



*Nanomalzemeler
ve
nanoteknoloji*

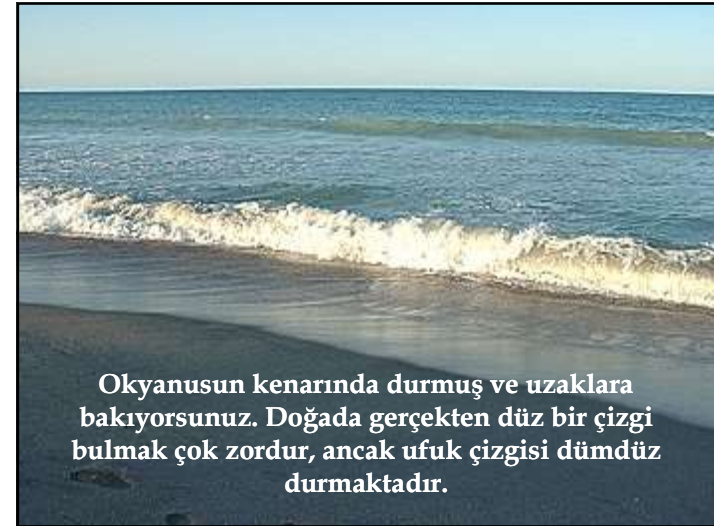
Prof. Dr. Atilla EVCİN

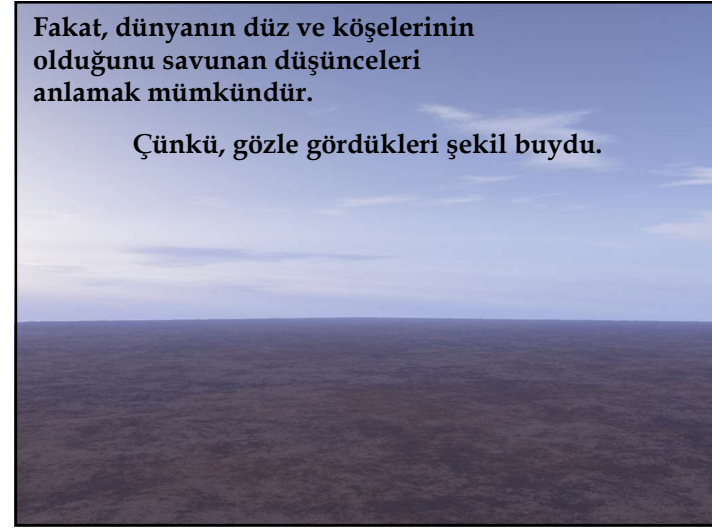
- Nanomalzemelere ve Nanoteknolojiye Giriş,
- Doğadan nanoteknoloji örnekleri,
- **Nanomalzemelerin üretim süreci:**
- sol-jel yöntemi, jel şekillendirme.
- Nanomalzemelerin özellikleri: elektrik ve optik, süper iletkenlik, manyetik, mekanik özellikler.
- Nanomalzemelerin karakterizasyonu.
- Nanopartikül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

Bakış Açısı ?

Ufuk çizgisi düz müdür?

nanoteknolojinin yükselişi

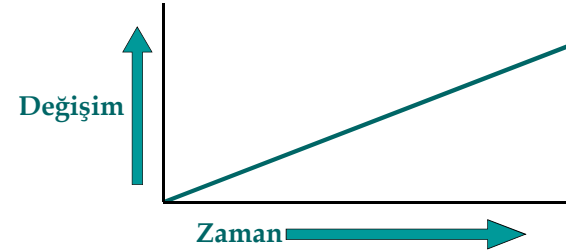




Peki gelecek bugünden çok farklı olacaksa, bugün baktığımızda bunu neden göremiyoruz?



