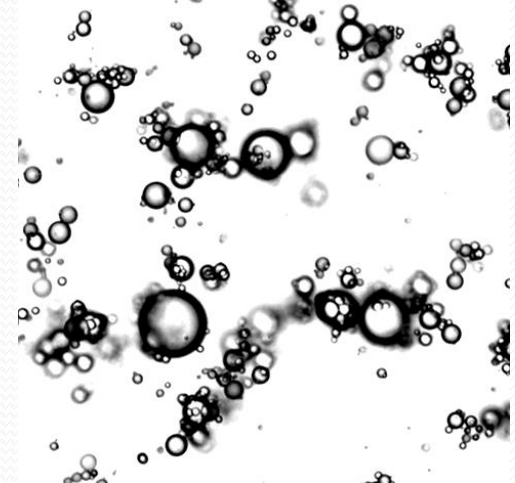


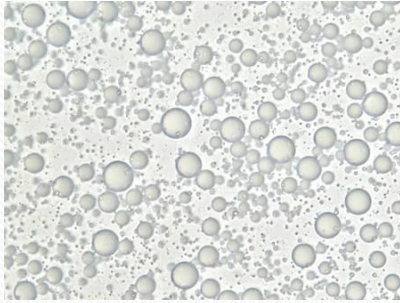
# Parçacık özellikleri: Özellikleri ve önemi

- **Dr. Öğr. Üyesi Cansu Ekin GÜMÜŞ**
- *Ankara Üniversitesi*
- *Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*



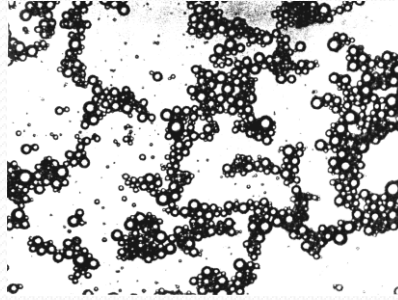
# Parçacık Özelliklerinin Sistem Özelliklerine Etkisi

## Parçacık Özellikleri



- konsantrasyon
- Partikül boyutu dağılımı
- Elektriksel yük
- Arayüz özellikleri
- Fiziksel durum

## Gıda yapısı



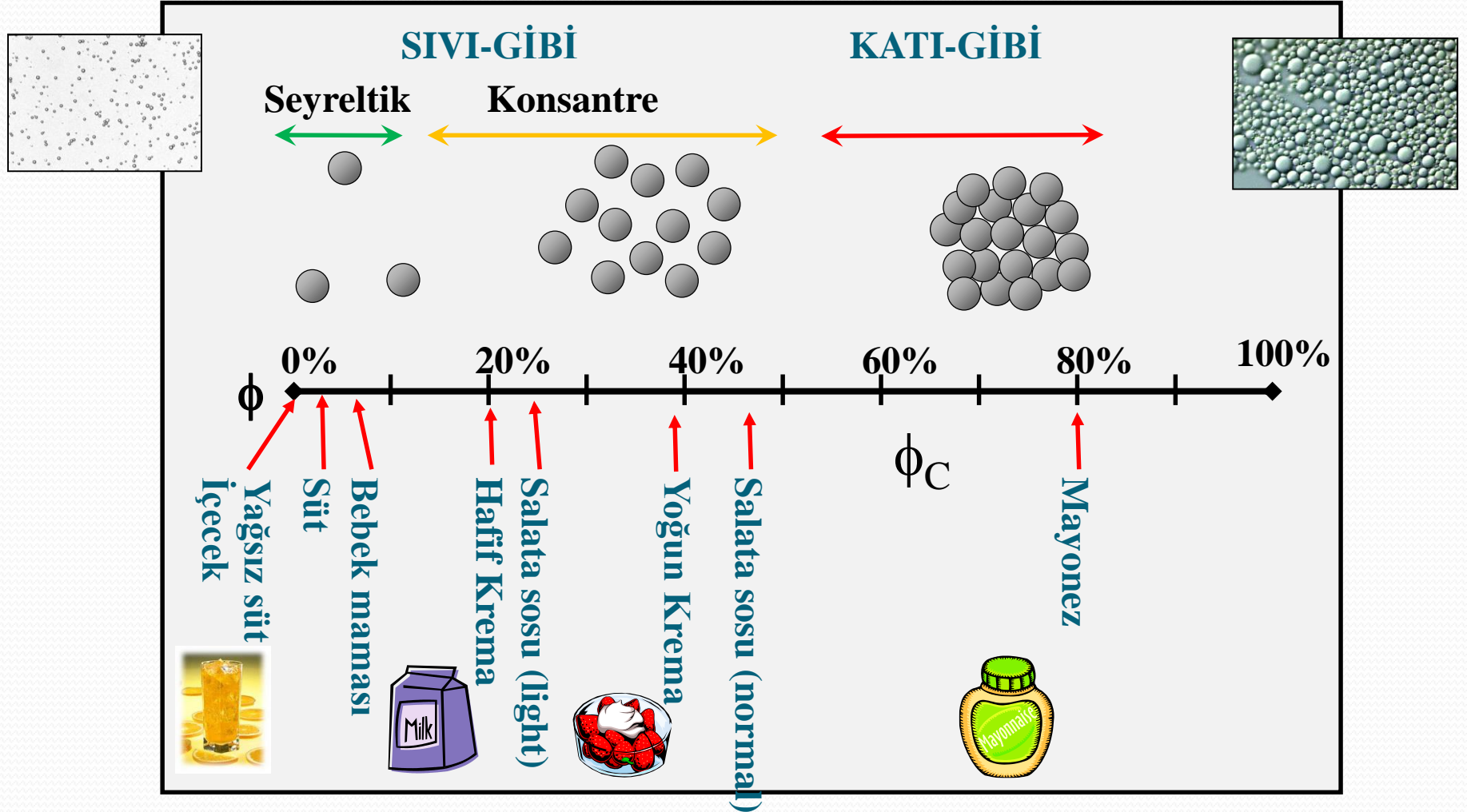
- organizasyon
- Etkileşimler

## Kalite Nitelikleri



- Raf ömrü
- Doku
- Görünüm
- Lezzet
- Beslenme

# Parçacık Konsantrasyonu : Sistem Özelliklerine Etkisi

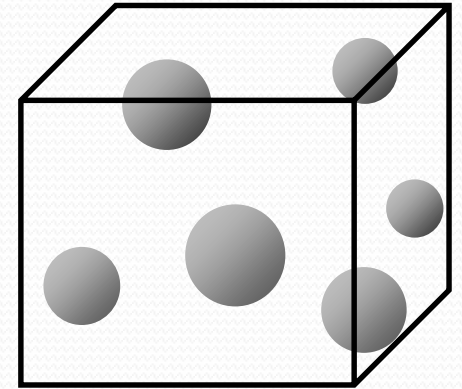


**Koloidal dispersiyonların reolojik davranışı, parçacıkların dağılık faz hacmine ( $\phi$ ) büyük ölçüde bağlıdır.**

# Parçacık Konsantrasyonu: Özellikler

Dağınık faz hacim oranı :

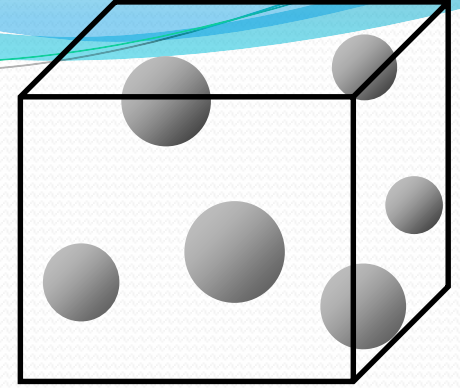
$$\phi = \frac{V_{Droplets}}{V_{Emulsion}}$$



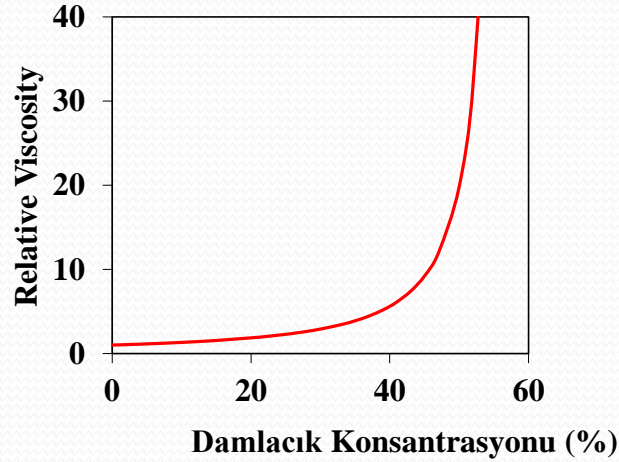
Dağınık faz kütle oranı:

$$\phi_m = \frac{M_{Droplets}}{M_{Emulsion}}$$

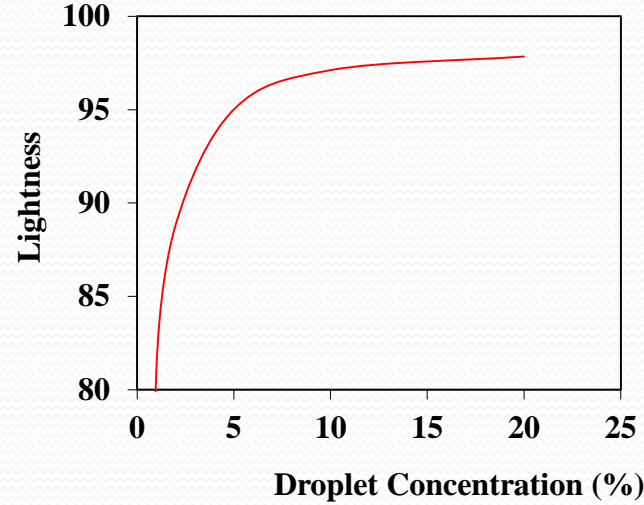
# Parçacık Konsantrasyonu : Emülsiyon Özelliklerine Etkisi



