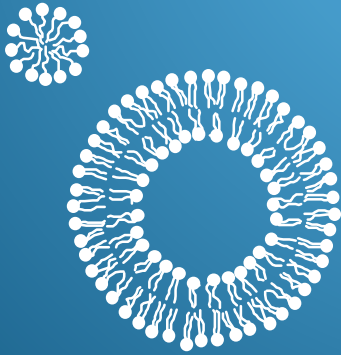


# Sümfaktan bazlı taşıyıcı sistemler

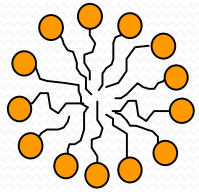
Dr. Öğr. Üyesi Cansu Ekin GÜMÜŞ

*Ankara Üniversitesi*

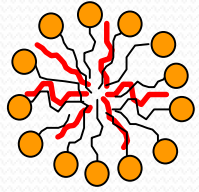
*Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*



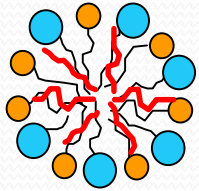
# Sümfaktan bazlı taşıyıcı sistemler: Örnekler



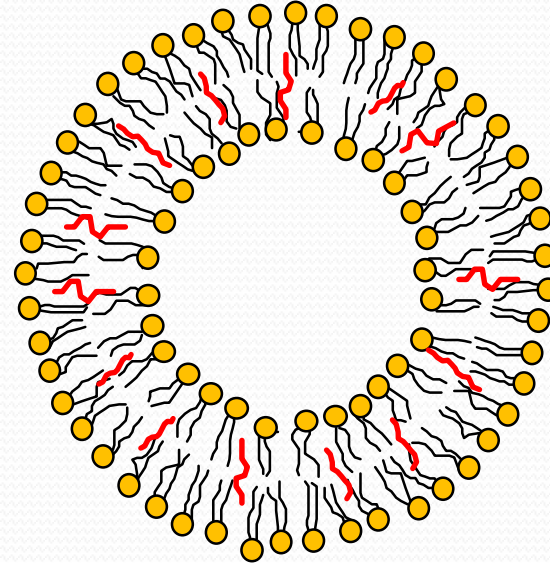
Misel



Şişmiş misel



Mikroemülsiyon  
(iki farklı sümfaktan)



Lipozom


(daha çok ilaç endüstrisinde kullanılır)

## Yarıkararlı sistemler

- Biraz enerji girişı gerekir

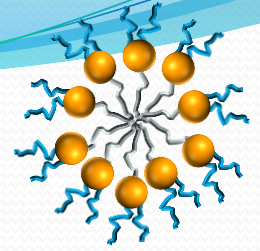
  
lipofilik  
ajan

  
Sümfaktan

  
Ko-sümfaktan

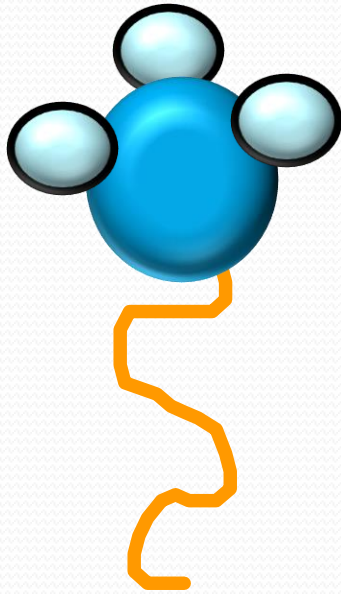
## Termodinamik olarak kararlı sistemler

- Kendiliğinden (spontane) oluşur



# Küçük moleküllü sürfaktanlar: Yapı

Baş grup (X)



Kuyruk-Grup (R)

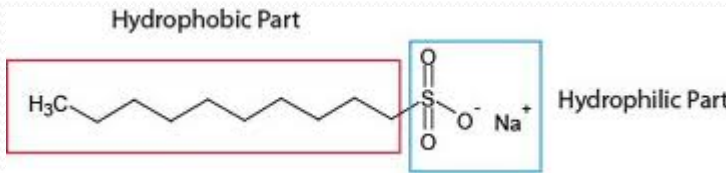
**X**

- Anyonik (-)
- Katyonik (+)
- Noniyonik

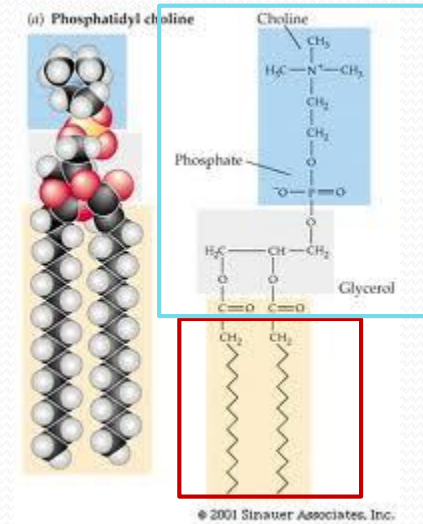
**R**

- Tek ya da çift
- Doymuş veya doymamış
- Doğrusal veya Dallanmış
- Alifatik veya Aromatik

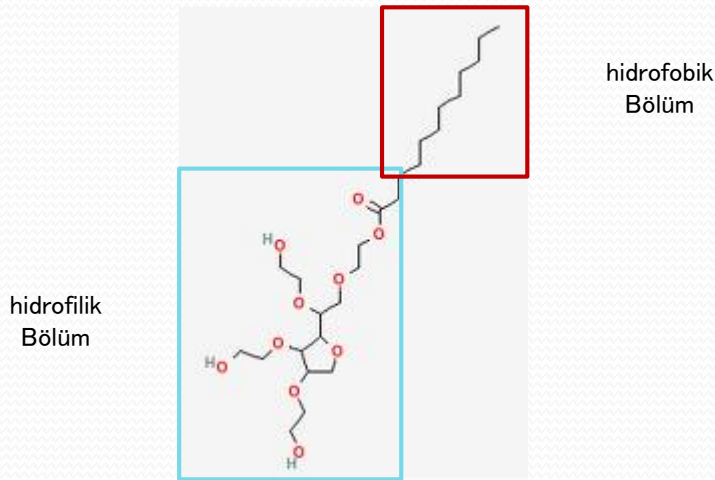
# Küçük moleküllü sürfaktanlar : Örnekler