Yenilikçi lineer yaklaşım



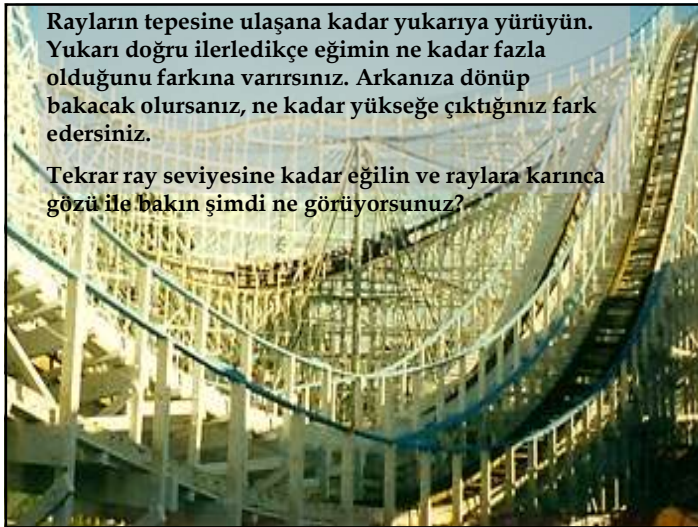
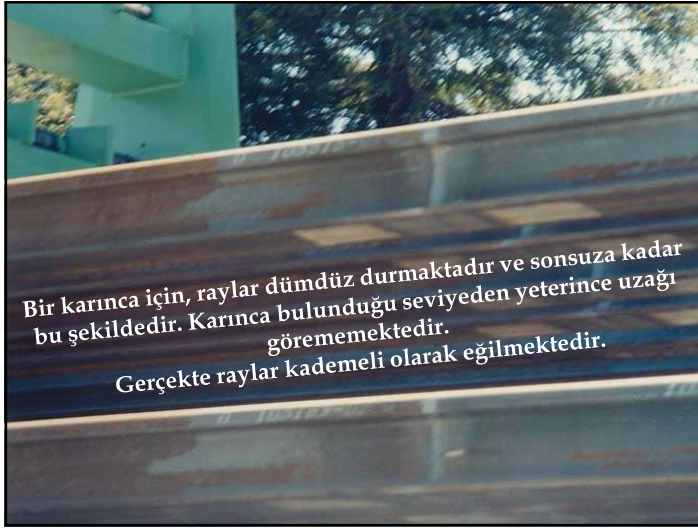
Diğer slaytta sorulan sorunun cevabı bizim yaklaşımımızda yatmaktadır. Bir bir şeyi düz bir çizgi gibi gördüğümüzde, doğal olarak öyle olduğunu düşünürüz. Ancak, etrafımızda sürekli değişiklikler olmaktadır ve yakından bakmadan bunları fark etmemiz mümkün değildir. Bu sebepten bir geçen haftanın, geçen ayın ve geçen yılın bugün gibi olduğunu düşünüyoruz. Sonuçta gelecek yıllarında bugünden farklı olmayacağı sonucuna ulaşıyoruz.





Şimdi, resimdeki trenyolunda bir trende tam başlangıç noktasında olduğunuzu düşünün (hayali olarak!).



Gözleriniz ray seviyesine gelene kadar eğilin. Bir karıncanın bakış açısını yakalayın...





1957:	
	Uydular yada Berlin Duvarı diye bir şey yoktu.

1957:	
	Küba ve Amerika arasındaki ticari ilişkinin daha iyi gideceği düşünülüyordu

	
1967:	Bilgisayar yada cep telefonu diye bir şey yoktu.

Kennedy & King	
1967:	
Martin Luther King ve Bobby Kennedy'e Amerika'da geleceği şekillendirecek insanlar olarak bakılıyordu .	

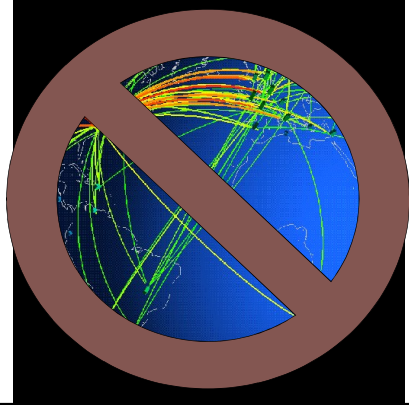


1974:

“Bir kadının başbakan olması için için çok uzun yılların geçmesi gerekiyor. Her halde ben bunu göremem“

– Margaret Thatcher

1986: World Wide Web diye bir şey yoktu.

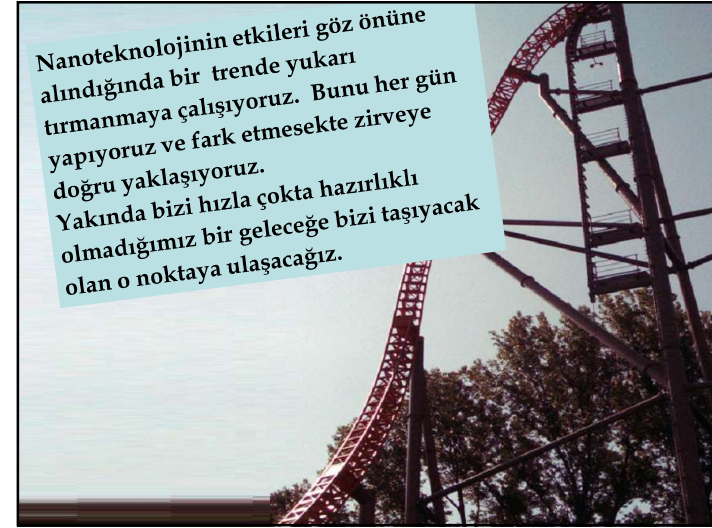


1986: Herkes Sovyetler Birliğinin ve soğuk savaşın sonsuza kadar süreceğini düşünüyordu.

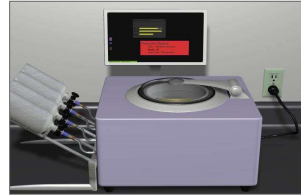


1995:

Terörizm hep başka yerlerde olan bir şeydi.



Bizi bekleyen nanoteknolojik devrim



- Yalnız yeni ürünler değil aynı zamanda yeni üretim yöntemleri
- Hızlı bir şekilde kendini kopyalayan üretim sistemleri
- Hızlı üretim teknikleri
- Bütün endüstri dallarında kullanılabilir teknolojiler
- Çok ucuz hammadde ve çok düşük yatırım maliyeti
- Taşınabilir masa üstü fabrikalar
- Bütün dünyayı kapsayan bir etki

Kişisel nano fabrika nedir?

