

KMU 345 Yeni Malzemeler

**0D, 1D, 2D ve 3D
Nanomalzemeler**

Nanomalzemeler

Yunanca

'nanos' = cüce

$$1\text{m} \longleftrightarrow 10^3 \text{ mm} \longleftrightarrow 10^6 \text{ }\mu\text{m} \longleftrightarrow 10^9 \text{ nm}$$

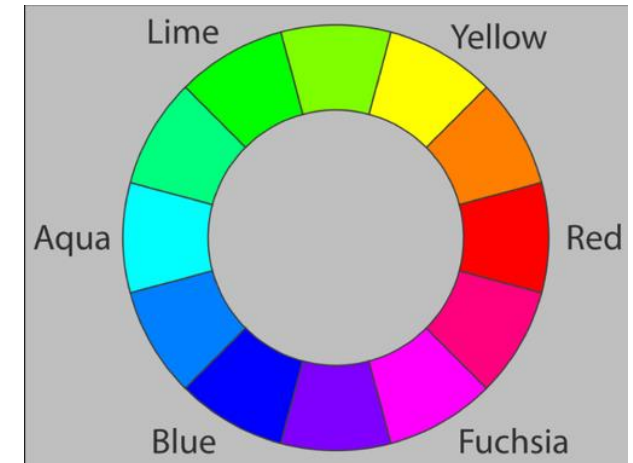
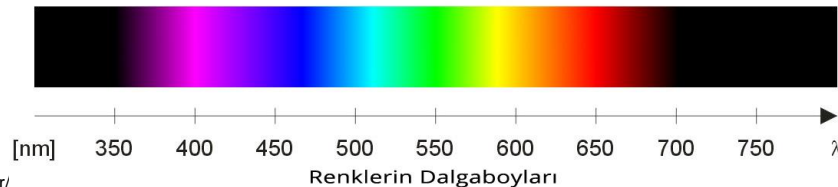
Nano boyutlu malzeme < 100nm

- En az bir boyutu 100 nm'den küçük olan ya da bu küçük malzemelerin bir araya gelmesiyle oluşan malzemelere **nanomalzemeler** denir. Sağlık, çevre gibi bazı alanlarda bu aralık 0.3 nm ile 300 nm arasında olarak değişiklik gösterebilmektedir.
- Nanomalzemeler nanoteknolojinin temel taşlarını oluştururlar ve bu boyutta eşsiz optik, manyetik ve elektriksel özellikler taşırlar.
- Nanomalzemeler ile makromalzemeler birbirlerinden farklı davranırlar. **Makro boyuttan nano boyuta geçerken güç/ ağırlık oranı, iletkenlik, optik ve manyetik özellikleri kayda değer biçimde değişmektedir.**

Altın nanopartikülleri neden farklı renktedir?



5-10 nm altın nanopartiküller 520nm ila 580 nm dalga boyu arasındaki yeşil veya sarı ışığı absorbe eder. Sonuç olarak, **kırmızı** veya **mor** olan **yeşil** veya **sarının** tamamlayıcı rengini bize gösterirler.



Boyutlar

The Scale of Things – Nanometers and More

Things Natural

Dust mite
200 μm

Human hair
~60-120 μm wide

Ant
~5 mm

Fly ash
~10-20 μm

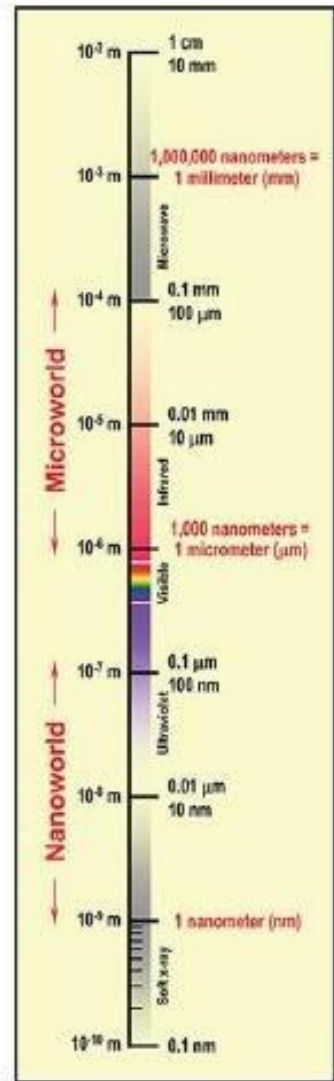
Red blood cells
(~7-8 μm)