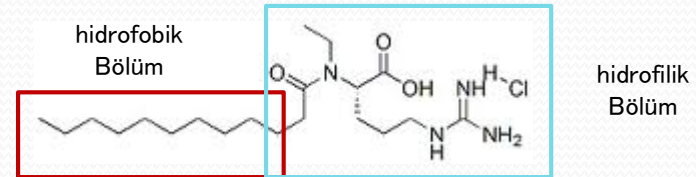
**SDS (Anyonik Sürfaktan)**



**PC (Zwiterionik Sürfaktan) amfoterik**

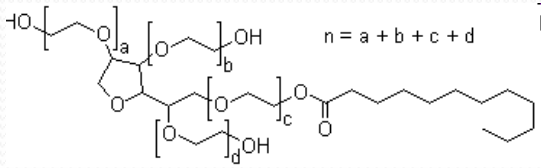


**Tween 20 (İyonik Olmayan Sürfaktan)**

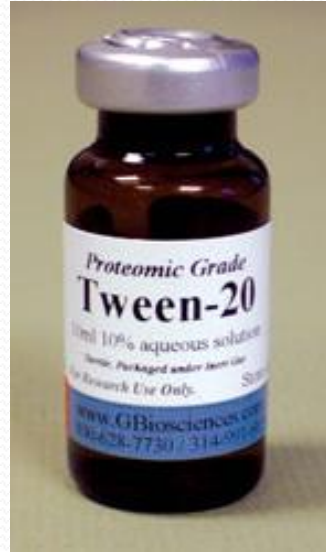


**Lauric Arginate (Katyonik Sürfaktan)**

# Ticari Sürfaktanlar



**Tween 20 Yapısı**



Ticari sürfaktanlar aslında birçok farklı molekülün bir karışımıdır

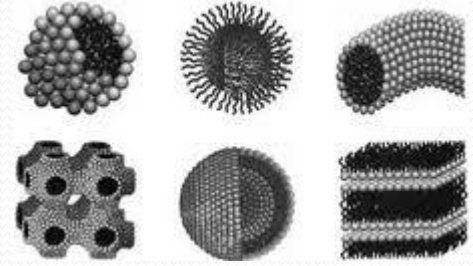
**Fiziksel hal:** Yüzey aktif maddeler erime sıcaklığına bağlı olarak sıvı veya katı olarak satılabilir.