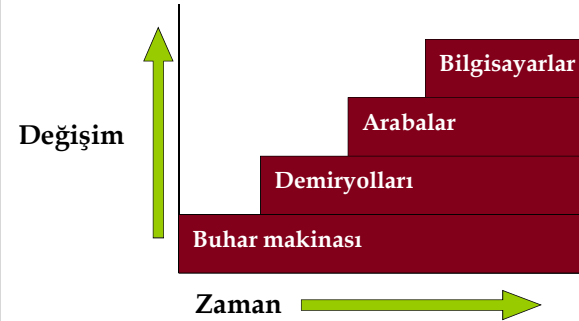
Bu evde masa üzerinde duran bir cihazdır. Bu fabrikayı kurmak için molekülleri istenilen şekilde bir araya getiren bir parçaya ihtiyaç var. Bu parça da aslında çok küçük bir nano fabrika ve kendisini kopyalayarak bir hafta içinde masa üzerinde diğer slaytta görünen boyuta ulaşıyor.

Oluşturulacak nano fabrikalara küçük bir kimyasal madde koyup, istenilen şekilde ürünler elde edilebilecektir.

Bu fabrika nanoteknoloji ve robotik kavramlar birleştirilerek kısa bir süre içinde yalnızca konulan kimyasal maddelerin fiyatları kadar bir masrafla son ürün elde edilebilecektir.

Bir saat gibi kısa bir sürede 20 dolarlık bir kimyasal madde kullanılarak 100 çift ayakkabı yada 200 cep telefonu elde edilebilecektir.

Ekonomik, sosyal ve politik tarihte atılan **BÜYÜK ADIMLAR**



Endüstriyel Devrimler



Endüstriyel Devrimler



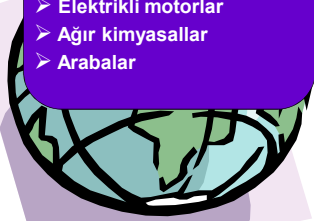
Endüstriyel devrimler

Üçüncü Devrim

(1900–1950)

Amerika'da

- Elektrikli motorlar
- Ağır kimyasallar
- Arabalar



Endüstriyel Devrimler

Dördüncü Devrim

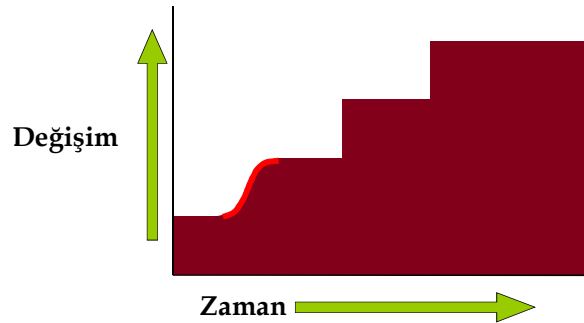
(1950–günümüze)

*Pasifik bölgesi – Kaliforniya,
Japonya*

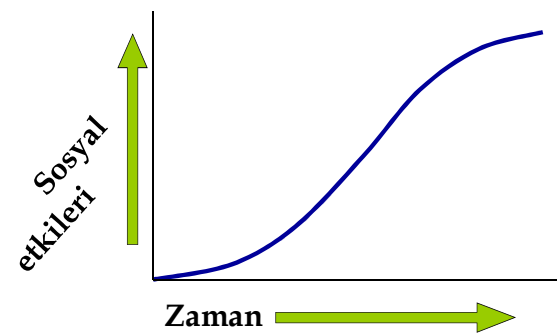
- Sentetik maddeler
- Organik kimyasallar (Oil)
- Bilgisayarlar