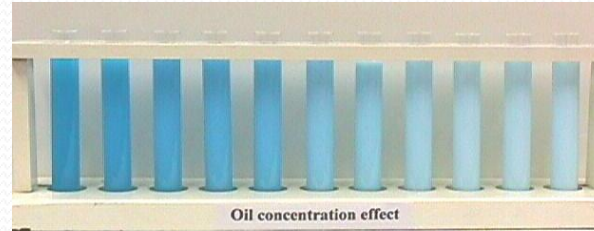
## Tekstür



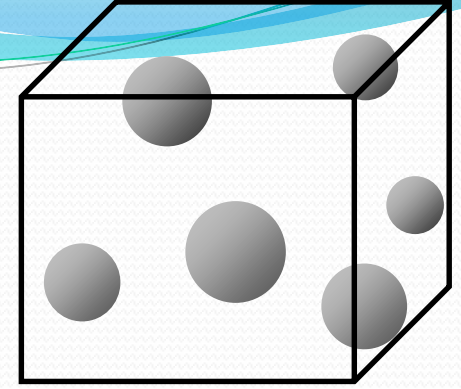
## Görünüm



**Kolloidal dispersiyonların viskozitesi, artan partikül konsantrasyonu ile birlikte artar**

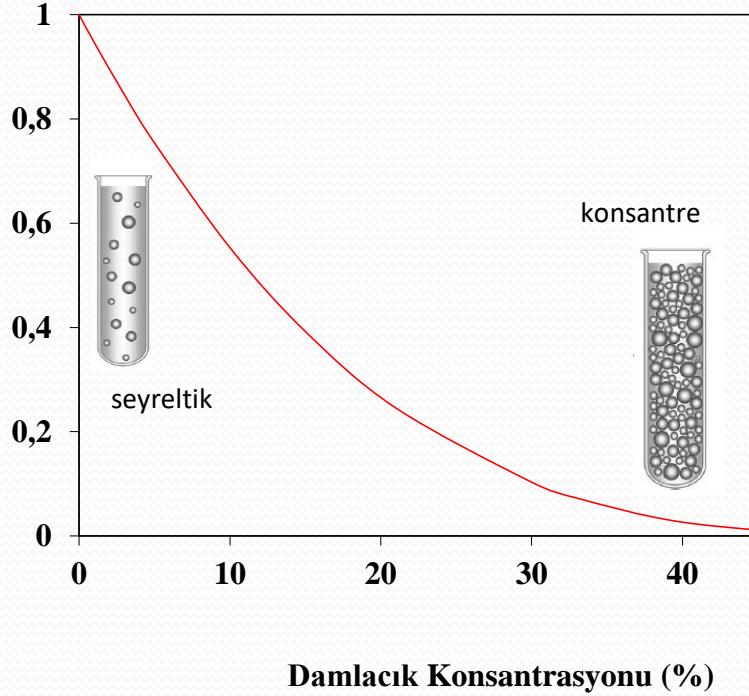


# Parçacık Konsantrasyonu : Emülsiyon Özelliklerine Etkisi



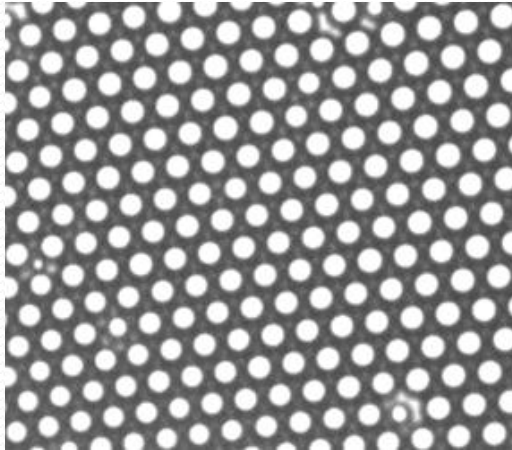
## Stabilite

Relative Creaming Velocity



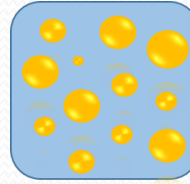
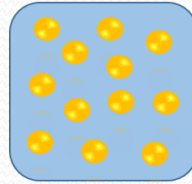
**Yerçekimsel ayrılma hızı, damlacık konsantrasyonunu artırarak geciktirilebilir. Yeterince yüksek bir dağılık faz hacminde, damlacıkların hareket etmesi önlenir, çünkü birbirlerine çok yakın sarılırlar. Bu nedenle, yüksek dağılık faz hacmine sahip olan mayonezdeki damlacıklar, daha düşük dağılık faz hacmine sahip olan salata soslarındakilere göre daha stabildirler.**

# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili :



## Monodispers (tekel dağılımlı)

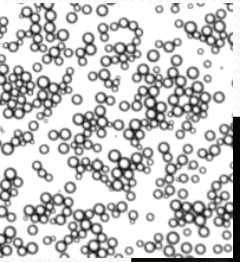
- Parçacıklar aynı boyutta
- $d$  veya  $r$  raporlanır



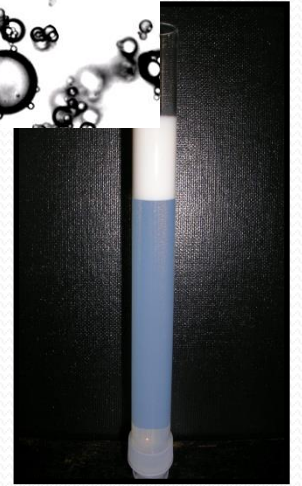
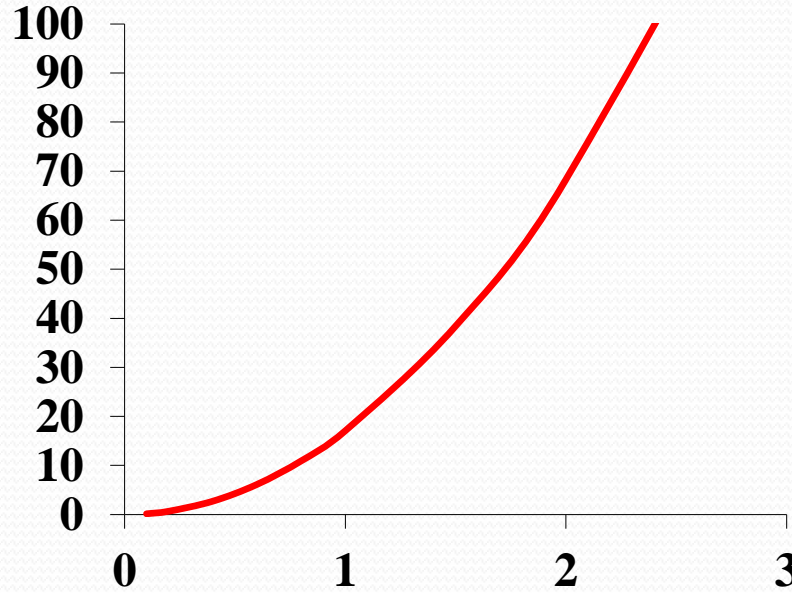
## Polydispers (çoğul dağılımlı)

- Parçacıklar farklı boyutlarda
- Parçacık boyut dağılımını (PSD) bildir
- Ortalama  $d$  veya  $r$  raporlanır

# Parçacık boyutu : Emülsiyon Özelliklerine Etkisi



$U$  (mm/day)



**Küçük parçacıklar**

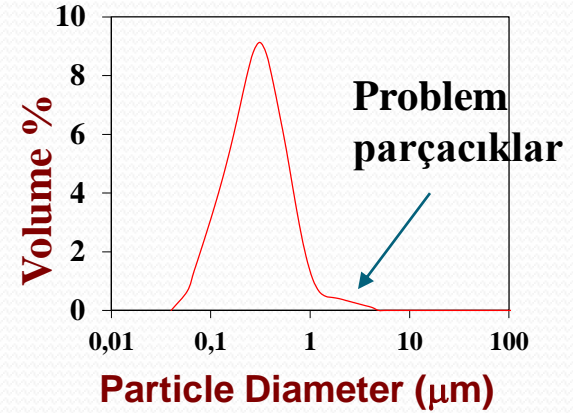
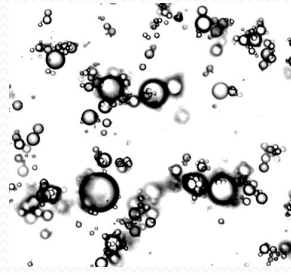
$r$  ( $\mu\text{m}$ )

**Büyük parçacıklar**

- **Raf ömrü** - Kremalaşma, Parçacık kümeleşmesi
- **Kalite** - Görünüm, lezzet, doku



# Parçacık Boyut Dağılımı (PSD) Özellikleri



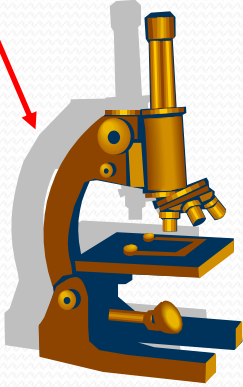
Arzu edilen ürün özelliklerine uygun bir partikül boyut oluşması önemlidir (örneğin stabilite, optik, doku, lezzet, ağız hissi):

- Ortalama parçacık çapı <kritik çap

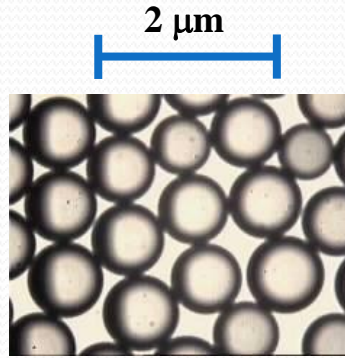
# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili



Hazırlık



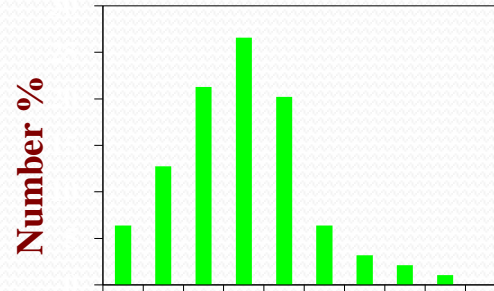
Ölçüm



Tablolaştırma

Size Range (µm)	$d_i$ (µm)	$N_i$
0 – 1	0.5	6
1 – 2	1.5	12
2 – 3	2.5	20
3 – 4	3.5	25
4 – 5	4.5	19
5 – 6	5.5	6
6 – 7	6.5	3
7 – 8	7.5	2
8 – 9	8.5	1
9 – 10	9.5	0