# Çözeltide Moleküler Organizasyon (birleşme kolloid oluşumu)

Misel

Ters  
misel

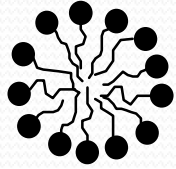
Solucanımsı  
Misel



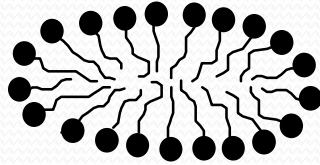
Bicontinuous

Kesecik

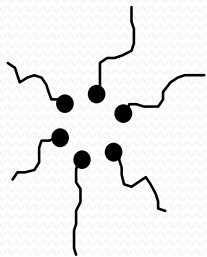
Çift tabakalı



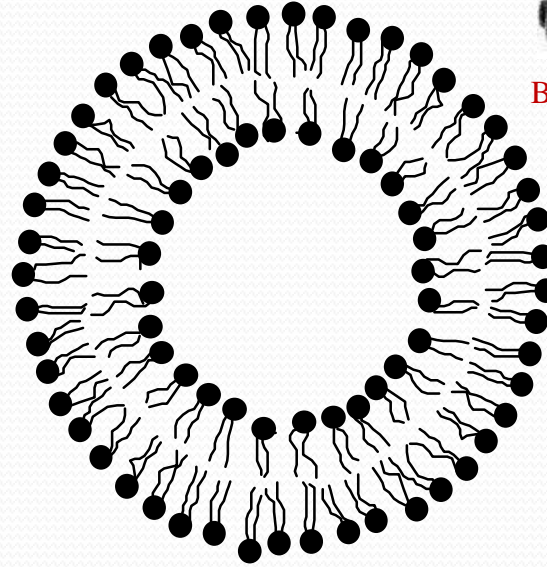
**Misel**



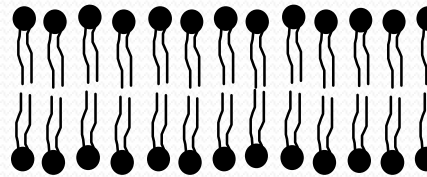
**Küresel olmayan  
misel**



**Ters misel**



**Kesecik (vezikül)**



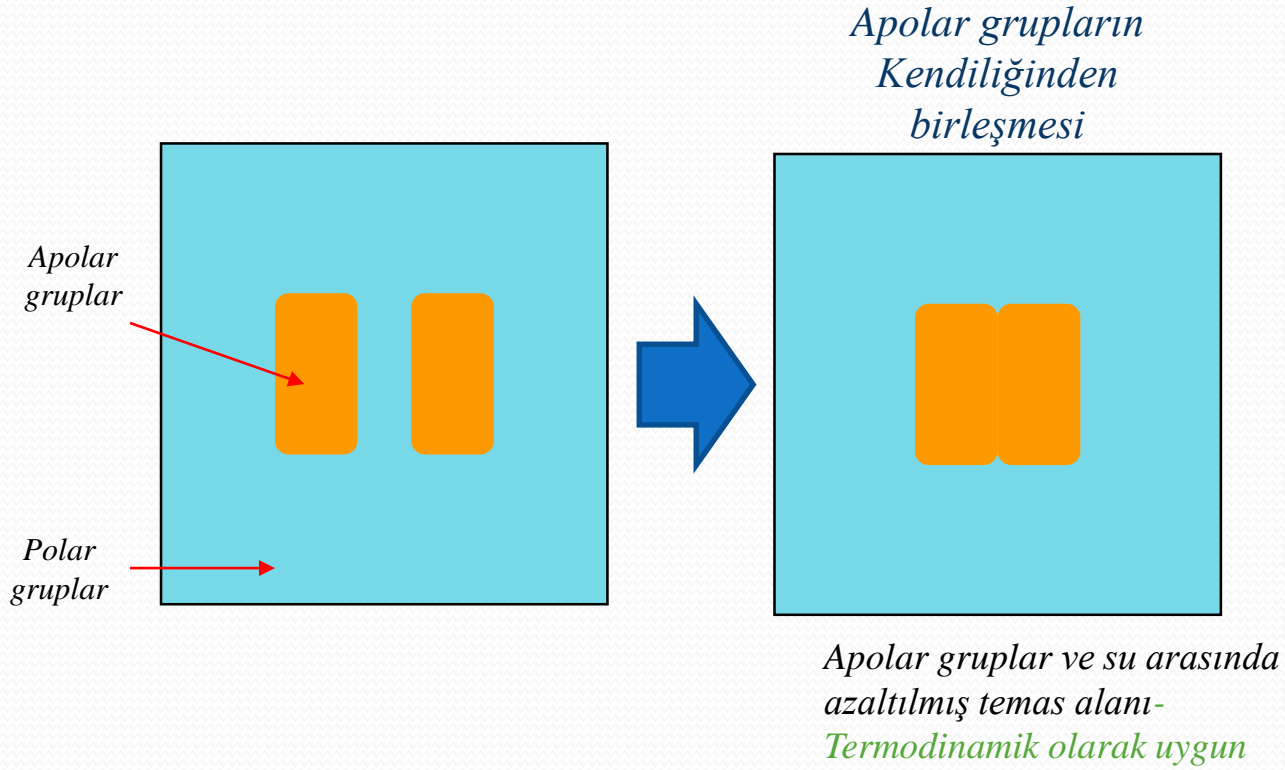
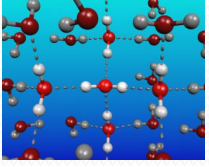
**Çift tabakalı**

Oluşan yapıyı 2 şey belirler:

- Sümfaktan tipi (Moleküler geometri ve hidrofobiklik) ve
- Sümfaktan konsantrasyonu

**hidrofobik Etki - birleşme için itici güç**






# Hidroforbik Etki:

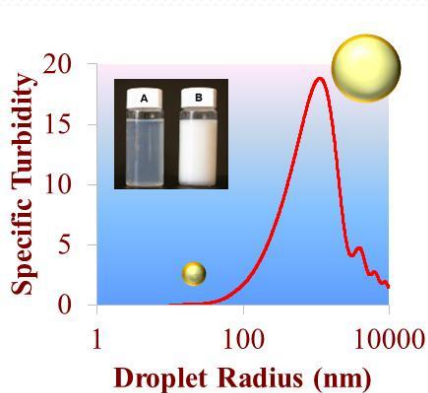




# Sümfaktan bazlı taşıyıcı sistemler : Örnekler

droplet size and the appearance of emulsions

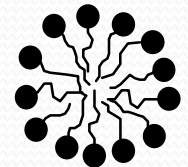
2 - 20 $\mu\text{m}$		Macro emulsion <i>Milky White</i>	} miniemulsions
0.1 - 0.3 $\mu\text{m}$		P.I.T. emulsion <i>Bluish White</i>	
< 0.1 $\mu\text{m}$		Micro emulsion <i>Translucent</i>	
0.01 $\mu\text{m}$		Micellar emulsion <i>Transparent</i>	
0.001 $\mu\text{m}$		Molecular emulsion <i>Transparent</i>	





# Sümfaktanlar: Özelliklere Genel Bakış

- **Çözünürlük özellikleri**
  - Yağda ve / veya suda çözünürlük
- **Kritik Misel Konsantrasyonu (CMC)**
  - Misellerin ilk oluştuğu sümfaktan konsantrasyonu
- **Bulanma noktası ( $T_{CP}$ )**
  - Çözeltinin bulanıklaştığı sıcaklık
- **Kraft noktası ( $T_{KP}$ )**
  - Misellerin oluşmadığı sıcaklık
- **Çözünme yeteneđi**
  - Polar olmayan molekülleri misel yapısına dahil edebilme yeteneği

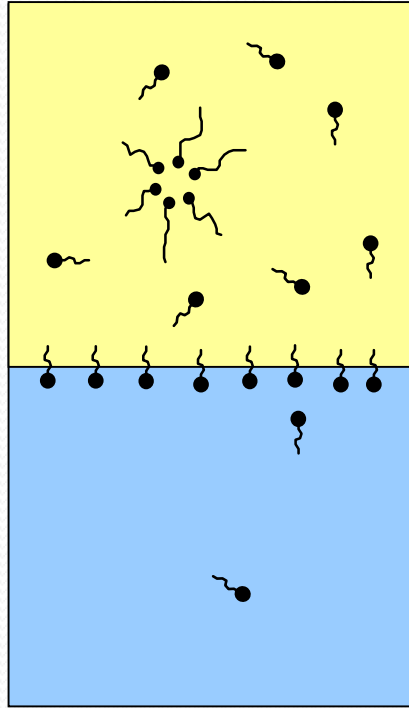


# Sümfaktanlar : Bađıl çözünlük

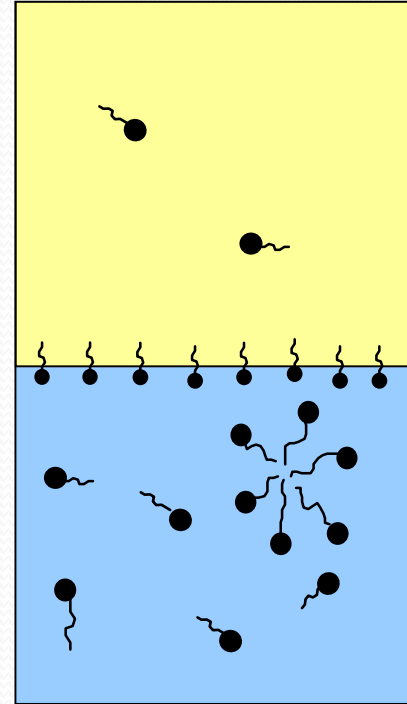
## Tanım

- Sümfaktanlar, moleküler özelliklerine bağılı olarak yağ ve / veya su fazlarına ayrılabilir.