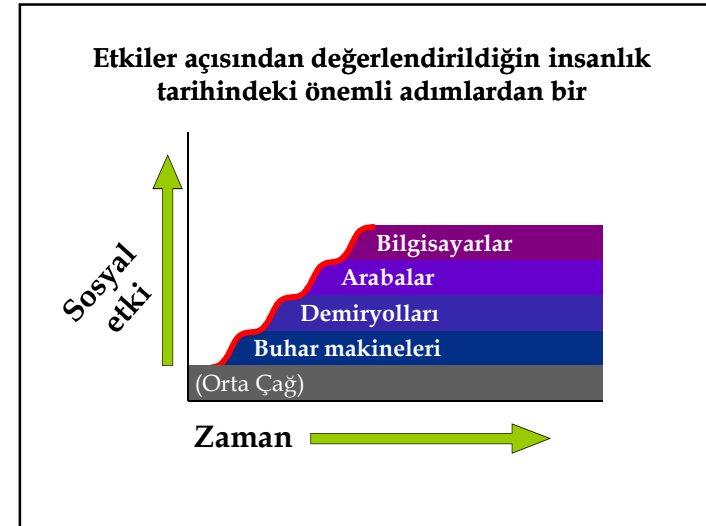
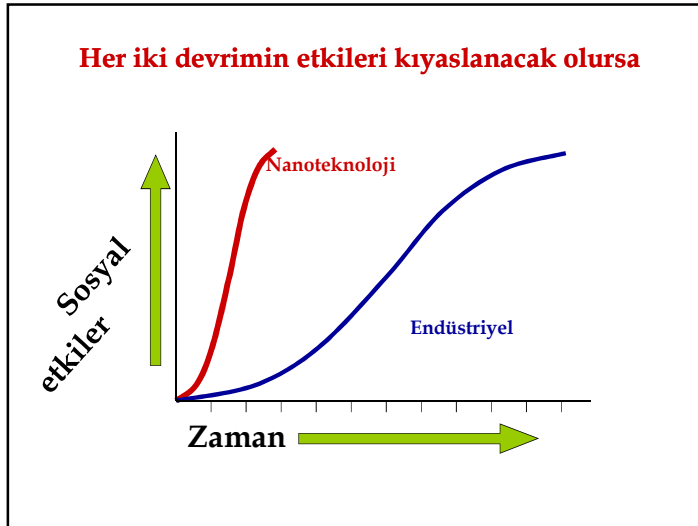
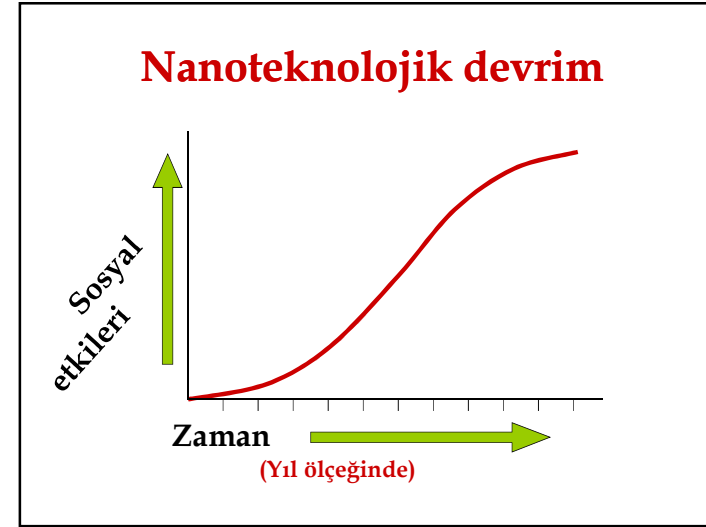
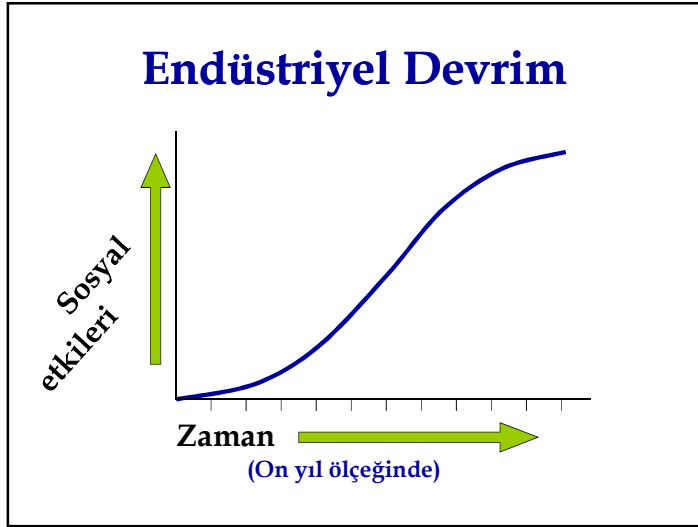


