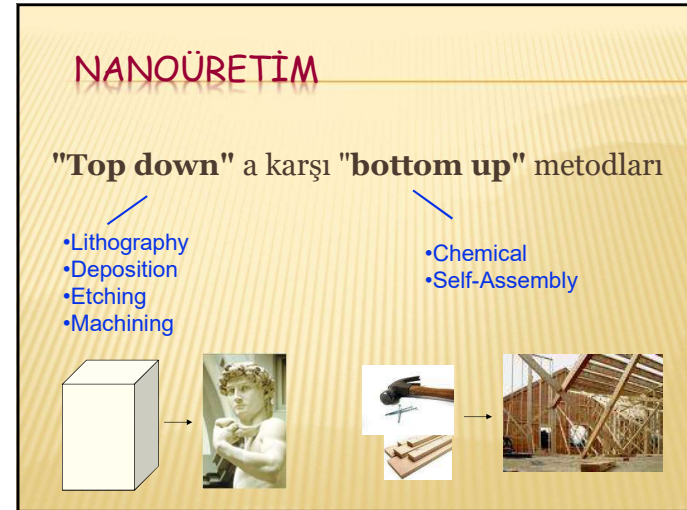
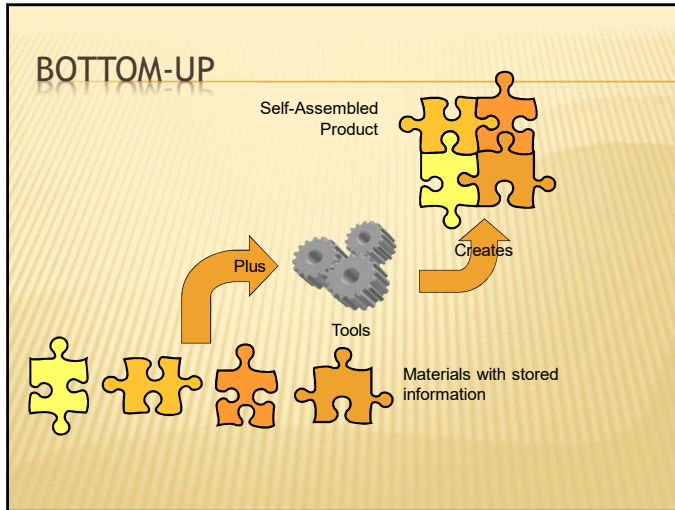
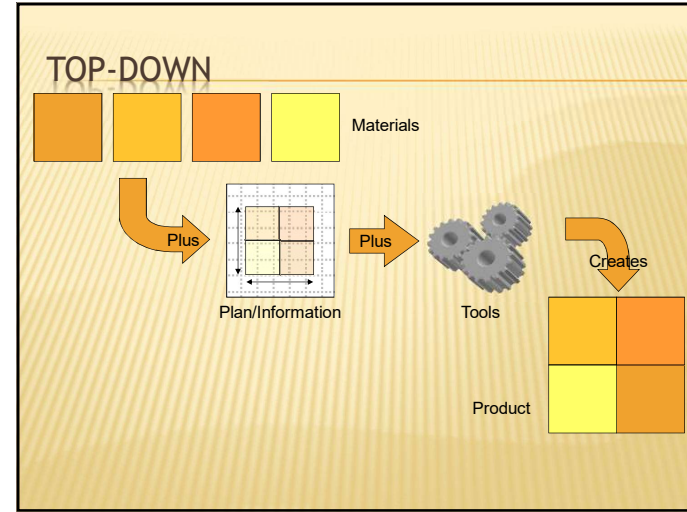
Bu kadar küçük nasıl yapılabilir?

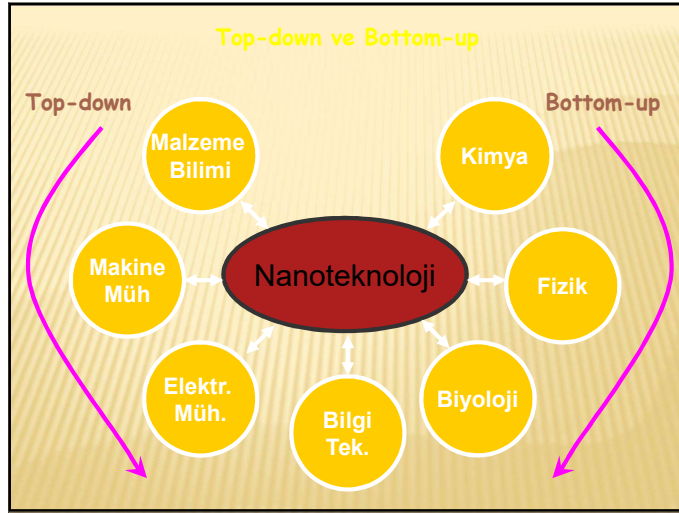
1. Top-Down

"Yukarıdan-Aşağıya" – bir malzemeyi küçülterek nano boyuta getirmek (heykel tıraş gibi).