PSD

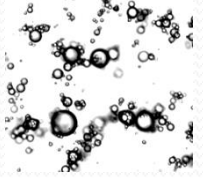


Ortalama

$$d_N = 3.4 \mu\text{m}$$

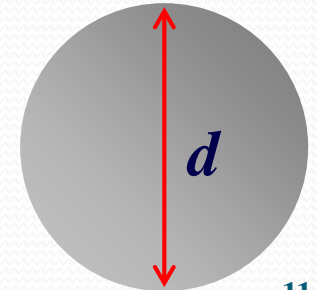
Grafığe dönüştürme

# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili: Boyut Belirtme



**Boyut parametresi.** Boyut sınıfındaki parçacıkların **boyutunun** ölçümü: yarıçap ( $r$ ) veya çap ( $d$ )

Size Range ( $\mu\text{m}$ )	$d_i$ ( $\mu\text{m}$ )	$N_i$
0 – 1	0.5	6
1 – 2	1.5	12
2 – 3	2.5	20
3 – 4	3.5	25
4 – 5	4.5	19
5 – 6	5.5	6
6 – 7	6.5	3
7 – 8	7.5	2
8 – 9	8.5	1
9 – 10	9.5	0

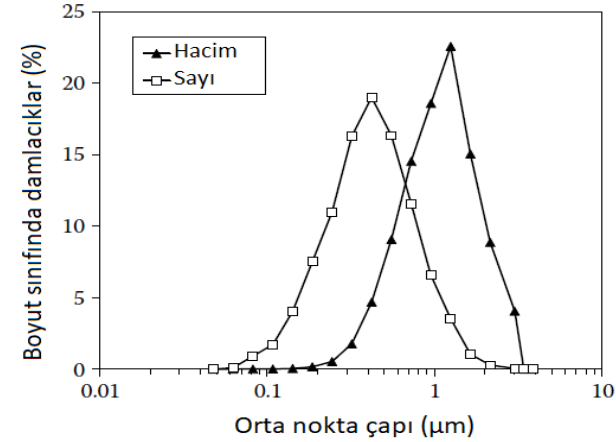
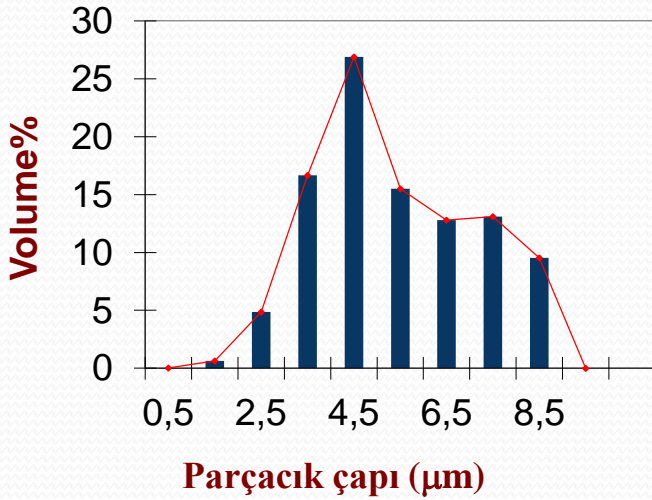


# Parçacık Boyut Dağılımları (PSD) Grafiksel Gösterimi



## Çubuklu grafik

## Eğri



## Histogram

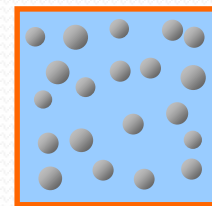
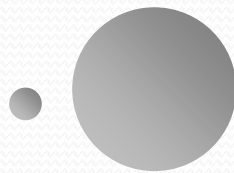
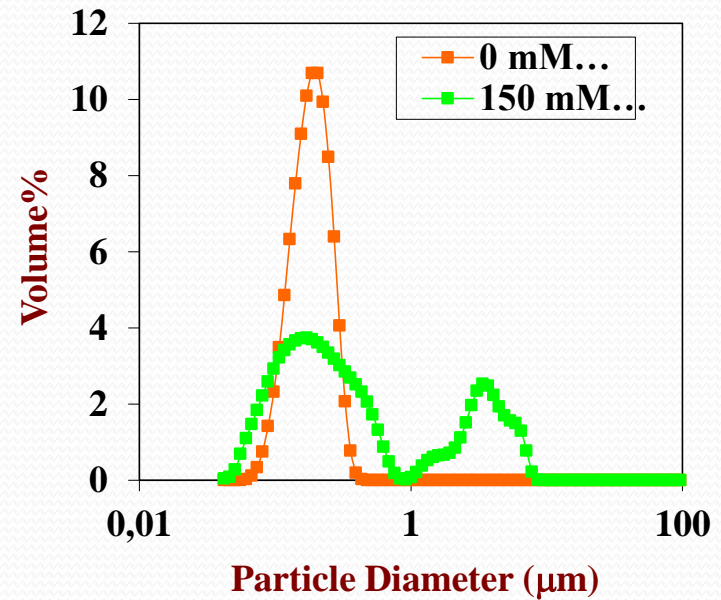
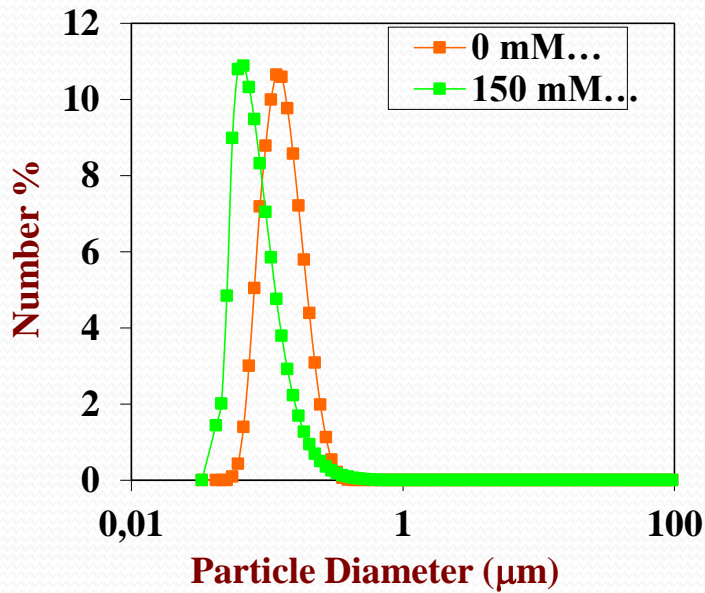
• Belirli boyut kategorilerindeki miktar bildirilir

## Eğri

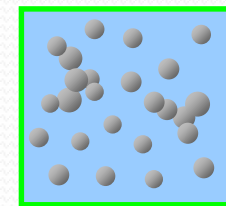
• emülsiyonların partikül büyüklüğü dağılımlarını doğrudan karşılaştırmak mümkün olur

# Parçacık Boyut Dağılımları (PSD):

## Uygun Parametrenin önemi



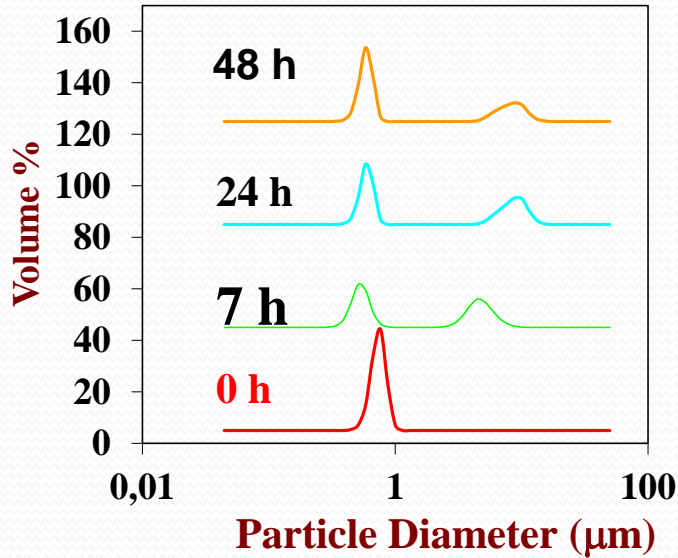
0 mM



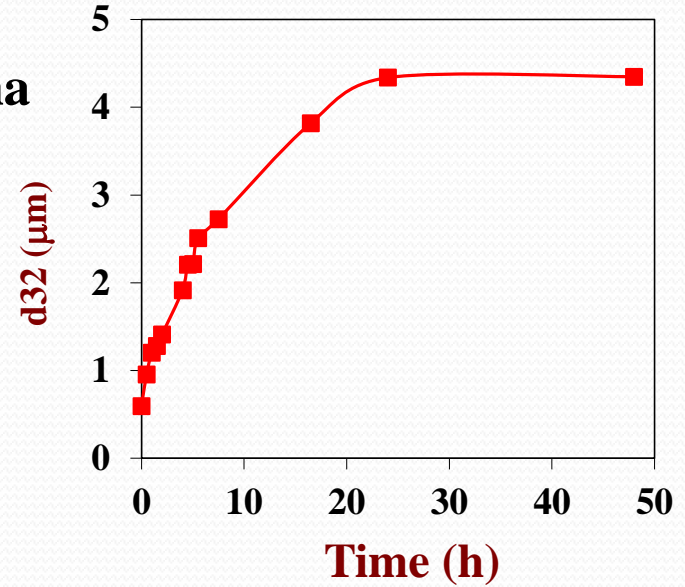
150 mM

# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili :

## Ortalama Parçacık Boyutu

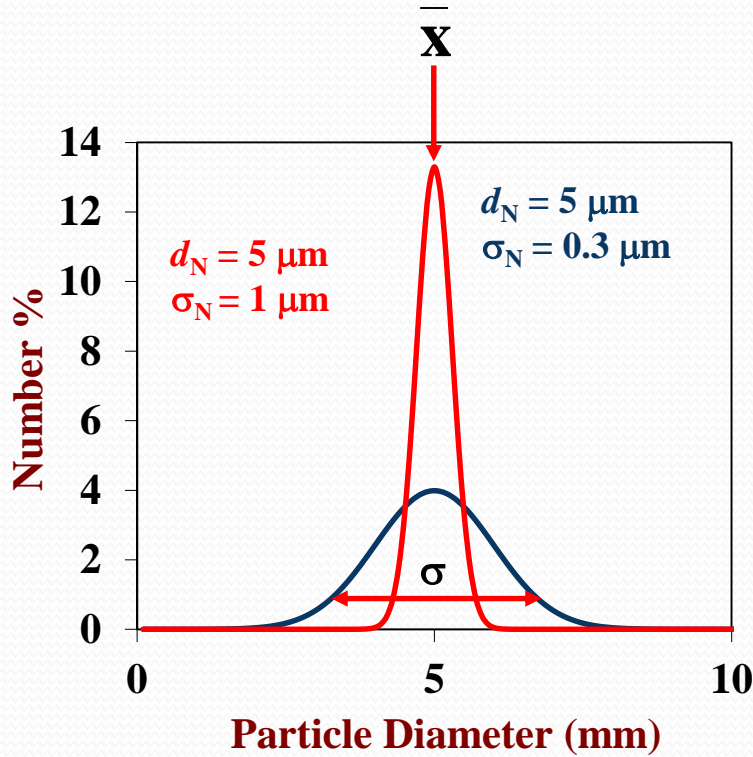


Ortalama



- Ortalama değerler sunumu kolaylaştırır, ancak bilgiler kaybolur.

# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili : Ortalama ve Genişliği Tanımlama



**Ortalama  
(mean):**

$$\bar{x} = \sum_i \phi_i x_i$$

**Genişlik  
(width):**

$$\sigma = \sqrt{\sum_i \phi_i (x_i - \bar{x})^2}$$

**Burada:**

$x_i$  = boyut parametresi

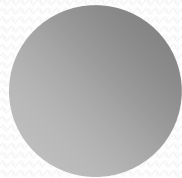
$\phi_i$  = frekans ağırlık parametresi

- **Ortalama** = Merkezi Eğilim Ölçüsü
- **Genişlik** = Verilerin Ortalama Çevresindeki Yayılımının Ölçümü ( $x/\sigma$ )

# Ortalama Parçacık Boyutunu Tanımlamak: Ortalamayı ifade etmenin Eşdeğer Yolları

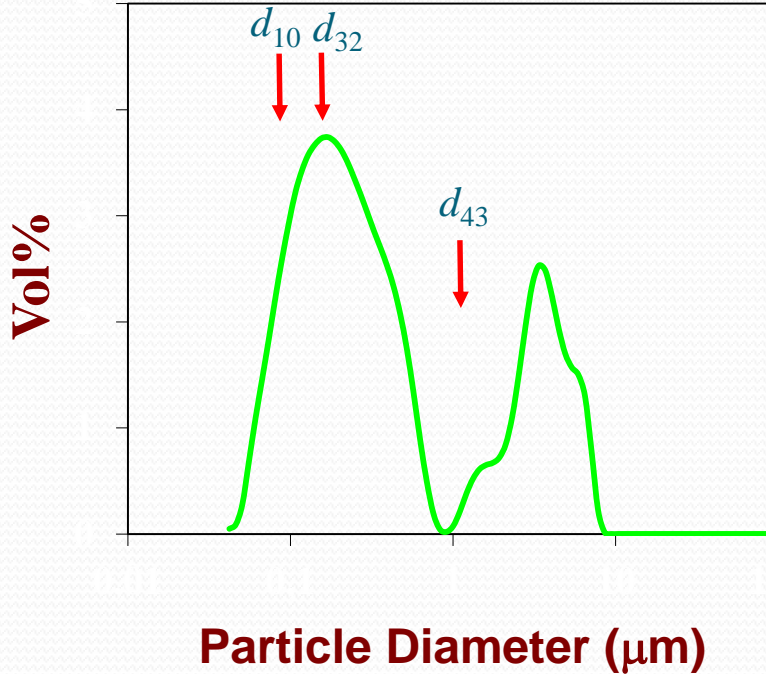
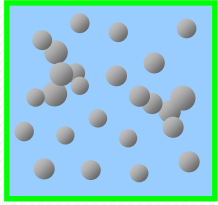
Ortalamanın Adı	Sembol	Ortalama miktar	Ağırlık faktörü
Sayı-uzunluk ortalama çapı	$d_{NL}$ veya $d_{10}$	Çap ( $\propto L$ )	Kategorideki sayı
Sayı-alan ortalama çapı	$d_{NA}$ veya $d_{20}$	Çap kare ( $\propto A$ )	Kategorideki sayı
Sayı-hacim ortalama çapı	$d_{NV}$ veya $d_{30}$	Çap küp ( $\propto V$ )	Kategorideki sayı
Alan-hacim ortalama çapı	$d_{AV}$ veya $d_{32}$	Çap küp ( $\propto V$ )	Kategorideki alan
Hacim-uzunluk ortalama çapı	$d_{VL}$ veya $d_{43}$	Çap ( $\propto L$ )	Kategorideki hacim

**Not: Burada L, A ve V sırasıyla uzunluğu, yüzey alanını ve hacmi temsil eder.**





# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili: Uygun Ortalama Boyutu Kullanımının önemi



$$d_{10} = 0.09 \mu\text{m}$$

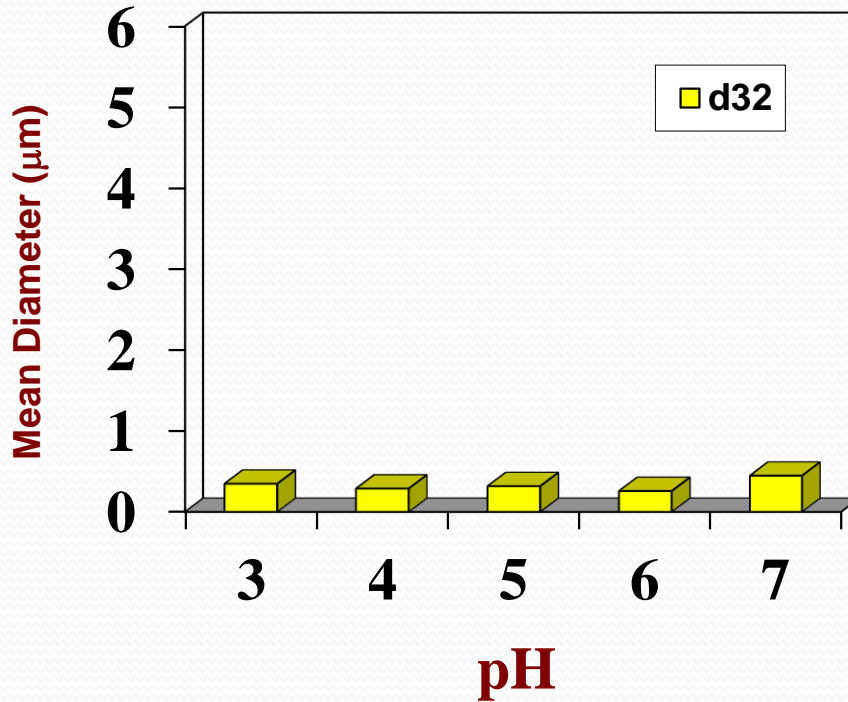
$$d_{32} = 0.21 \mu\text{m}$$

$$d_{43} = 1.20 \mu\text{m}$$

## Not:

- $d_{10}$  ve  $d_{32}$  partiküllerin çoğuna duyarlıdır
- $d_{43}$  birkaç büyük küme/topak varlığına duyarlıdır

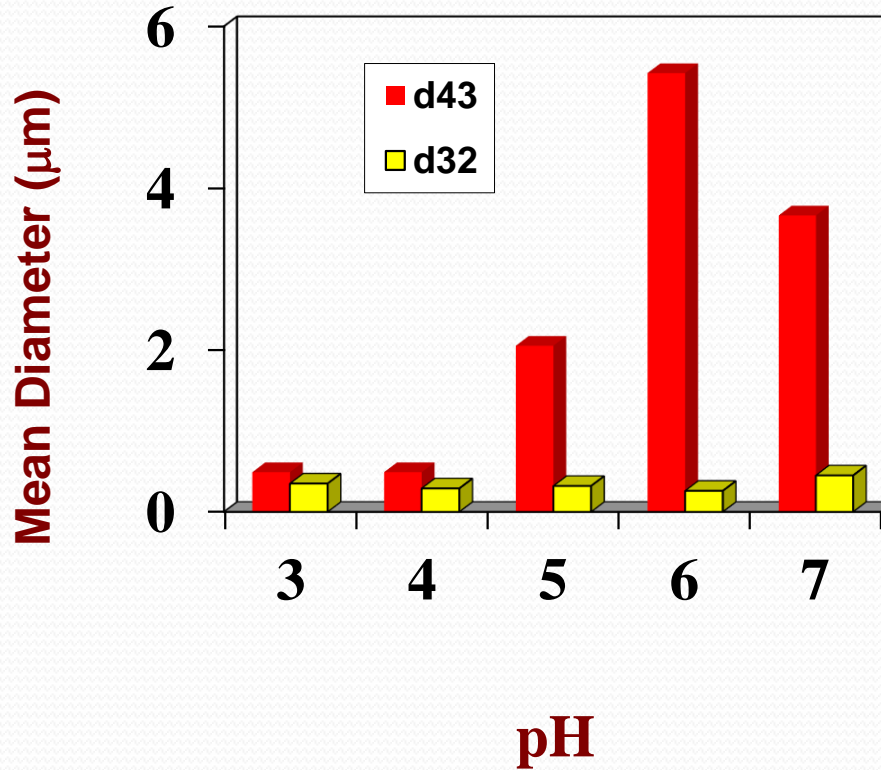
# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili: Uygun Ortalama Boyutu Kullanımının önemi



**Stabil ?**

**pH'in Emülsiyon Kararlılığı Üzerine Etkisi :** Katyonik polisakarit içeren protein-stabilize emülsiyon

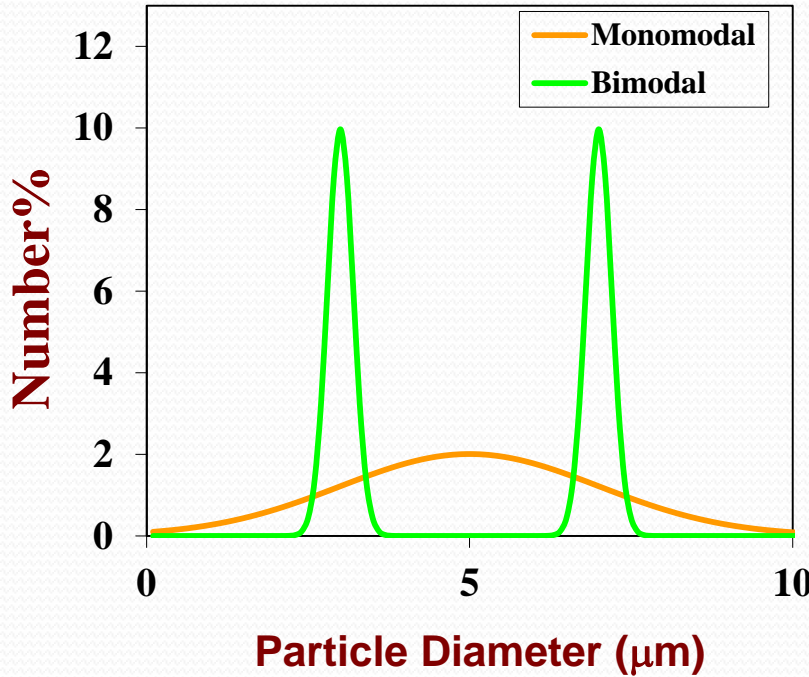
# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili: Uygun Ortalama Boyutu Kullanımının önemi