**Bu şekil aslında basamak gibi değil,
S-Şeklinde eğrilerden oluşur**

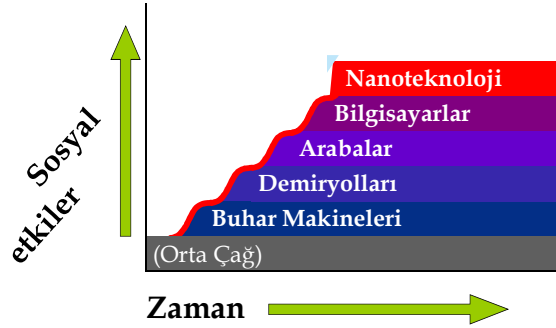


Endüstriyel Devrim

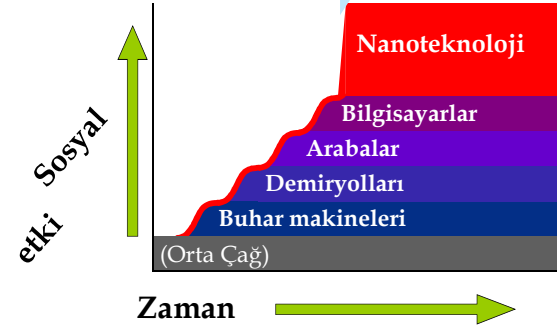




Nanoteknoloji olacaktır



Ancak bu diğerlerine kıyasla daha büyük bir adım olacaktır

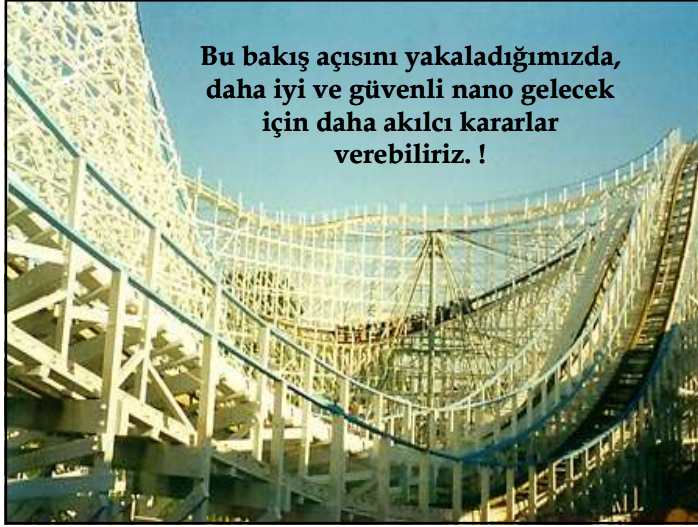


Bir sonraki endüstriyel devrim



Şimdi ayağa kalkıp yaratıcı bir bakış açısıyla geleceğe bakma zamanı...

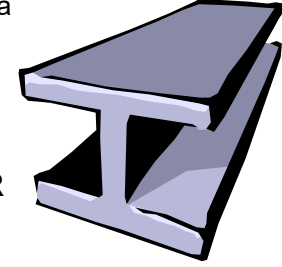




Nanoteknoloji önemli olacak çünkü

- Ağır endüstriye
- Büyük miktarda doğal kaynaklara
- Çok fazla ana paraya

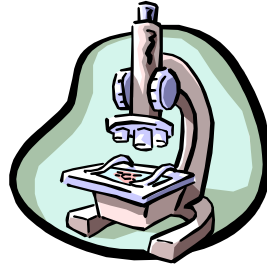
İHTİYAÇ
DUYULMAYACAKTIR



Nanoteknoloji

İyi yetişmiş bilim adamlarına ve
mühendislere

- Uzun soluklu bir çabaya (5-15 yıl)
- İhtiyaç duyacaktır.

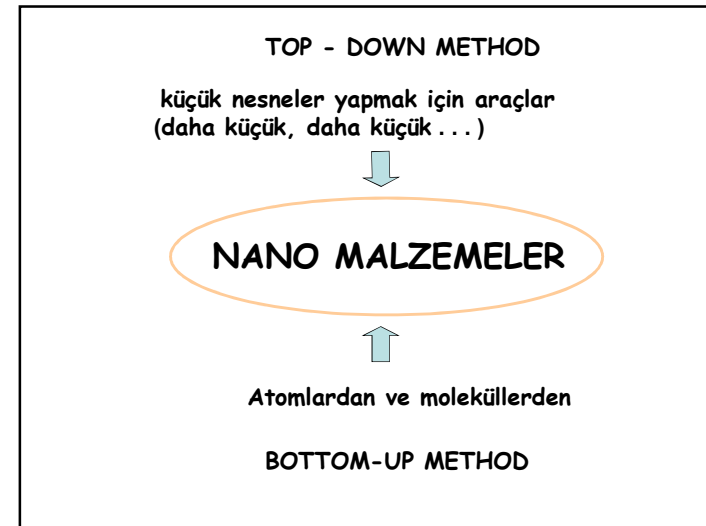
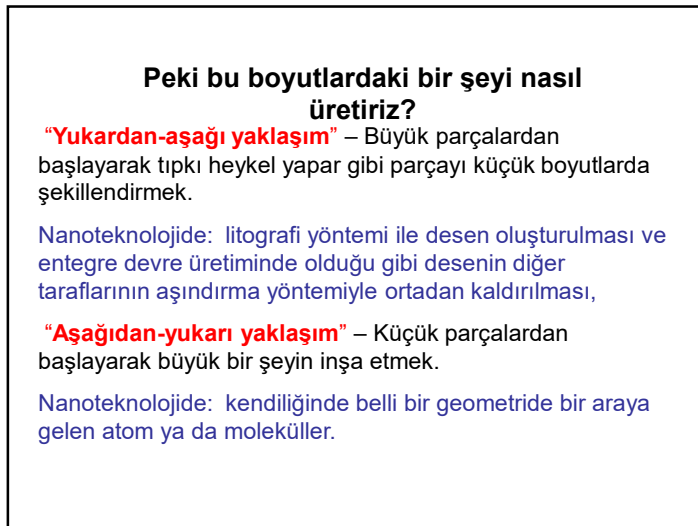
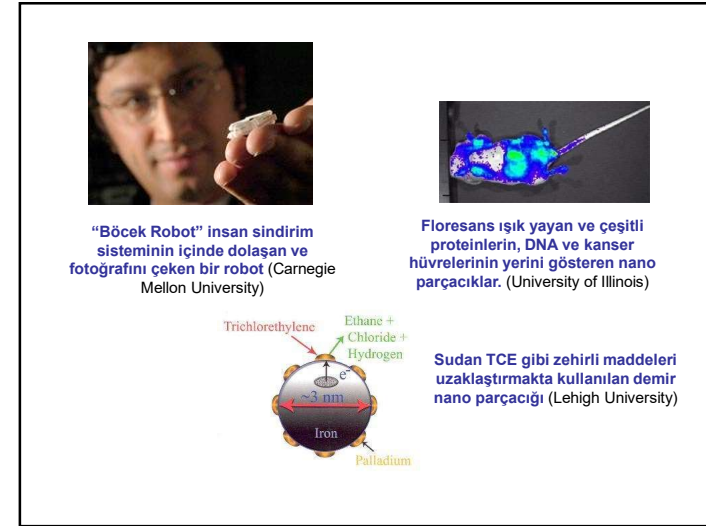
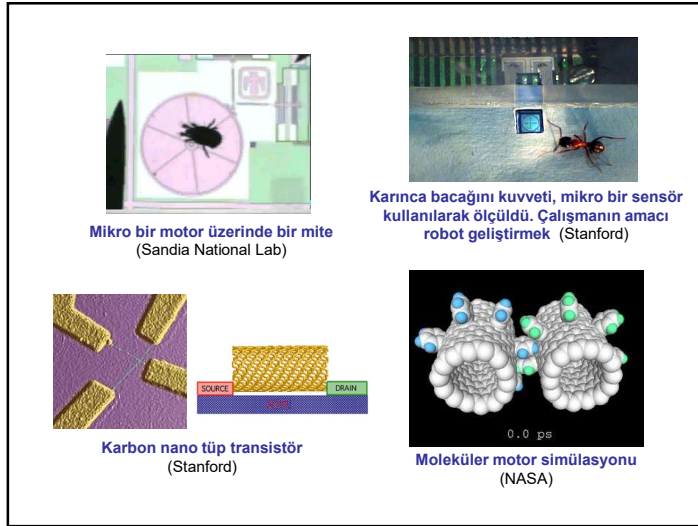