2. Bottom-Up

"Aşağıdan-Yukarıya" – atomları bilinçli bir şekilde dizerek nano ölçekli malzeme geliştirmek. Bu yöntem zor olmasından dolayı çok az kullanılıyor.





NANOTEKNOLOJİNİN AMAÇLARI

- × Nanometre ölçekli yapıların analizi ve imalatı
- × Nanometre boyutundaki yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması,
- × Nano ölçekli cihazların geliştirilmesi,
- × Nano hassasiyetli cihazların geliştirilmesi,
- × Daha farklı ve üstün nitelikli mekanik, elektrik, ısı, optik ve kimyasal özelliklere sahip materyal ve sistemler geliştirmesi.

NANO-TEKNOLOJİNİN KULLANIM VE UYGULAMA ALANLARI

1-Endüstriyel Alan: Otomotiv parçaları (mikro sensör, makine ve pompa kullanan otomobiller), nano boyutlu kaplamalar, chip ve cd üretimi.

2-Tıp ve Sağlık Alanı: Mikro-nano cerrahi (özellikle göz ve beyin cerr.), Hücre, doku ve moleküllerdeki hasarların belirlenmesi, Ultraviyole korumalı kozmetik ürünler yaratılıyor.

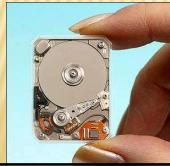
3-Bilimsel Araştırmalar: Yüzey karakterizasyonu ve modifikasyonu, Mikroorganizmaların taşınması, DNA-Modifikasyonu.

NANO-TEKNOLOJİNİN KULLANIM VE UYGULAMA ALANLARI

4-Malzeme Bilimi; Çok daha güçlü, hafif, kimyasal işlemlere ve sıcaklığa dayanıklı malzemelerin üretiminde kullanılıyor. Örneğin kurşun geçirmez karbon nanotüplerden üretilmiş kumaşlar. Bu yolla üretilen ve nanotext denilen kumaşlar da leke ve bakteri tutmuyor ve çok sağlam oluyor. Radyasyon veya ışığa karşı kontrol edilebilir tepkiler veren malzemeler de geliştirildi. Nanoteknolojik ışıklandırma sistemleri ile dünya enerji ihtiyacının yüzde 10 oranında azalması bekleniyor.

5-Enerji; Nanoteknolojiyle üretilen yakıt hücreleri, gelişmiş piller, güneş hücreleri

İlk örnek: iPod Data Depolama Kapasitesi



Hard disk
Manyetik data depolama

Nanoteknolojinin kullanımları

Hard Disk Sürücüler



Hitachi



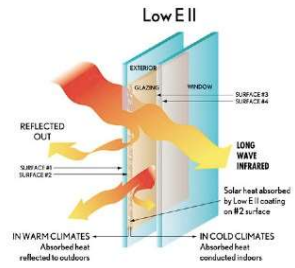
NANOFİLMLER

Plastik üzerine nanofilm

Cam üzerine nanofilm



Yalıtım amaçlı altın kaplı plastik



UV ve IR ışınlarını önleyen cam üzerine ince metal kaplama

SOLAR CELL



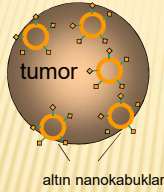
Faydası: Güneş sonsuz bir elektrik kaynağıdır



Konarka

NANOTIP: KANSER TERAPİ

Hedeflenen terapi: hipertermik tedavi



Halas group, Rice Univ.

www.sciencentral.com/articles/view.php3?article_id=218392390

www.nano.gov/html/news/SpecialPapers/Cancer

BAZI ÜLKELERDE NANO-TEKNOLOJİYE YÖNELİK ARAŞTIRMA VE UYGULAMALAR

Rusya

- × Boyutları atom ve moleküllerle karşılaştırılabilecek ölçüde **elektronik devrelerin** yapımı.
- × Bir molekül büyüklüğünde **nanoaletlerin, nano robotların** geliştirilmesi
- × Tuğla ve briket öreerek bir binanın yapımına benzer şekilde atom ve molekülleri tek, tek yakalayarak çeşitli maddelerin sentezlenmesi.