**Lipofilik sümfaktan**–  
yağ fazında bulunma  
eğilimindedir



**Hidrofilik sümfaktan**–  
su fazında bulunma  
eğilimindedir

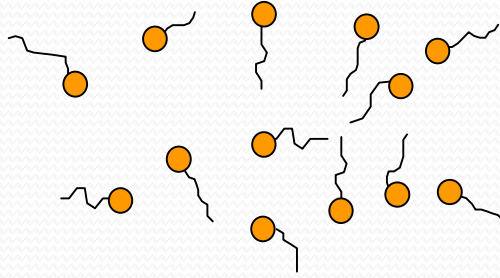


Bağıl çözünlüğü etkileyen ana faktör **hidrofobik etki**, yani yağ ve su fazları arasındaki elverişsiz teması azaltma eğilimidir.

# Sümfaktanlar : Kritik Misel Konsantrasyonu

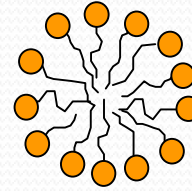
## Tanım

- Kritik Micelle Konsantrasyonu (CMC), sümfaktanın çözeltide ilk defa miseller oluşturduğu konsantrasyondur.



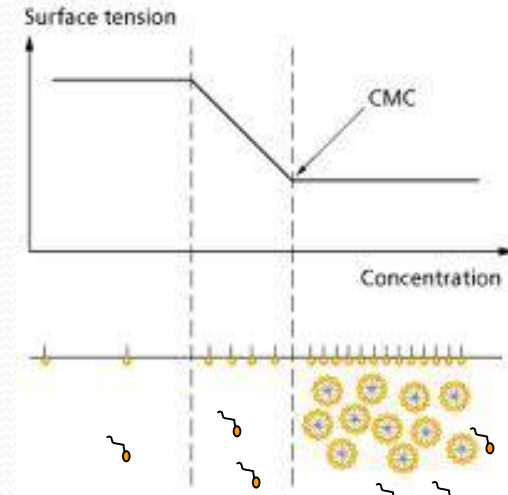
**Monomerler**

Düşük konsantrasyonlarda baskın



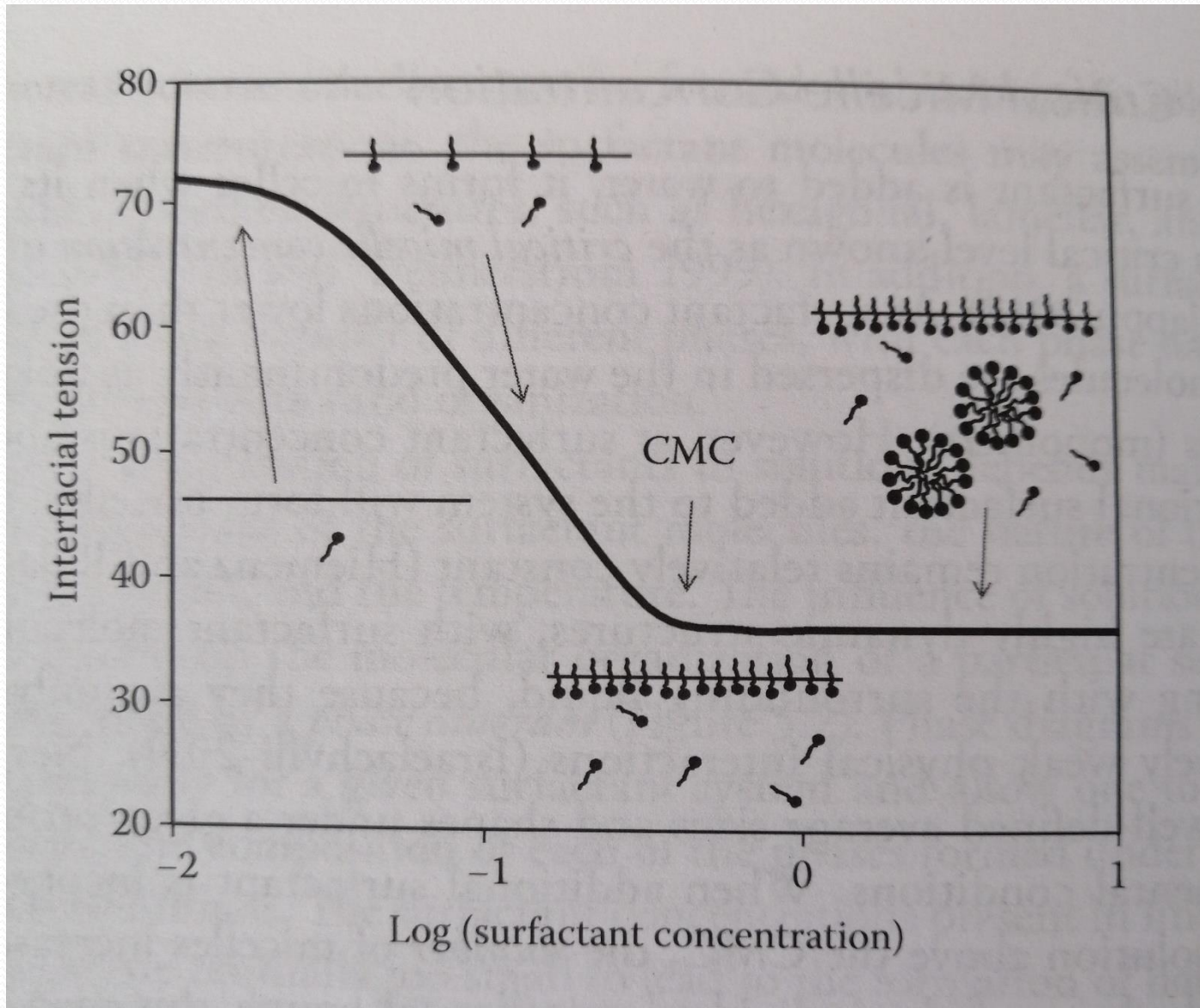
**Miseller**

Yüksek konsantrasyonlarda baskın

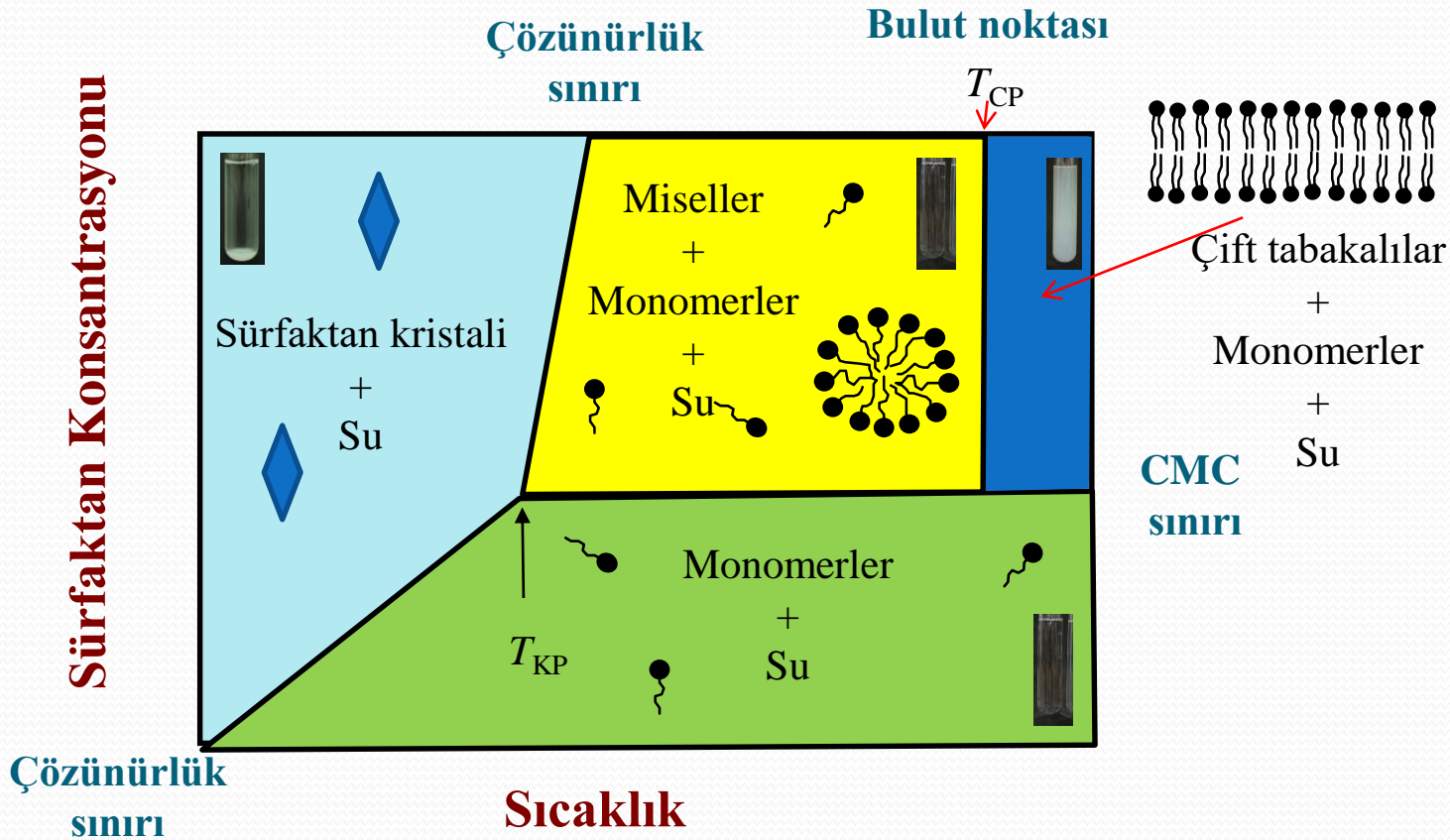


Misel oluşumu için ana itici güç **hidrofobik etki**, yani yağ ve su fazları arasındaki olumsuz teması azaltma eğilimidir.