Aynı zamanda

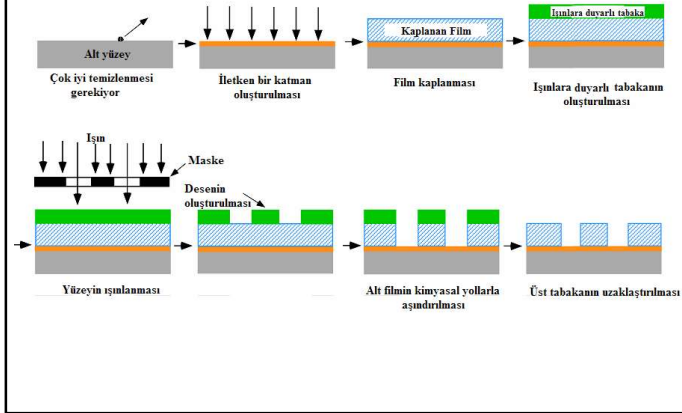
- Herkesin fikirlerini paylaşması
- Birbiri ile ortak çalışması

gerekmektedir





Yukarıdan aşağı yaklaşım



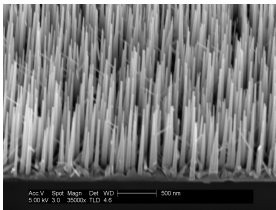
Yukardan aşağı yaklaşımın sınırları

- Kırınım etkisinden dolayı, optik litografinin pratik limiti yaklaşık 0.1 mikron (100 nm) civarındadır.
- Daha küçük boyutlara inmek için, elektron ışını, "e-beams," (daha büyük dalga boyuna sahip) kullanılabilir. Böylece 20 nm den daha küçük desenler elde edilebilir.
- Fakat e-beam projeksiyon sistemlerinde kullanılacak maskeler henüz geliştirilememiştir. Bu yüzden "doğrudan şekil oluşturulan" e-beam litografi kullanılmaktadır.
- Optik litografi tekniği ile doğrudan altlıklar üzerine desen çıkarılabilirken (yüksek verime sahip), e-beam litografi de bir seri işlemin takip edilmesi gerekir (verim daha düşük).

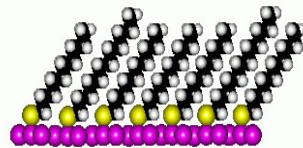
Aşağıdan yukarı yaklaşım

atom ve moleküllerin kimyasal ya da biyolojik prosesler kullanılarak belirli bir düzen içinde bir araya getirilmesi.

Günümüz örnekleri: nano boyutta altın parçacıklarının katalizör olarak kullanılarak nano çubukları üretilmesi veya çözelti içinde moleküllerin tek tabaka halinde toplanması "Self-assembled monolayers (SAM)" .