**pH'in Emülsiyon Kararlılığı Üzerine Etkisi :** Katyonik polisakarit içeren protein-stabilize emülsiyon

# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili :

## Her Zaman Tam PSD'yi İncelenmesinin önemi



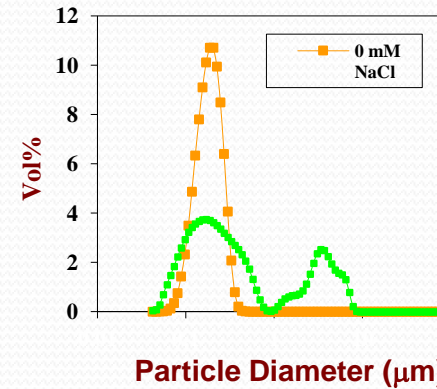
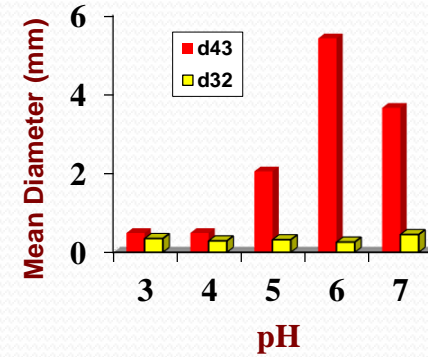
$$d_{10} = 5 \mu\text{m}$$
$$\sigma_{10} = 2 \mu\text{m}$$

Bu dağılımlar aynı ortalama çapa ve aynı dağılım genişliğine sahiptir!

# Parçacık Büyüklüğü Verilerinin Temsili : Dikkate Alınması Gereken Bazı Faktörler

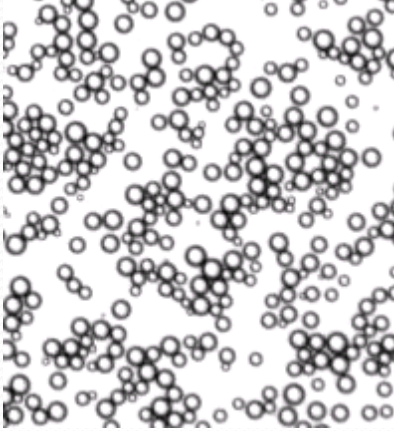
## Parçacık Büyüklüğü Verilerini Kullanma ve Raporlama:

- **Boyut Parametresi:**  
*Çap veya yarıçapı?*
- **parametre:** *Sayı veya Hacim?*
- **PSD'yi Her Zaman İnceleyin**
- **Ortalama boyut ve genişlik:**
- $(d_{10}, d_{32}, d_{43})$ ?

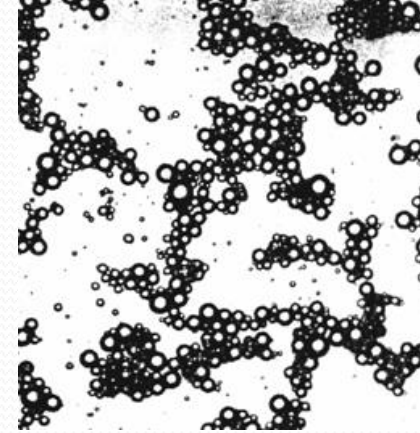


# Parçacık Etkileşimleri ve Organizasyonu

Topaklanmamış

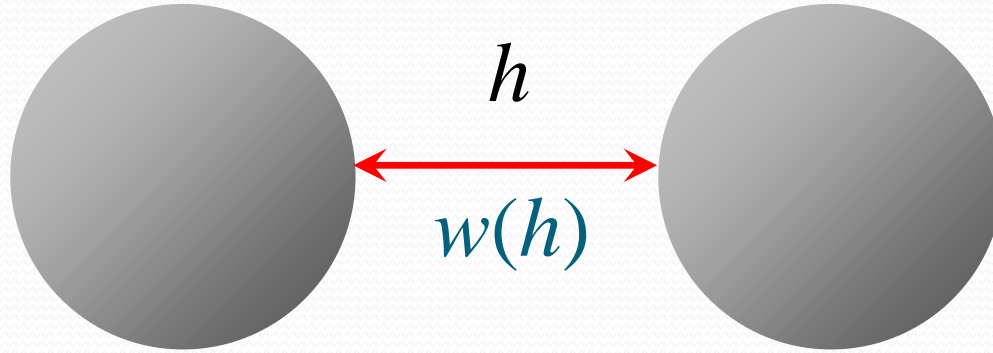


Topaklanmış



Parçacık etkileşimleri emülsiyon mikroyapısı ve genel özellikler üzerinde büyük bir etkiye sahiptir

# Kümeleşme, Kolloidal Etkileşim Dengesine Bağlıdır



## ÇEKİCİ

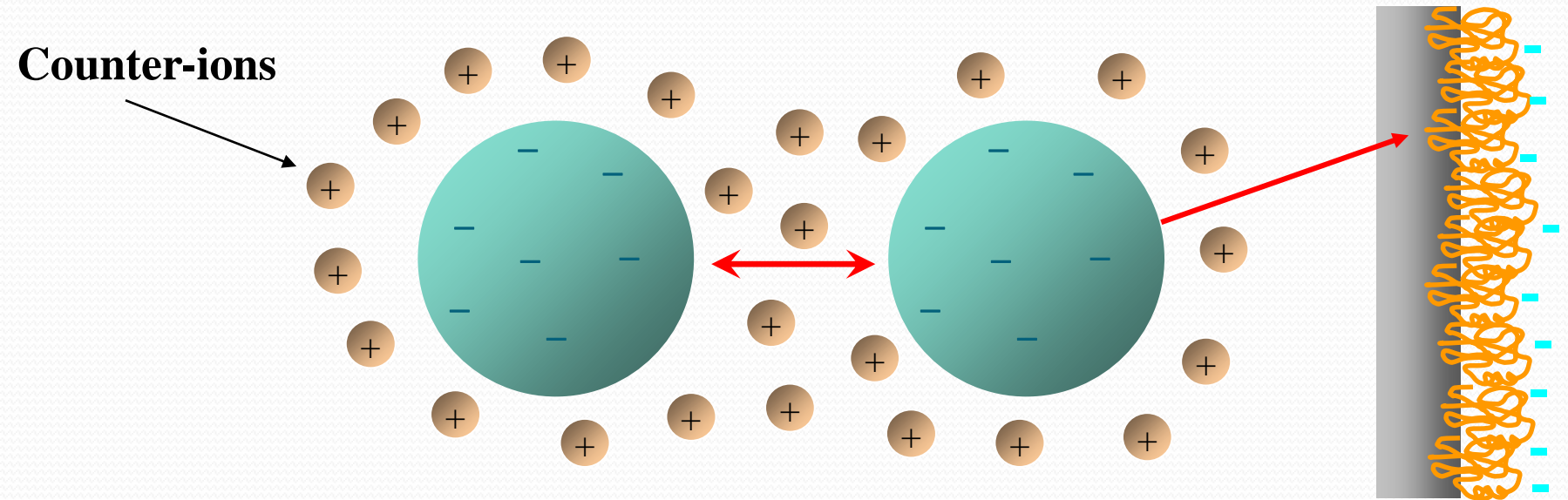
- van der Waals
- Hidrofobik
- Tükenim (Depletion)

## İTİCİ

- Elektrostatik
- Sterik

**Çekici etkileşimler itici etkileşimlerden daha ağır basarsa, kümeleşme oluşur**

# Elektrostatik Stabilizasyon



## Damlacık işareti ve büyüklüğü ( $\zeta$ )

- Pozitif, Nötr veya Negatif
- Düşükten yükseğe (0 - 50 mV)

} Emülgatör  
Tipi

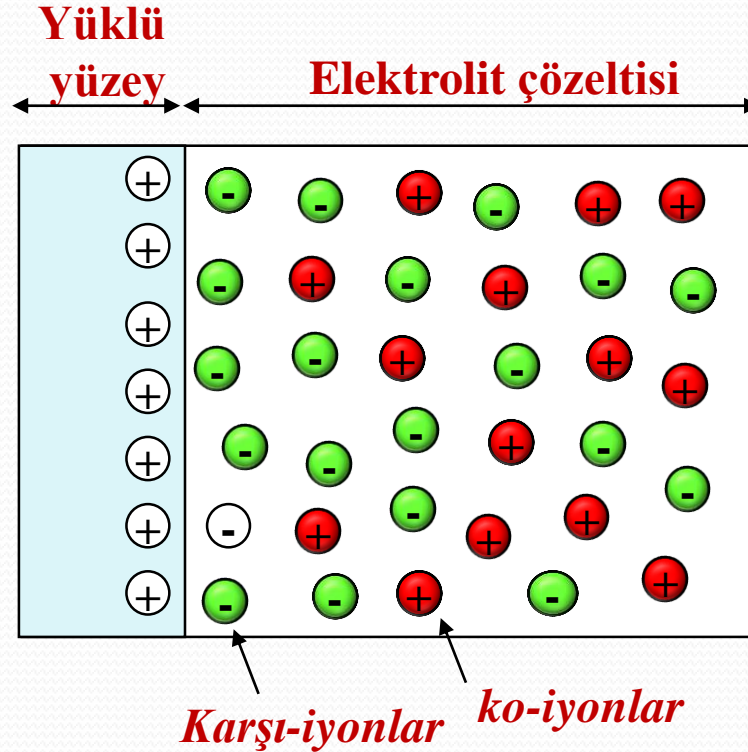
## Çözelti İyonik Gücü (I)