Polonya

- × **Nanokristal tozlar**
- × Metallerden nano maddeler ve nano maddelerin **elektronikte** kullanılması
- × Yumuşak , manyetik nano maddeler
- × Şarj edilebilir **Lityum pil** ve akü üretimi için seramik nanomaddeler sentezi

Çek Cumhuriyeti

- × **Nanokompozitler ve magnezyum alaşımları**
- × Nano kristal tozlar
- × İnce tabaka ve metal kaplama
- × Nano kaplama yüzeyler ve yarı iletken nano yapılar
- × **Nanotüp üretimi**
- × Nükleik asitler, proteinler, polimerlerin yapıları ve tayini
- × Süper manyetik toz nanoparçacıklar

Kore

- * **Kore Makina ve Malzeme Enstitüsü** nanomekatronik, ileri derecede hassas işleme sistemleri (10 nanometre hassasiyetinde), yeni işlemlere yönelik nanomalzemeler ve akıllı malzemeler
- * **Kore Sınai Teknoloji Enstitüsü** de yine, nanoölçekte, ileri derecede hassas işleme teknolojisi, nano-şekillendirme teknolojisi, nano-yüzey işlemleri teknolojisi ve kristal yapıda olmayan nanomalzemeler için teknoloji geliştirme
- * **Kore Elektronik Teknolojisi Enstitüsü** ise, nanomekatronik, nanoölçekte kuantum aygıtlar, nano-biyoteknoloji, nanoteknoloji tabanlı enformasyon ve enerji depolama üzerinde çalışıyor.

<http://www.inovasyon.org>

NANOTEKNOLOJİDE ÖNCÜ ŞİRKETLER

- * **IBM**; Nanoteknolojinin gelişmesinde en büyük katkıyı sağlayan **STM** (Scanning Tunneling Microscope) ve **AFM**'yi (Atomic Force Microscope) keşfetti. **Nanoteknoloji AR-GE'sine her yıl 5 milyar doların üstünde yatırım yapıyor.**
- * Yılda bu konuda 3 bin 500 civarında patent alıyor. Şu anda karbon nanotüp transistörler, **LCD ekranların yerine geçecek atomik ışınlı bilgisayar ekranları**, manyetik kayıt sistemleri, nano yapıli saklama cihazlarıyla ilgili çalışmalar yapıyor.

- * **General Motors**; Nanoteknoloji ile üretilmiş kompozit malzemeler içeren **kamyonetleri** pazara sundu. Bu nano kompozitler **çok daha hafif ancak bir o kadar dayanıklı**. GM, şu anda yakıt hücreleri, algılayıcılar ve seramik motorlar üzerine çalışmalar yapıyor.
- * **Nanophase Nanophase Technologies Corporation**; Piyasaya sürdüğü **nano-güneş kremiyle** ismini duyurdu. Toz halde seramik ve metalik malzemeleri içeren Nanocrystalline malzemeler üretiyor.
- * **Nano-Tex**; **Dayanıklı, leke ve koku tutmayan kumaşlar** üretiyor.

TİCARETE DÖNÜŞTÜREN TÜRK ŞİRKETLERİ

- * **Normtest**; ağırlıklı olarak **fizik, elektrik-elektronik, metalurji ve malzeme mühendisliği, kimya, biyoloji ve biyoteknoloji** alanlarındaki nanoteknoloji ürünlerini Türkiye pazarına sunuyor. Bunlar **ince filmler, malzemelerin optik özelliklerini ölçen spektrometreler.**
- * **Arçelik**; Nanoteknoloji konusunda yapılan çalışmalar özellikle **'polimer'** ve **'yüzey işlemleri'** konularına odaklandı. İlk kez 2003'ün Eylül ayında koku filtreli hijyen uygulaması ile nanoteknoloji ürünü buzdolabını ürettiler ve son olarak 2004 yılı Temmuz ayında yine nanoteknoloji ürünü olan tam koruma üçgenli multihijyen buzdolabını pazara sundular. Şirket, yıllık cirosunun **%1-1,5 (yaklaşık 35 milyon dolar)** AR-GE çalışmalarına aktarıyor, nanoteknoloji çalışmaları da bunun içinde.