Nano çubukların SEM fotoğrafı (Stanford)

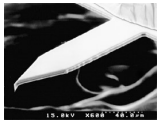


Moleküler transistör yapımında kullanılmak üzere oluşturulan tek tabaka moleküller (Yale)

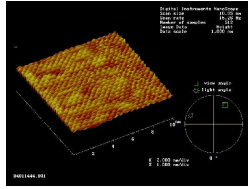
Aşağıdan yukarı yaklaşımın sınırları

- Yapıların bizim istediğimiz şekilde ve yerde büyütülebilmesi
- Kompleks şekillerin elde edilebilmesi
- Sağlam yapıların üretilmesi
- Bazı genel stratejiler:
 - istenilen yerde büyümenin sağlanması için katalizör ve maske gibi araçların kullanılması
 - Yukardan aşağı yaklaşımın aşağıdan yukarı yaklaşımla birlikte kullanılması ve silikon yüzey üzerinde büyümenin yapılması.

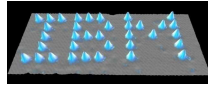
- Tabiki bu boyutta bir şeyin üretilebilmesi onu analiz edecek, görüntüleyecek ve gerekirse düzenlenmesine yardımcı olacak aygıtların var olması ile mümkündür.



AFM uç, atomik boyutta düzenleme, görüntüleme ve ölçüm yapma amacıyla kullanılır.

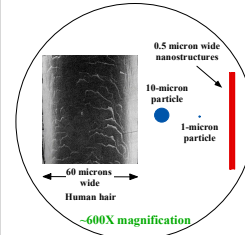


Mika yüzeyindeki atomların AFM görüntüsü



Tek bir atomun STM kullanılarak yönlendirilmesi (Ni üstünde Xe). Eigler, IBM, 1990.

-Çok temiz bir çalışma ortamı gerekir: "temiz oda"



Temiz odada bulunabilecek istenmeyen maddeler



Wafer üzerinde böyle bir kirliliğin görüntüsü



Laba girmeden önce özel kıyafetlerin giyilmesi gerekiyor.

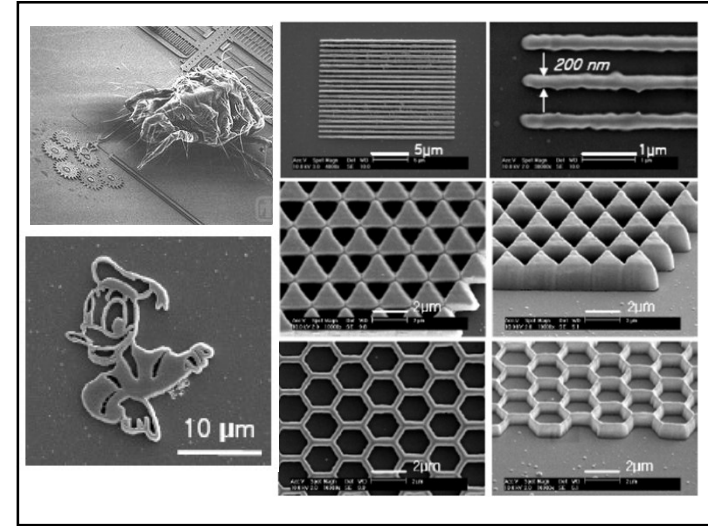


BİLKENT ULUSAL NANOTEKNOLOJİ ARAŞTIRMA MERKEZİ

Bu boyutta yaşanabilecek bazı sorunlar

- Özellikle seramik ve benzeri uygulamalarda uniform bir dağılımın elde edilmesinde son ürünün özellikler bakımından önemli rol oynamaktadır. Bu boyuttaki tozlarda yaşanan en önemli sorun tozların oluşturdukları yığınlardır. Ancak bu problem ortama **amonyum sitrat ve oleyil alkol** gibi dağıtıcılar katılarak giderilebilecek bir sorundur.
- Diğer bir sorun küçük boyutlara indikçe artan **sürtünme kuvvetidir**. Bir maddenin **sürtünme kuvveti onun yüzey alanının küpüyle doğru orantılı** olarak artmaktadır. Nano boyutta bir malzemeyi işlemek için normalden binlerce kez daha küçük bir matkap gerekecektir. Bu ise matkabın gücünde binlerce kat bir azalma demektir. Yani günümüz teknolojisi bu alanda yetersiz kalacaktır.

- Benzeri şekilde yüzey gerilimi karşılaşılan diğer bir problemidir. Yüzey alanında yaşanan artışla ortaya çıkan **yüzey gerilimiyle** bu boyutta parçaları kuvvetli şekilde birbirine yapışacaktır. Bu sebepler mikro boyuttaki cihazları kullanılması mümkün görülmemektedir.
- Elde edilmek istenilen yapıların bir çoğu oldukça kompleks yapılardır ve özellikle aşağıdan yukarı yaklaşımda termodinamik açıdan atomların o düzen içine girmesi oldukça zordur.
- Bu konudaki tek pozitif örnek kristal büyütme yöntemiyle elde edilen çubuklardır. Ancak bu bile nano teknoloji ile ortaya çıkmış yeni bir şey değildir, yüzlerce yıldır bilinen bir teknolojidir.



Potansiyel Riskleri ?

Nano teknolojinin potansiyel riskleri üç grupta toplanabilir.