# CMC



# Sümfaktanlar : Faz Diyagramları



$T_{KP}$  = Kraft Noktası – Misellerin oluşmadığı sıcaklık

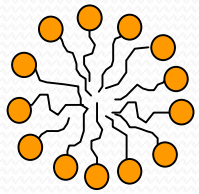
$T_{CP}$  = Bulut noktası- Sümfaktan çözeltisinin bulanıklaştığı sıcaklık

$CMC$  = Çözeltide ilk misellerin oluştuğu konsantrasyon

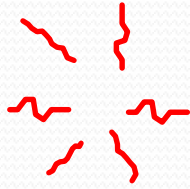
# Sümfaktanlar : Çözündürme

## • Tanım

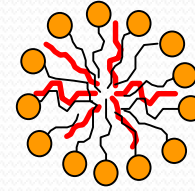
- Çözünme, polar olmayan moleküllerin misel yapıları içine dahil edildiği işlemdir
- Bu, suda dağılmalarını sağlar



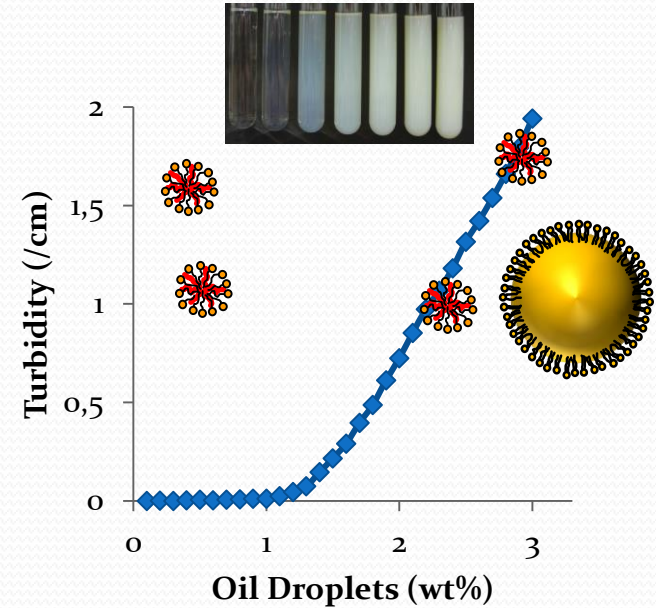
Miseller



Lipofilik  
Aktif maddeler



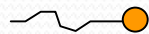
Şişmiş misel



- **İtici güç:** Çözündürme için ana itici güç, **hidrofobik etki**, yani yağ ve su fazları arasındaki elverişsiz teması azaltma eğilimidir.