~10 nm diameter

ATP synthase

DNA
~2-1/2 nm diameter

Atoms of silicon
spacing 0.078 nm



Things Manmade

Head of a pin
1-2 mm

MicroElectroMechanical
(MEMS) devices
10-100 μm wide

Pollen grain

Red blood cells

Zone plate x-ray "lens"
Outer ring spacing ~35 nm

Self-assembled,
Nature-inspired structure
Many 10s of nm

Nanotube electrode

Carbon nanotube
~1.3 nm diameter

Carbon buckyball
~1 nm diameter

Quantum corral of 48 iron atoms on copper surface
positioned one at a time with an STM tip
Corral diameter 14 nm

The Challenge

Fabricate and combine nanoscale building blocks to make useful devices, e.g., a photosynthetic reaction center with integral semiconductor storage.

BOYUTLARINA GÖRE NANOMALZEMELER

Sıfır Boyutlu
Nanomalzemeler(0D)

Tek Boyutlu
Nanomalzemeler(1D)

İki Boyutlu
Nanomalzemeler(2D)

Üç Boyutlu
(Nano)malzemeler(3D)

0D :Tüm boyutları nano ölçekte olmalı

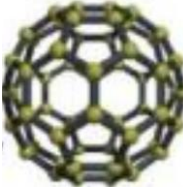
1D : İki boyutu nano ölçekte
Bir boyutu mikro ölçekte olmalı

2D : Tek boyutu nano ölçekte
İki boyutu mikro ölçekte olmalı

3D : herhangi bir boyutu nano ölçekte olmamalı
Tüm boyutları mikro ölçekte olmalı

BOYUTLARINA GÖRE NANOMALZEMELER

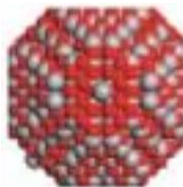
Sıfır Boyutlu Nanomalzemesler(0D)



Fulleren

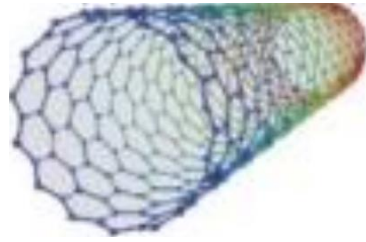


Kuantum noktalar

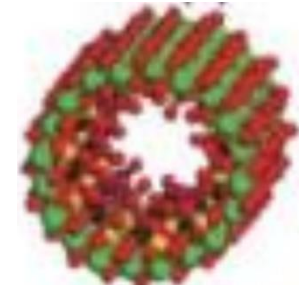


Metal kümeler

Tek Boyutlu Nanomalzemesler(1D)

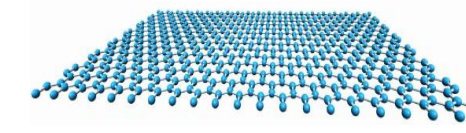


Karbon nanotüp

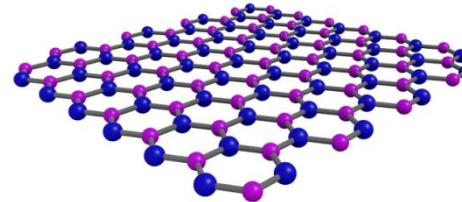


Metal oksit nanotüp

İki Boyutlu Nanomalzemesler(2D)

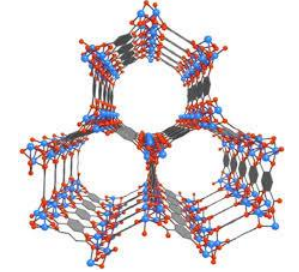
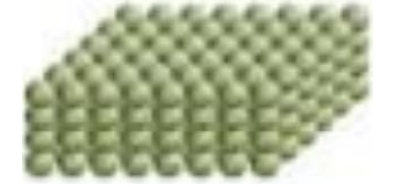


grafen



Boron nitrat

Üç Boyutlu (Nano)Malzemesler(3D)



Metal oksit kafesler (MOF)



Hidrojeller

Sıfır Boyutlu Nanomalzemeler

0D nanomalzemeler nanotoz veya nanodispersiyon şeklinde, birbirinden izole halde bulunan malzemelerdir.