- Nano malzemelerin yaratacağı sağlık ve çevre problemleri.
- Kötü amaçlarla kullanımı
- Sosyal riskler.

2005 yılında Amerika'da oluşturulan 50 kişilik bir ekip nanoteknolojinin sosyal etkileri üzerinde çalışmalar yapmıştır.

2006 yılında Geoffrey Hunt ve Michael Mehta nanoteknolojinin evresel, etik etkileri üzerine bir kitap yazılmıştır.

- Büyük boyutta zararsız olan parçacıkların nano boyutta farklı etkiler göstermesi mümkündür.
- Nano parçacıklar vücuda pek çok yoldan girebilir. **Solunması, yenilmesi, deri tarafından absorbe edilmesi yada tıbbi uygulamalar sırasında vücuda geçmesi** bu yollardan bazılarıdır. Bir kere vücuda alındıktan sonra bu küçük parçacıkların oldukça rahat ve hızlı hareket edecekler ve kan-beyin bariyerini kolayca aşacakları düşünülmektedir
- Vücuda alındığında patojen gibi algılanmak vücudun diğer patojenlere karşı savunmasını azaltacaktır.

Çevresel etkiler?

- Üretimleri sırasında nano parçacıklar hava ve suya salınabilir. Ve bu zamanla toprakta suda ve bitkilerde birikimlere sebep olacaktır.
- Aynı zamanda üretilmiş nanomalzemelerin ömürlerini dolduktan sonra imha edilmesi gerekir. Ancak bunun nasıl yapılacağı bilinmemektedir. Çünkü mevcut filtrasyon sistemleri o boyuttaki parçaları temizleyebilecek nitelikte değildir.
- Aynı zamanda nano malzemeleri ürettiği firmalarda ya da bu malzemelerin test edildiği laboratuvarlarda çalışanların bu tozlardan mevcut korunma yöntemleriyle korunması mümkün değildir.
- Bu malzemelerin zararlarının tespit edilmesi için nano malzemelerin etkin oldukları sürenin değerlendirilmesi gerekir. Çünkü bu malzemelerin zararlı etkileri doğada buldukları süre boyunca değişim gösterebilir.

- Yapılan çalışmalar genel olarak parçalar ne kadar küçülürse o kadar toksik olacağını göstermiştir. Bu ağırlık / hacim oranlarının parçacık boyutu azaldıkça artmasından kaynaklanmaktadır.
- Belki yalnızca kötü bir senaryo ama nano teknoloji ile üretilen bazı organizmalar kontrol dışında kendi kendine çoğalmaya başlıya bilirler. Doğal olan maddelerin yine doğa tarafından sayıları kontrol altında tutulurken bu maddeler kontrol altında tutulamayacaktır.

- Nanoteknoloji geliştirilecek yeni nano sensörler aracılığı ile askeri alanda istihbarat teknolojilerinde gelişme sağlayacaktır. Ancak bunun kötü amaçlarla kullanılma riski oldukça yüksektir.
- Bu teknolojilerin kimyasal silahların yapılmasında kullanılması da diğer önemli bir tehlikedir. Bu boyuttaki silahlar mevcut sistemlerden daha tehlikeli sistemler olacaktır.

- Nano teknoloji gelişmekte olan ülkeler için bazı sorunların çözümü olabilir. Bu şekilde su temizleme yöntemleri, enerji sistemleri, ilaç, beslenme ve gıda sektörleri, iletişim teknolojileri gelişebilir.
- Ancak bu ülkelerde de daha önce adı geçen benzeri riskler söz konusu olacaktır. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerdeki işçi sağlığını koruyan kanunların yetersiz oluşu bu ülkeler için riski artıracaktır.

MİKRO-NANO ÜRETİM

- Bu sunumda nanometre ile yüzlerce mikrometre aralığında değişen ölçülerdeki yapıların üretimi için şu anda kullanılan mikro/nano üretim tekniklerinden en yaygın olarak kullanılan
 - litografi,
 - ince film oluşturma,
 - tortu bırakma ve asitle oyma ve
 - substrat bağlama
 tekniklerini ele alacağız.

LİTOGRAFI

- **Litografi** bir substrat (altlık) üzerinde (silikon, cam, GaAs vs.) bilgisayar tarafından hazırlanmış desenlerin aktarılması tekniğidir.
- **Fotolitografinin**, yani UV ışık kaynağı kullanan litografinin mikro elektronik üretimi alanında bu güne kadar kullanılan en yaygın teknik olmasına rağmen **elektron dalgası (e-beam) ve X ışını litografisi** nano üretim ve mikro üretim alanında dikkat çeken diğer iki alternatif tekniktir.

- Özel bir üretim aralığı için bilgisayar taslağının yaratılmasının ardından gelen başlangıç noktası fotomaskın oluşturulmasıdır.

- Bu işlem ince krom bir tabaka şeklinde istenilen forma ulaşan cam bir levha ortaya çıkaran fotografik işlem sürecini içermektedir. Fotomaskın üretiminin ardından litografi süreci şekilde gösterildiği gibi devam eder.

LİTOGRAFI



Şekil Litografi akış şeması