- İyon Konsantrasyonu
- İyon Tipi

} Çözelti  
bileşimi

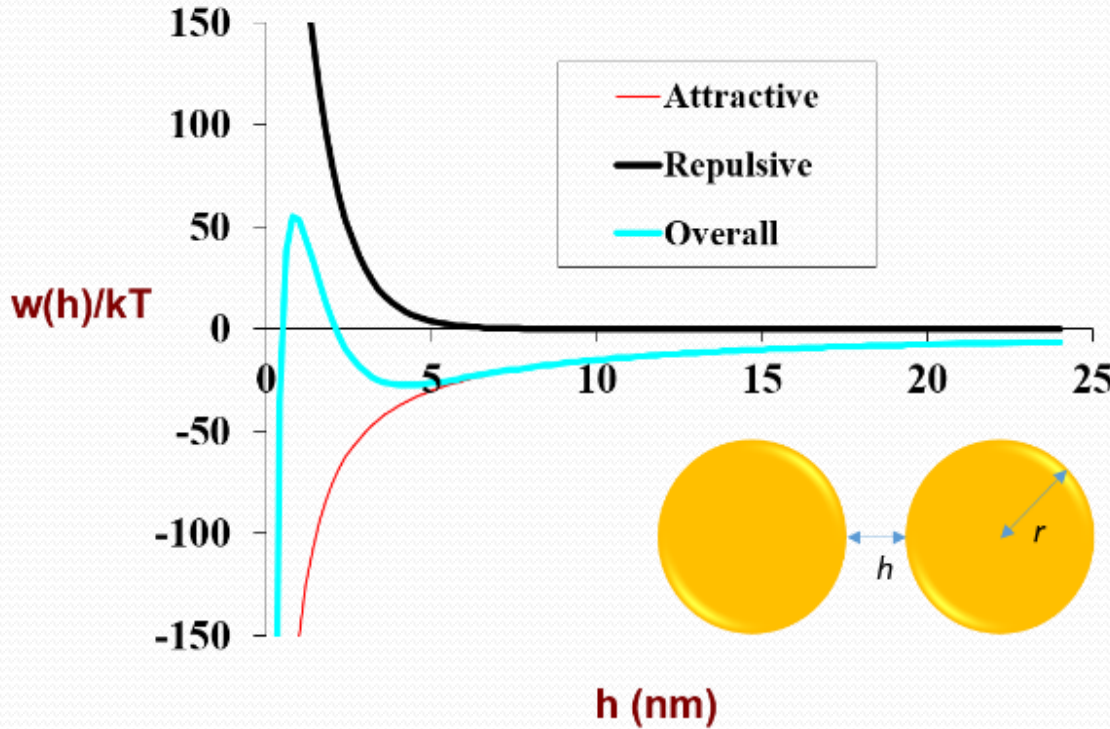
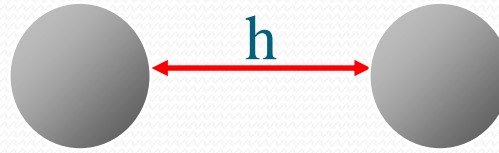


# Parçacık elektrik yükü : Karakterizasyon



- **Elektrostatik** çekim zıt yüklü yüzeylerin yakınında karşı iyon birikimi sağlarken, elektrostatik itme ko-iyonların yakın yüzeylerden atılmasını desteklemektedir.

# Kolloidal Etkileşim Tahmini

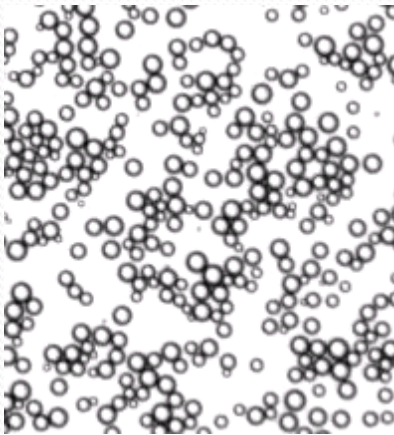


- İşaret (sign)
- Büyüklük (magnitude)
- Dağılım aralığı (range)

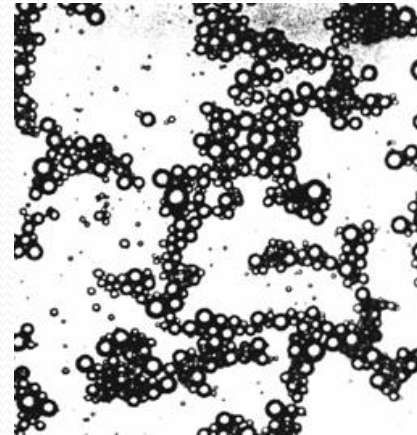
# Kolloidal Etkileşimler

**Kolloidal etkileşimler bilgisinin kullanım alanları :**

- Parçacık topaklaşmasına karşı kararlılığı tahmin etmek
- Emülsiyon kararsızlığının kökenini tanımlamak
- Kararsızlığı önlemek için stratejiler geliştirmek
- Emülsiyon reolojisini tahmin etmek mümkündür



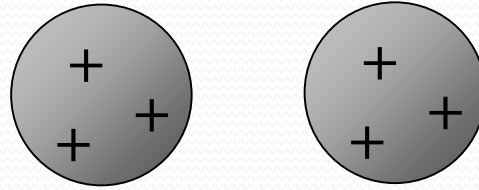
**Stabil**



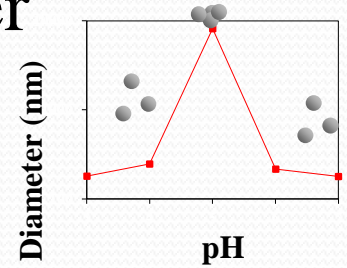
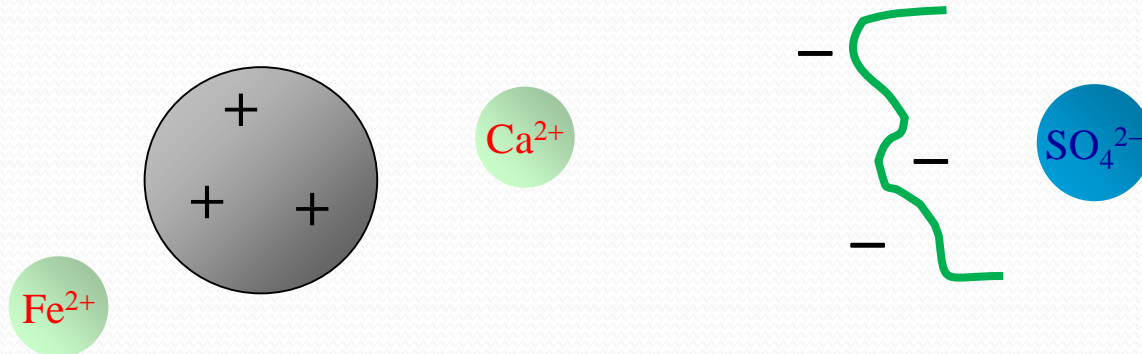
**Kararsız**

# Parçacık elektrik yükü: Önemi

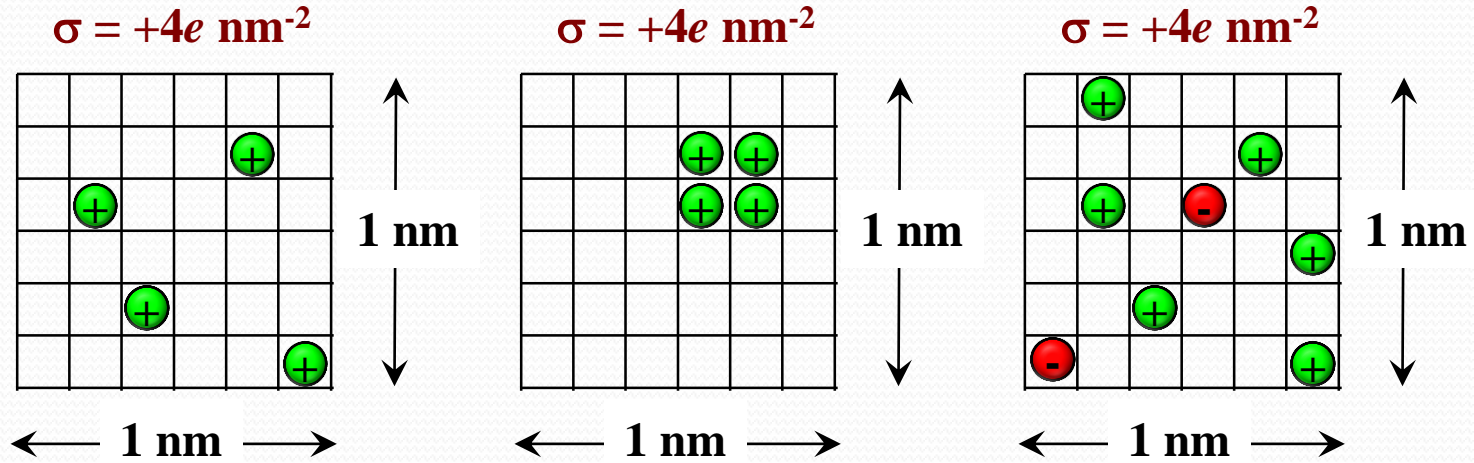
- Parçacıkların kümeleşmeye karşı stabilitesini ve dolayısıyla fizikokimyasal özelliklere etkiler



- Diğer yüklü türlerle parçacık etkileşimlerini etkiler - biyopolimerler, mineral iyonları, vitaminler, antioksidanlar, vb.