TİCARETE DÖNÜŞTÜREN TÜRK ŞİRKETLERİ

- × **Yaşar Holding;** Yaşar Grubu'nun boya markası DYO, bir yıl süren nanoteknoloji araştırmalarının sonunda solmaya, kirlenmeye dirençli kendini temizleyen nanoteknolojiye sahip akıllı boya üretti. Yaşar Holding, nanoteknoloji AR-GE'sine **200 bin euro** ayırıyor.
- × **Yeşim Tekstil;** Ürettiği akıllı kumaşlar kolay ütüleniyor, çabuk kuruyor ve leke tutmuyor.
- × **Zorlu Enerji;** Yakın zamanda nanoteknoloji alanında büyük bir atılım yaptı. Evlerde elektriğinizi kendinizin üretebileceği bir aletin prototipini geliştirdi.

ARAŞTIRMA YAPAN ÜNİVERSİTELER

- × Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
 - × Bilkent Üniversitesi
 - × ODTÜ
 - × İTÜ
 - × Gazi Üniversitesi

DÜNYADA NANOTEKNOLOJİ YATIRIMLARI

- × Nanoteknoloji alanında dünyada en büyük yatırımı **ABD** yapıyor. Ülkede şu anda **50**'in üzerinde nanoteknoloji araştırma merkezi var ve bunlara her geçen gün yenileri ekleniyor.
- × ABD'de ulusal nanoteknoloji yatırımı **2003** yılı için **710 milyon** dolardı, **2005**'in ilk yarısı için **850 milyon** dolara çıkarıldı.
- × ABD'yi **650 milyon** dolarlık yatırım ile **Japonya**,
- × **400 milyon dolar** ile **Avrupa Birliği** takip ediyor.
- × Bu alanda yarışa katılan diğer ülkeler **Rusya, İsrail, Güney Kore, Çin, Kanada** ve **Avustralya**.

NANO HAYALLER

- × **İsrailli bilim adamları**, biyolojik moleküllerle, test tüpü içinde bir bilgisayar oluşturmayı başardılar. Amaçları, **1 trilyon bilgisayarın saniyede yaptığı 1 milyar işlemi, yüzde 99.8 doğrulukla yapabilen ve yalnızca 1 Watt'ın on milyarda birinden daha az enerji kullanan bir bilgisayar üretmek.**
- × **INEX'teki (Newcastle Üniversitesi'ndeki nanoteknoloji şirketi) bilim adamları**, Kuzey İngiltere'deki iki turistik merkezin çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük boyutlarda modellerini yaptı. Her iki model de silikondan yapılmış ve her biri yaklaşık **400 mikron genişliğinde**. Bu modellerin yapımında kullanılan teknolojinin cep telefonları için güçlendirilmiş anten yapımında kullanılması planlanıyor.
- × **Leeds'teki Disiplinler Arası Biyonanobilimler Enstitüsü**, çok küçük dozlarda **ilaç taşıyabilecek trenler ve denizaltılar** üretmeye çalışıyor. Bu nano denizaltılar sayesinde cerrahi müdahaleye gerek kalmadan kanserli hücreler yok edilebilecek. Sadece kanserli hücreye yöneltildiği için sağlıklı dokular korunacak.

NANO VE SÜPER BİLGİSAYARLAR

- × “Bilgisayarlar inanılmaz derecede hızlı, doğru ve aptaldır. İnsanoğlu ise inanılmaz derecede yavaş, yalancı ve zekidir. İkisi birlikte hayalgücünün ötesinde güçlüdür.”—
- × Albert Einstein

NANOTEKNOLOJİNİN EKONOMİK ETKİSİ

Tahmini Pazar (on yıl içinde)

\$340B/yıl Malzemeler

\$300B/yıl Elektronikler

\$180B/yıl Farmakoloji

\$100B/yıl Kimyasal Üretim

\$ 70B/yıl Uzay araçları

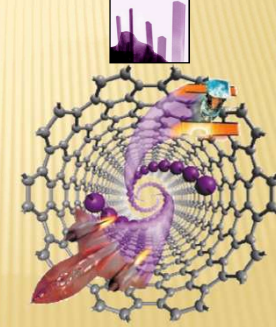
\$ 20B/yıl Aletler

\$ 30B/yıl Sağlık Geliştirmeleri

\$ 45B/yıl Sürdürülebilir

1 Trilyon \$/ yıl 2015'e kadar

**Estimates by industry groups, source:
NSF*



ÖĞRENCİLERE BİR MESAJ

NANOTEKNOLOJİ HAYATIMIZIN HEMEN HER PARÇASI DEĞİŞİYOR. BU DÜNYANIN HER TARAFINDAKİ TOPLUMLARIN TEKNOLOJİK SORUNLARINI ÇÖZMEK İSTEYENLER İÇİN MÜKEMMEL BİR FIRSAT VE ALANDIR.