

# KYM 345 Yeni Malzemeler

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

# Nanomalzemeler

Yunanca

'nanos' = cüce

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

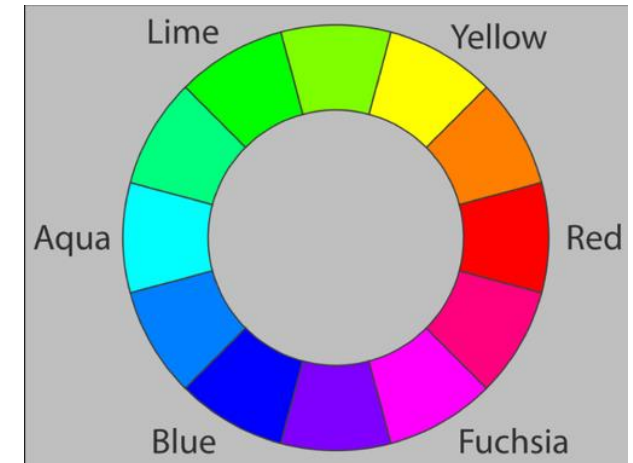
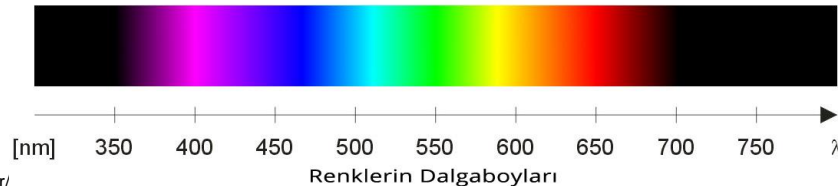
## Nano buyutlu malzeme < 100nm

- 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  $\mu\text{m}$

Human hair  
~60-120  $\mu\text{m}$  wide

Red blood cells  
(~7-8  $\mu\text{m}$ )

Ant  
~5 mm

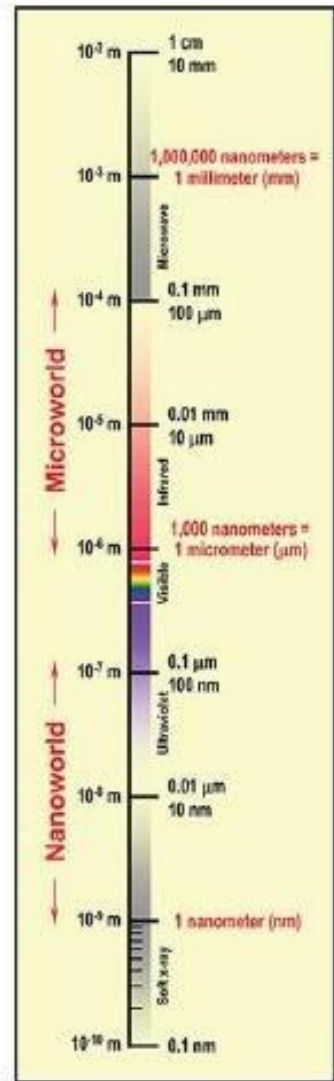
Fly ash  
~10-20  $\mu\text{m}$

~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  $\mu\text{m}$  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

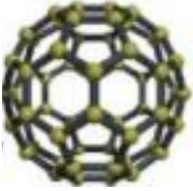
1D : İki boyutu nano ölçekte  
Bir boyutu mikro ölçekte olmalı

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

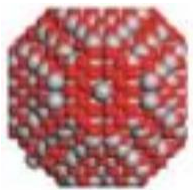
## Sıfır Boyutlu Nanomalzemesler(0D)