# Parçacık Yükünün Tanımlanması

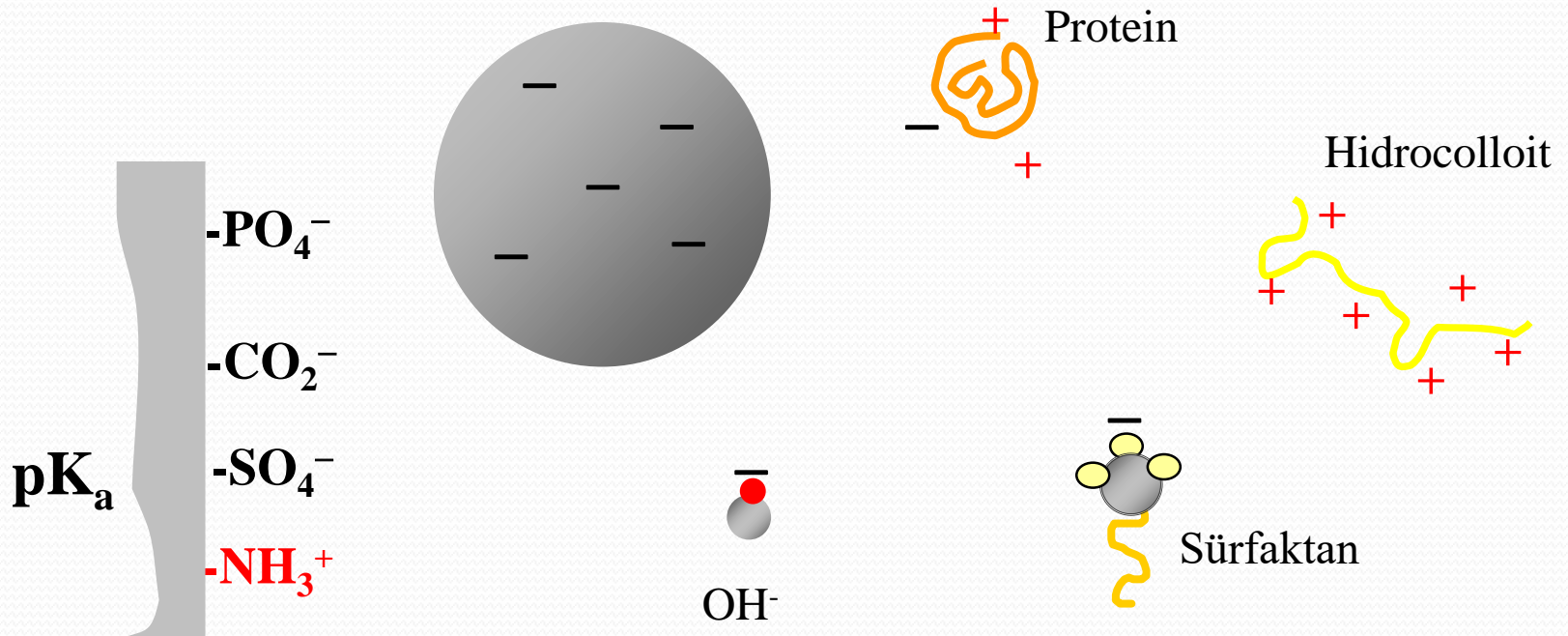


- **Yüzey yükü yoğunluğu ( $\sigma$ )** – birim yüzey alanı başına elektriksel yük sayısı
- **Yüzey Potansiyeli ( $\Psi_0$ )** – Yüzeyi 0'dan  $\sigma$ 'a şarj etmek için gereken serbest enerji
  - *Yüzey yükü yoğunluğuna ve iyonik gücüne bağlıdır*
- **Zeta-Potansiyel ( $\zeta$ )** – deneysel olarak ölçülebilen yüzey potansiyeli - elektrik alanında parçacık ile taşınan karşı iyonları içerir
  - *Yüzey yükü yoğunluğuna ve iyonik gücüne bağlıdır*

Bir yüzeyin elektriksel özellikleri, yüzey yükü yoğunluğuna ve aynı zamanda yüklerin yüzeydeki dağılımına bağlıdır.

# Parçacık elektrik yükü:

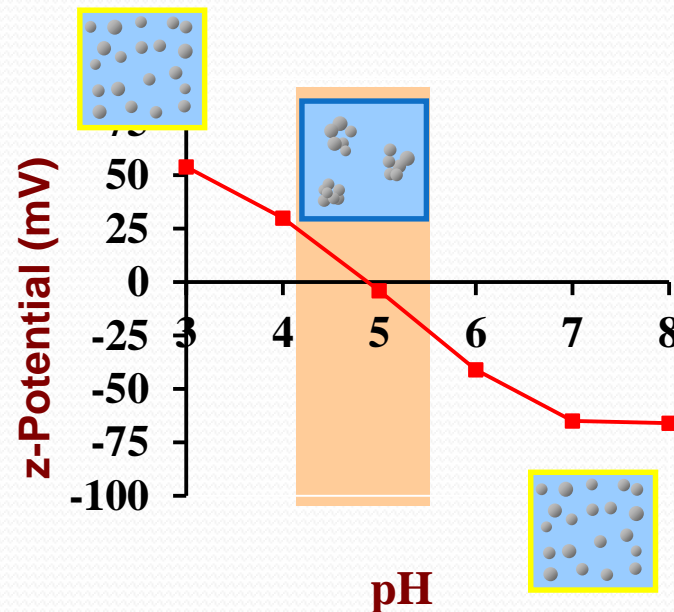
- Yüklü türlerin damlacık yüzeylere adsorpsiyonu
- Emülgatörler, biyopolimerler, küçük iyonlar (örn.  $\text{OH}^-$ )



# Parçacık elektrik yükü: Taşıyıcı Sistemlerde Önemi

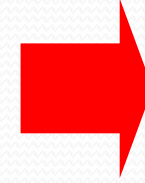
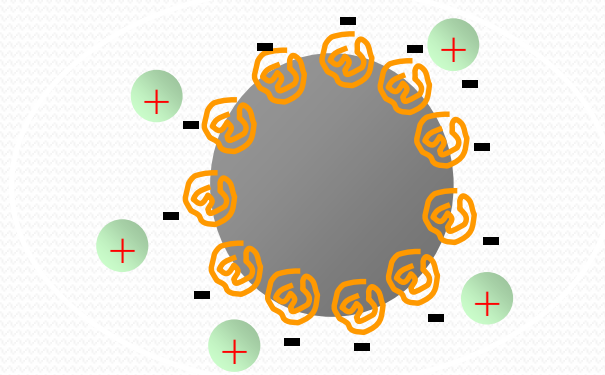
## Parçacık yükü bilgisi kullanımı:

- Parçacık agregasyonuna karşı kolloidal stabilite tahmini
- Diğer yüklü türlerle etkileşimi tahmini (içerikler, bakteri)
- Yüklü yüzeylerle etkileşimi tahmini (ör, çok katmanlı emülsiyon oluşumu)