Suda Çözünür

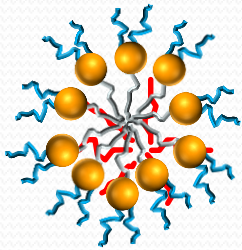


Yağda çözünür

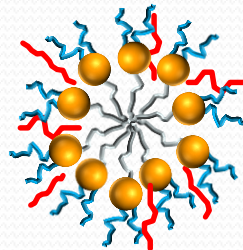
Limon yağının noniyonik yüzey aktif cismi miselleri ile çözündürülmesi

# Sümfaktanlar : Çözünme konumu

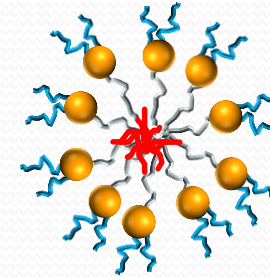
- Apolar moleküllerin bir misel yapısı içindeki fiziksel konumu, özelliklerini ve stabilitesini etkileyebilir



Apolar  
kuyruklar arası



Polar başlar  
arası

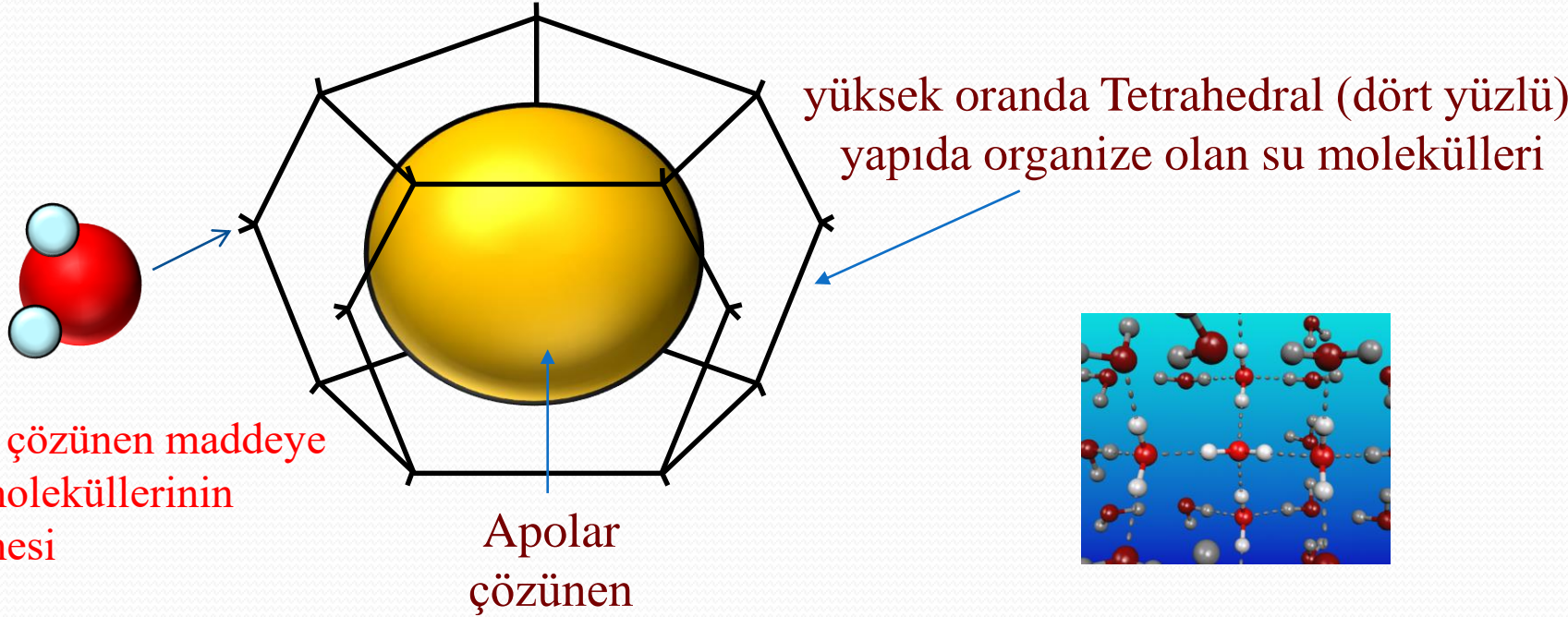


Merkez

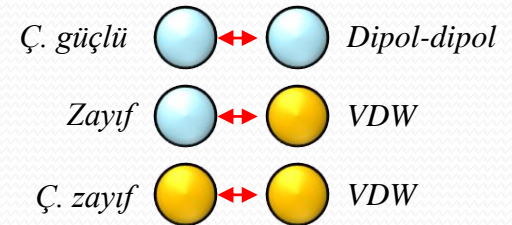
- Fiziksel konum, lipofilik molekülün polaritesine ve elektriksel yüküne bağlıdır
- Fiziksel konum, kapsüllenmiş bir bileşenin kimyasal stabilitesini etkileyebilir, örneğin bir sulu faz bileşeni ile reaksiyona girmesi durumunda .



# Suda Çözünme : Polar Olmayan Çözünen - Hidrofobik Etki



- Polar olmayan çözünenlerin çoğunun suda çözünürlüğü kötüdür
- **Köken** - su molekülleri birbirleriyle güçlü hidrojen bağları oluşturur, ancak polar olmayan çözünenler ile sadece zayıf Van Der Waals bağları oluşturur.