Fulleren

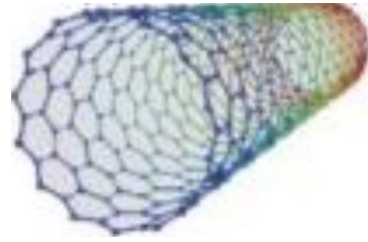


Kuantum noktalar

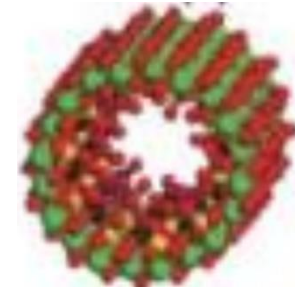


Metal kümeler

## Tek Boyutlu Nanomalzemesler(1D)

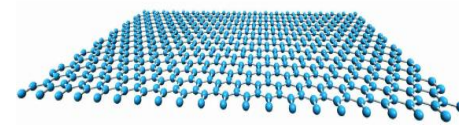


Karbon nanotüp

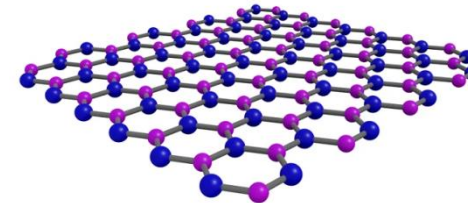


Metal oksit nanotüp

## İki Boyutlu Nanomalzemesler(2D)

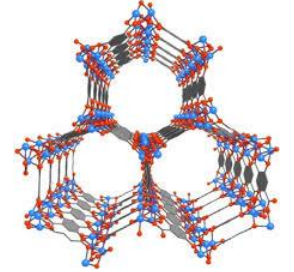


grafen



Boron nitrat

## Üç Boyutlu (Nano)Malzemesler(3D)



Metal oksit kafesler (MOF)



Hidrojel

# 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)

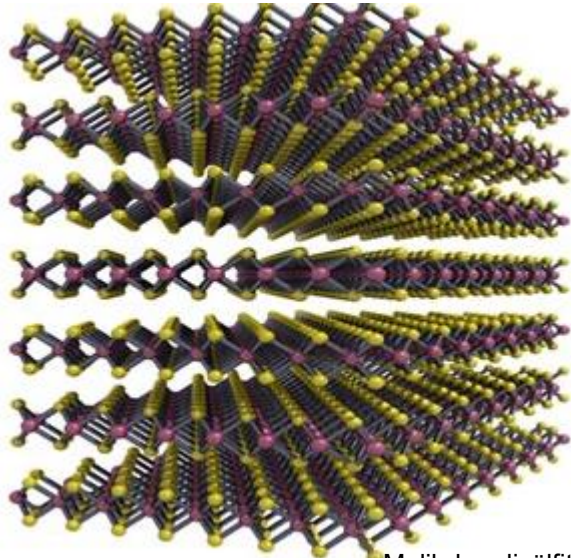
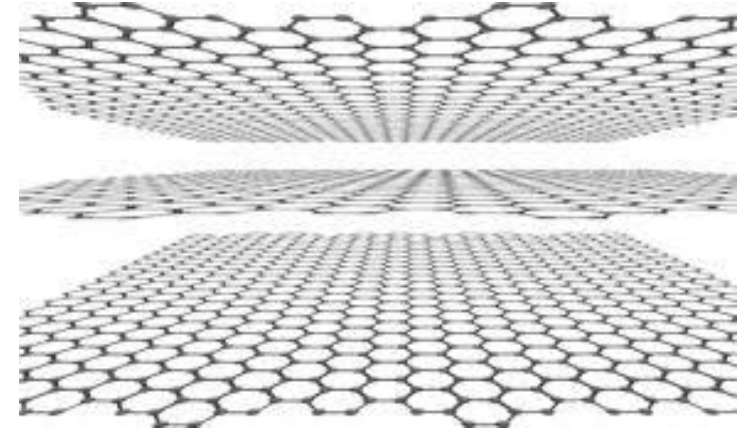
# Tek Boyutlu Nanomalzemeler

- 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

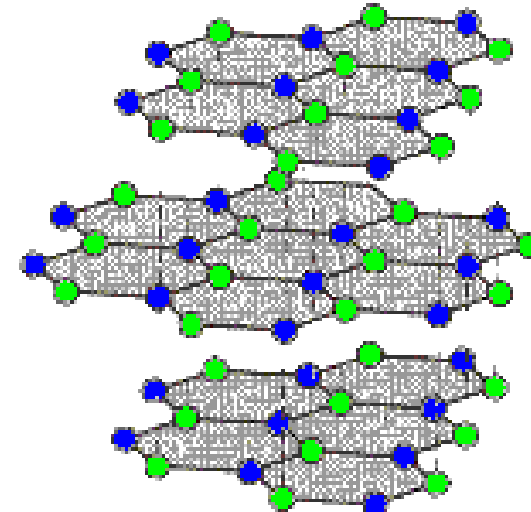


# 2D Boyutlu Nanomalzemeler

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



Molibden disülfid 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