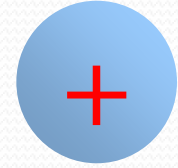


# Parçacık elektrik yükü : $\zeta$ -Potansiyel ölçümü

Elektrot



Elektrot

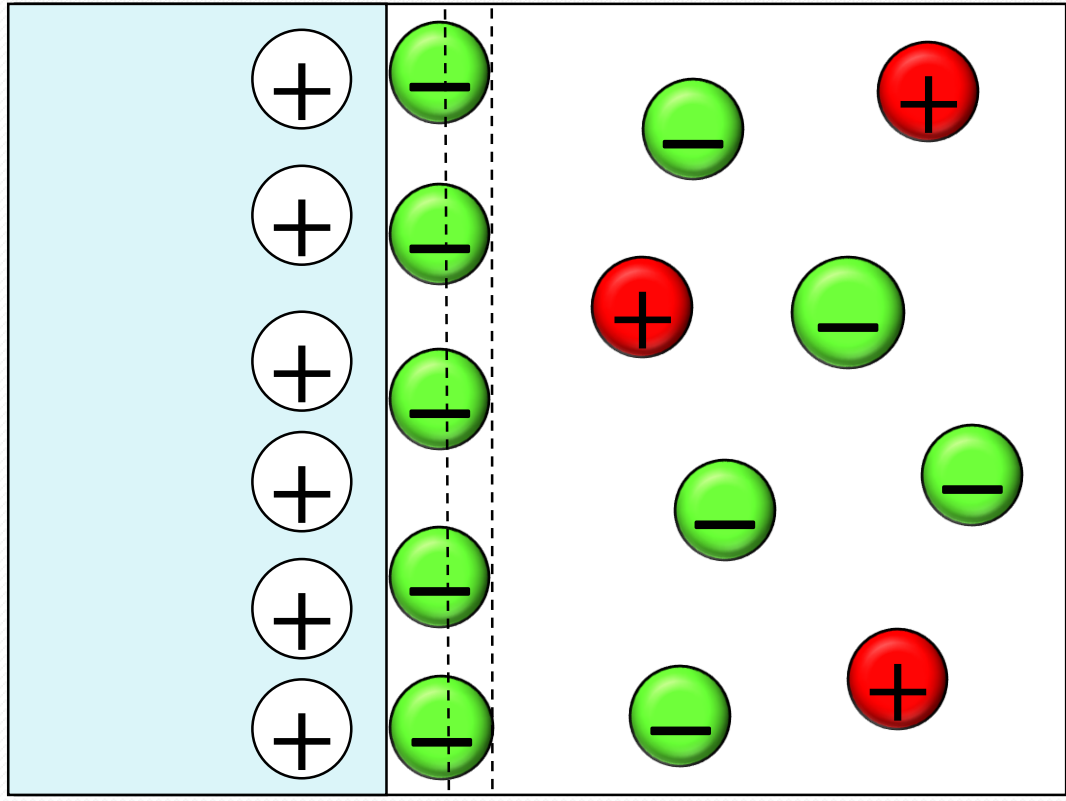


**Yön ve Hız ölçümü, İşaret ve Büyüklük verir**

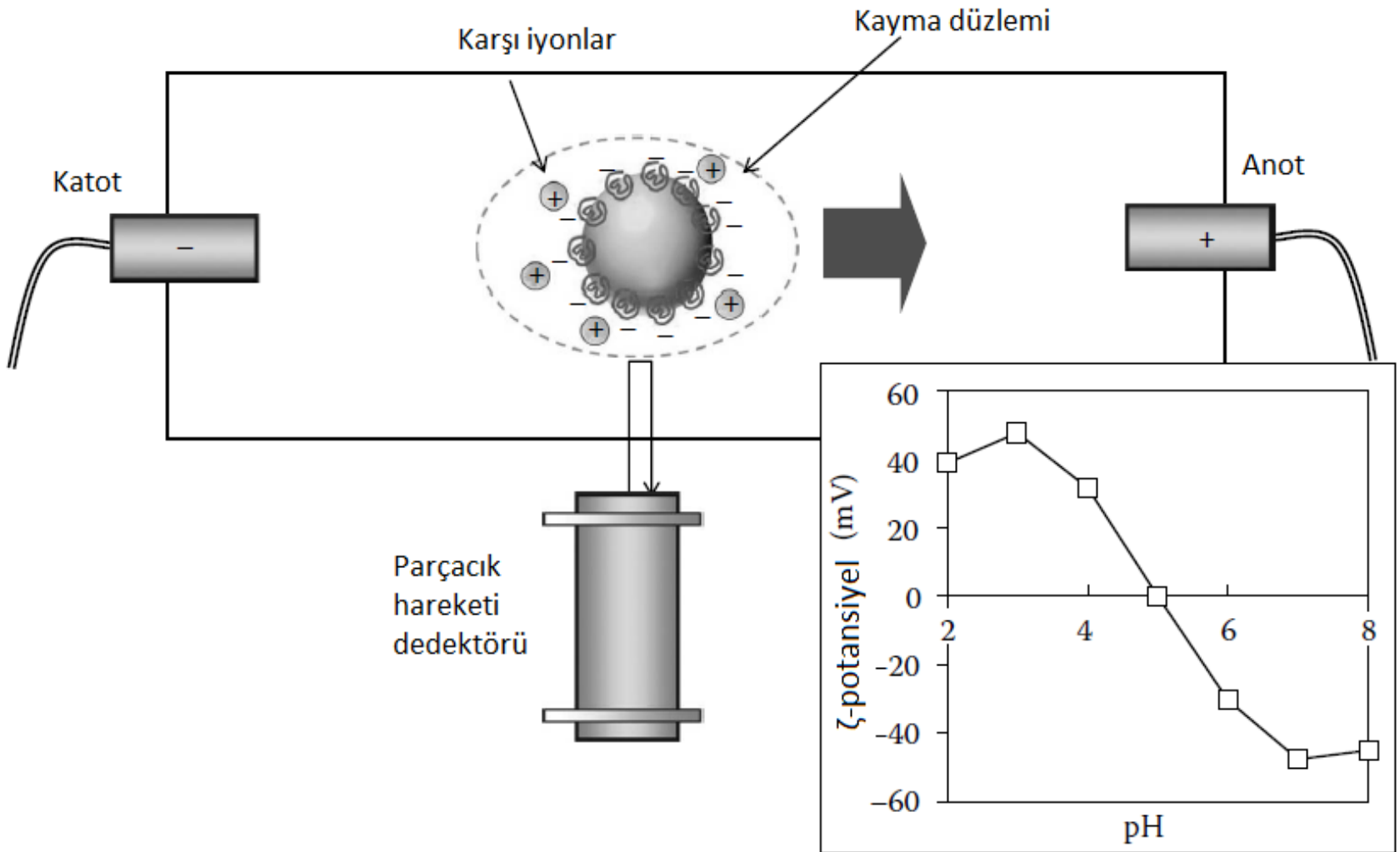
- Elektriksel yük elektro kinetik tekniklerle ölçülür
- Parçacık üzerinde etkili elektrik potansiyeli
- Yük yoğunluğuna ve iyonik güce bağlıdır



$\Psi_0$     $\Psi_\delta$     $\zeta$

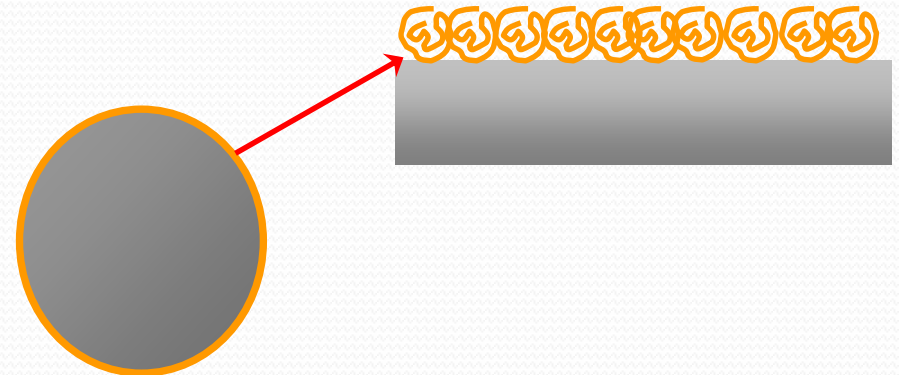


*Stern*   *Kayma*  
*Düzlemi*   *Düzlemi*



# Arayüz özellikleri

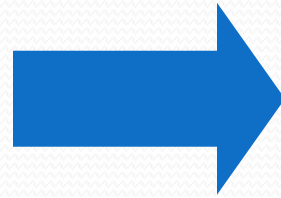
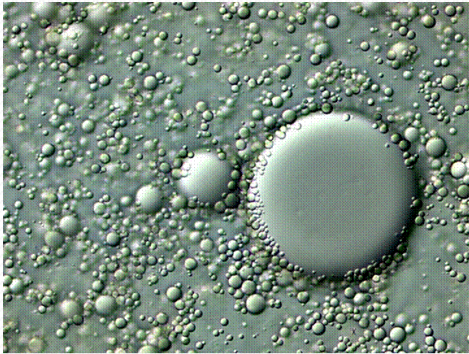
- Flokülasyon, birleşme, kısmi birleşme, Ostwald olgunlaşması ve kremalaşma üzerine stabiliteyi etkiler
- Gıda maddelerinin ayrılmasını etkiler
  - Antioksidanlar, aromalar, renkler, mineraller, besin maddeleri vb.
- Salınım özelliklerini etkiler
  - Hız, Miktar, Konum



# Parçacık Özellikleri :

## Pratik Önem

- Parçacık özelliklerinin taşıyıcı sistem özellikleri üzerindeki rolünün daha iyi anlaşılması, gıda üreticilerinin ürünün raf ömrünü, görünüşünü, lezzetini, dokusunu iyileştirmesinin yanı sıra sağlığı geliştiren ürünler geliştirmesini sağlar



# van der Waals etkileşimleri

---

- van der Waals etkileşimleri iki bileşenlidir:
  - Çekici güçler (London forces)
  - İtici güçler (Sterik)
- Uzak mesafelerde çekici güçler baskındır
- Yakın mesafelerde itici güçler baskındır.
- kolayca bozulabilir ve geri dönüşü olan etkileşimlerdir
- birbirine yakın herhangi iki atom arasında gerçekleşebilir.

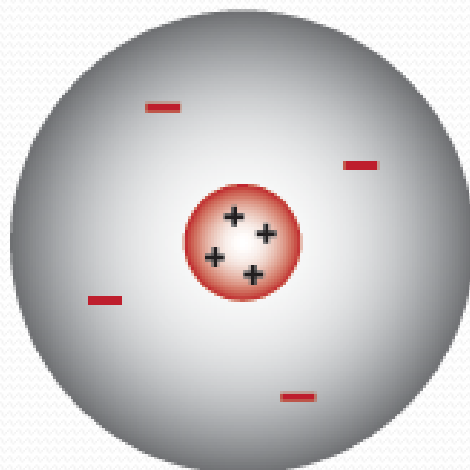
# VAN DER WAALS' FORCES (VDW) DIAGRAM

## KEY

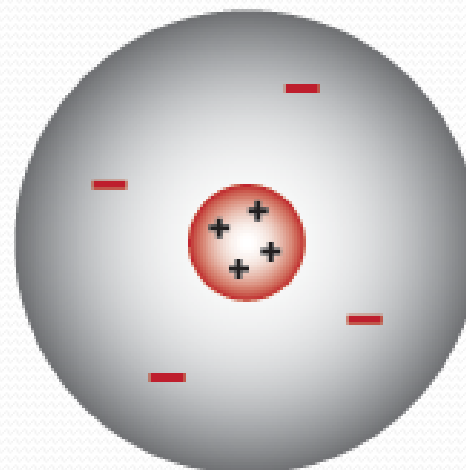
+ POSITIVE NUCLEUS

- NEGATIVE CHARGED ELECTRON CLOUD

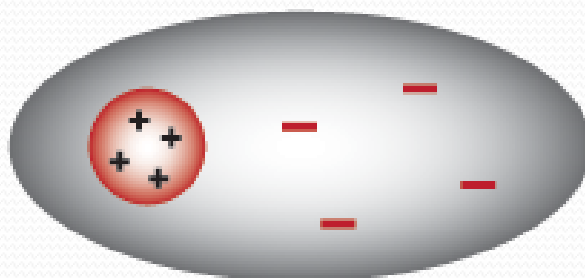
SIMPLE ATOM



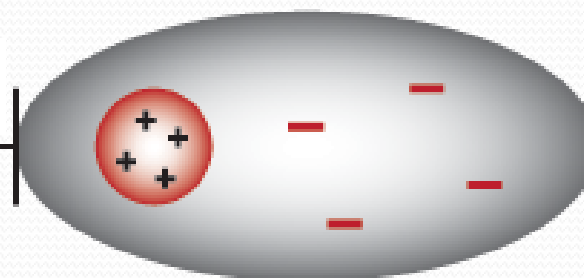
SIMPLE ATOM



SIMPLE ATOM

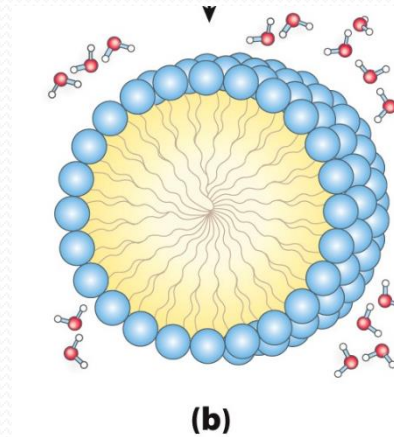


SIMPLE ATOM



# Hidrofobik etki

- Polar olmayan moleküllerin veya bileşenlerin sulu çözelti içinde birleşmesi veya etkileşimi anlamına gelir.
- İki apolar molekül arasındaki çekici güç nedeniyle ortaya çıkmaz
- Sudaki amfipatik lipidleri düşünün. (polar ve nonpolar bölgeleri aynı zamanda bulunduran yapılar)
- Amfipatik molekülün apolar kısımları, daha az su molekülü ile temas etmek için toplanır.
- Yeterince yüksek amfipatik molekül konsantrasyonuyla, misellerde tam birleşme mümkündür.



## Micelles

All hydrophobic groups are sequestered from water; ordered shell of H<sub>2</sub>O molecules is minimized, and entropy is further increased.