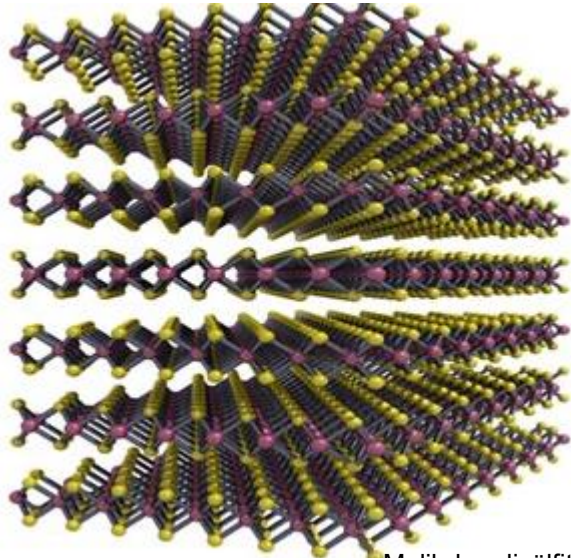
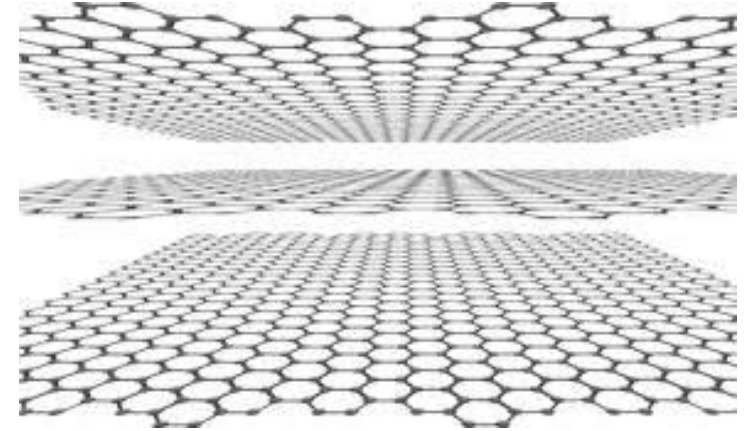
- Kuantum noktalar (quantum dots),
- Nanoküreler, nanopartikül (nanospheres),
- Fullerenler,
- Çekirdek (core shell) nanoparçacıkları ve
- İçi boş nanokürelerdir (hollow nanospheres)

Tek Boyutlu Nanomalzemeler

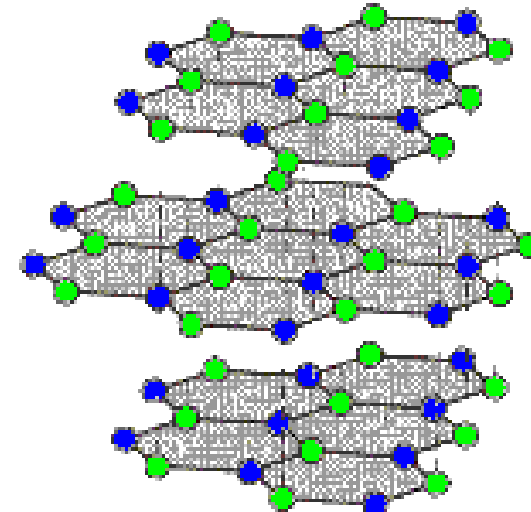
- 1D nanomalzemelerin iki boyutu nano ölçekte ve bir boyutu mikro ölçekte olmalı
 - 1-D malzemeler arasında nanotüpler (nanotubes), nanofiberler nanorodlar (nanorods) ve nanoteller (nanowires).
- Amorf veya kristal yapılarıdır
- Tek kristalli veya çok kristalli
- Kimyasal olarak saf veya saf olmayabilir
- Tek başlarına kullanılabilirler yada matris içinde gömülü olabilirler.
- Metalik, seramik veya polimerik yapılarıdır

2D Boyutlu Nanomalzemeler

- 2D nanomalzemelerin tek boyutu nano ölçekte ve iki boyutu mikro ölçekte olmalı
- Grafenler , boron nitrür ve molibden disüfitler 2D yapıllı malzemelerdir.
- 2D nanomalzeme arasına nanofilmler, nano kaplamalarda girebilir



Molibden disüfit katmanları



● boron atoms
● nitrogen atoms

hexagonal
form of
boron nitride

BN

Üç Boyutlu (Nano)malzemeler

3D nanomalzemelerin herhangi bir boyutu nano ölçekte olmamalı ($>100\text{nm}$)

Metal Oksit Kafesler (MOF)

Metal-organik kafes yapılar iyon veya iyon kümelerinden oluşan metal düğümlerin organik ligandlarla bağlanarak oluşturduğu üç boyutlu kristalin gözenekli yapılardır.

Özellikleri:

- Çeşitli kafes yapılar, kristallerin şekli,
- Yüzey gözenekliliği,
- Yüksek yüzey alanı,
- Optik, elektrik ve manyetik özellikleri