# Sümfaktan Sınıflandırma Şemaları



- **Bancroft Kuralı**

- Sümfaktanın en fazla çözünür olduğu faz emülsiyon sürekli fazını oluşturur

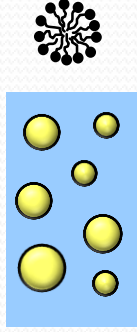
- **HLB Konsepti**

- Sümfaktan davranışı hidrofil-lipofil dengesine göre sınıflandırılabilir

- **Moleküler geometri**

- Sümfaktan davranışı moleküler geometrilerine göre sınıflandırılabilir

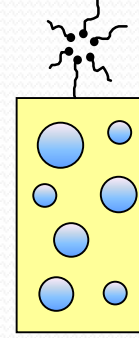
# Bancroft Kuralı



O/W



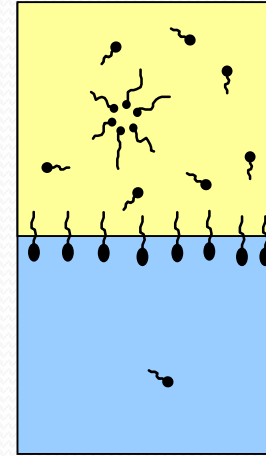
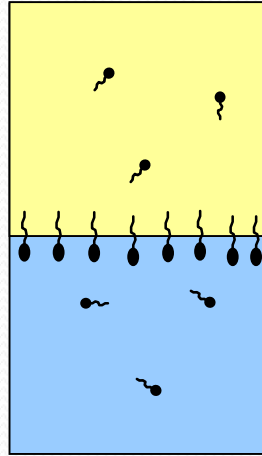
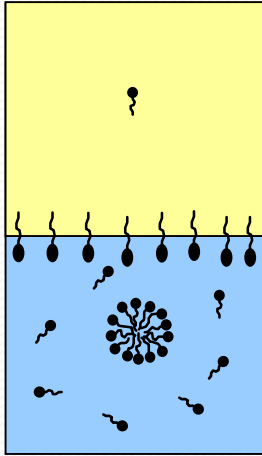
Bicontinuous



W/O

Oil

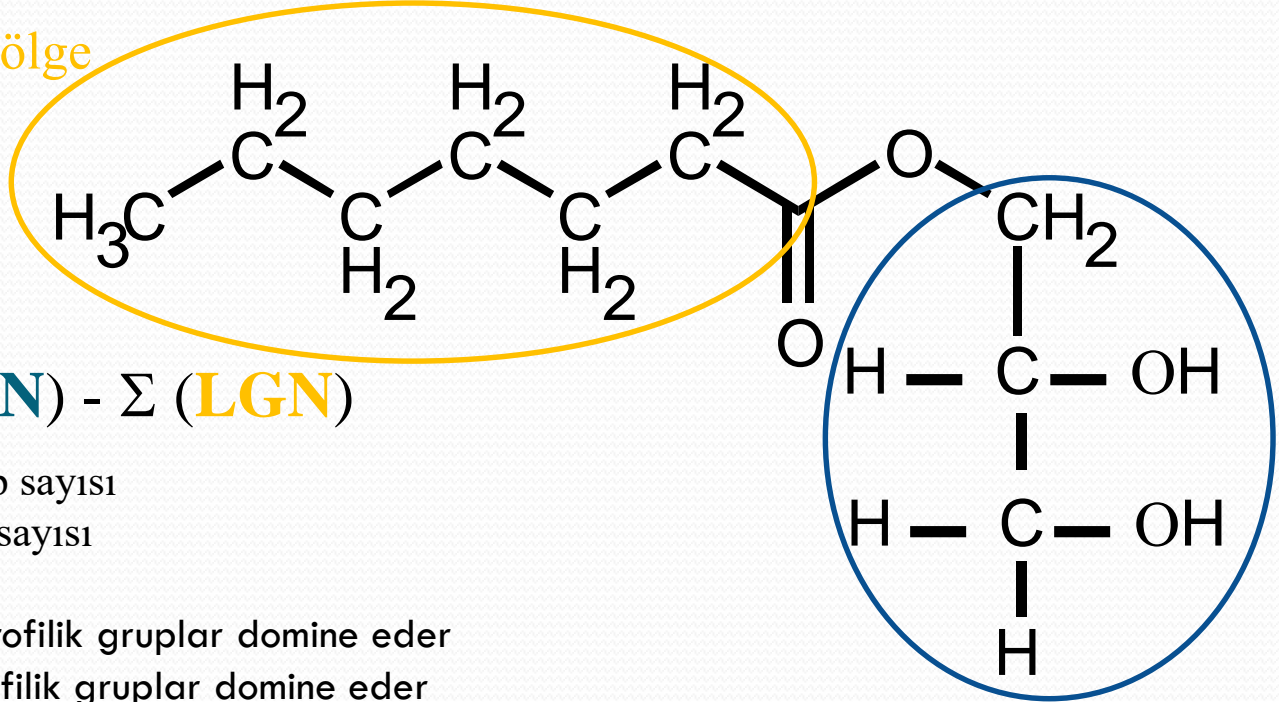
Water



**Tanım:** Sürfaktanın en fazla çözünür olduğu faz emülsiyon sürekli fazını oluşturur. Genellikle “**dağılabilir**”, misel oluşumundan dolayı “**çözünür**” den daha uygundur.

# Hidrofil-Lipofil Dengesi (HLB)

Lipofilik bölge



Hidrofilik bölge

$$HLB = 7 + \Sigma (\text{HGN}) - \Sigma (\text{LGN})$$

**HGN** = Hidrofilik grup sayısı

**LGN** = Lipofilik grup sayısı

$\Sigma \text{HGN} > \Sigma \text{LGN}$ ;  $HLB > 7$ , hidrofilik gruplar domine eder

$\Sigma \text{HGN} < \Sigma \text{LGN}$ ;  $HLB < 7$ , lipofilik gruplar domine eder

**Tanım:** Hidrofil-Lipofil Dengesi (HLB) konsepti, sürfaktanları moleküler yapılarına göre, yani **lipofilik** (apolar) ve **hidrofilik** (polar gruplar) dengesine göre sınıflandırır.

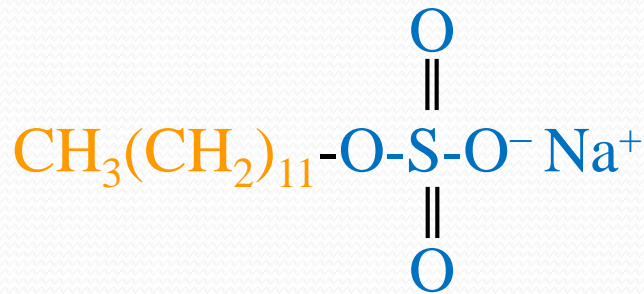
- HLB sayısı ne kadar yüksek olursa, sürfaktan molekülü o kadar polardır (hidrofilik).
- HLB sayısı ne kadar düşük olursa, sürfaktan molekülü o kadar apolardır (lipofilik).

Birçok çeşit yüzey aktif madde için grup numaraları verilmiştir.

# HLB Sınıflandırma Şeması

hidrofobik grup	Grup numarası
-CH-	0.475
-CH <sub>2</sub> -	0.475
-CH <sub>3</sub>	0.475

hidrofilik grup	Grup numarası
-SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	38.7
-COO <sup>-</sup> H <sup>+</sup>	21.2
Sorbitan halkası	6.8
-COOH	2.1



sodyum loril sülfat

$$\text{HLB} = 7 + \Sigma(\text{hidrofilik grup}) - \Sigma(\text{lipofilik grup})$$

# Bazı Gıda Sürfaktanlarının HLB Sayıları

## Sürfaktran Adı

## HLB Sayısı

Sodium lauryl sulfate

40

Potassium Oleate

20

Tween 20

15

Decaglycerol monooleate

14

Ethoxylated monoglyceride

13

DATEM

8

Soy lecithin

8

Calcium stearoyl lactylate

5.1

Glycerol monooleate

3.4

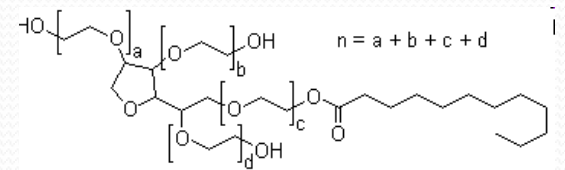
Sorbitan trioleate

1.8

Oleic acid

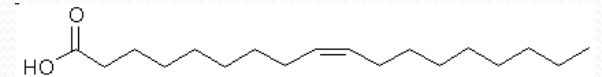
1.0

Hidrofilik



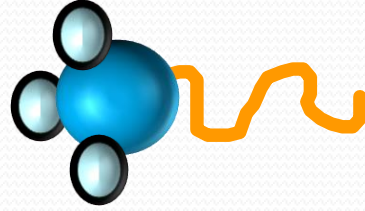
Tween 20

Lipofilik



Oleic acid

# HLB Sınıflandırma Şeması: İşlevsellik İlişkisi



HLB Sayısı

Çözünürlük

Emülsiyon tipi

Çok düşük (<3)

Düşük (3-6)

Orta (6-8)

Yüksek (8-18)

Çok yüksek (>18)

Yağ

Yağ

Yağ & Su

Su

Su

Kararsız

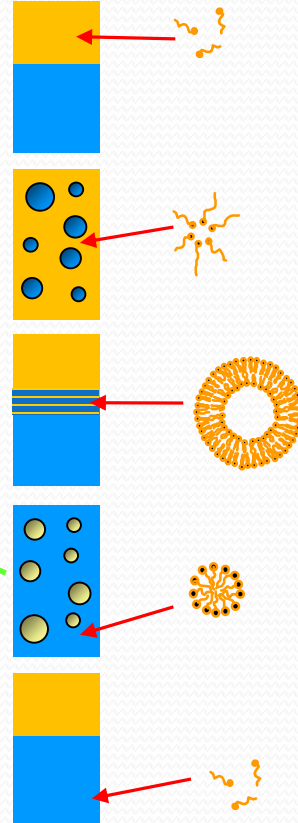
W/O

Kararsız

O/W

Kararsız

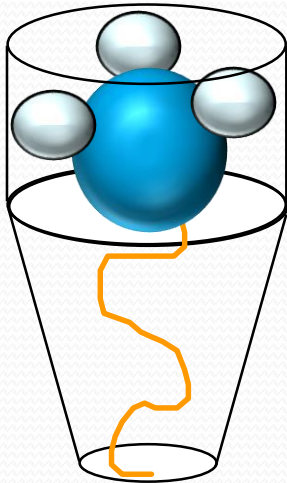
Oluşan kolloit





# Moleküler Geometri

## Paketleme parametresi

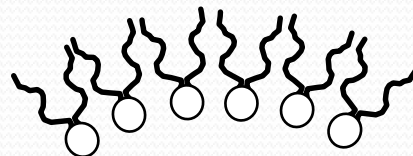
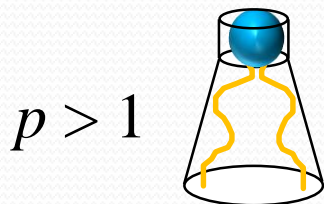
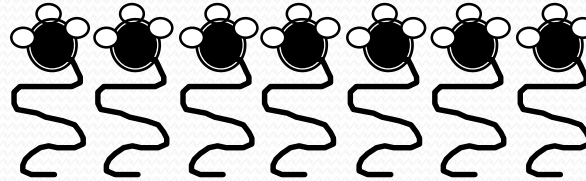
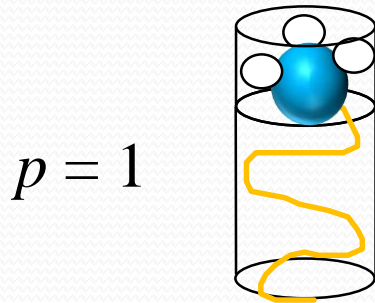
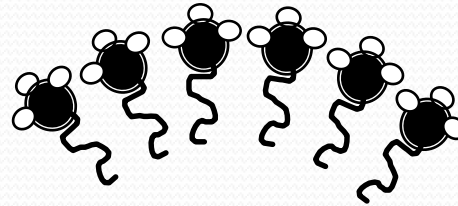
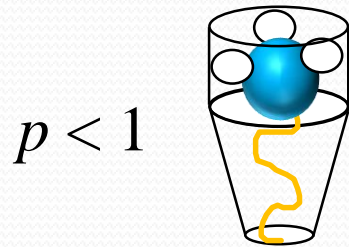


$$p = \frac{a_T}{a_H}$$

$a_H$  = kafa grubu alanı

$a_T$  = kuyruk grubu alanı

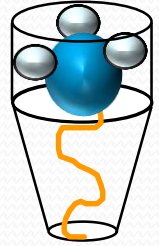
# Moleküler Geometri ve Optimum Eğrilik



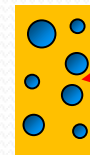
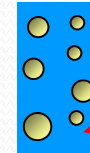
**Paketleme parametresi:**

$$p = a_T/a_H$$

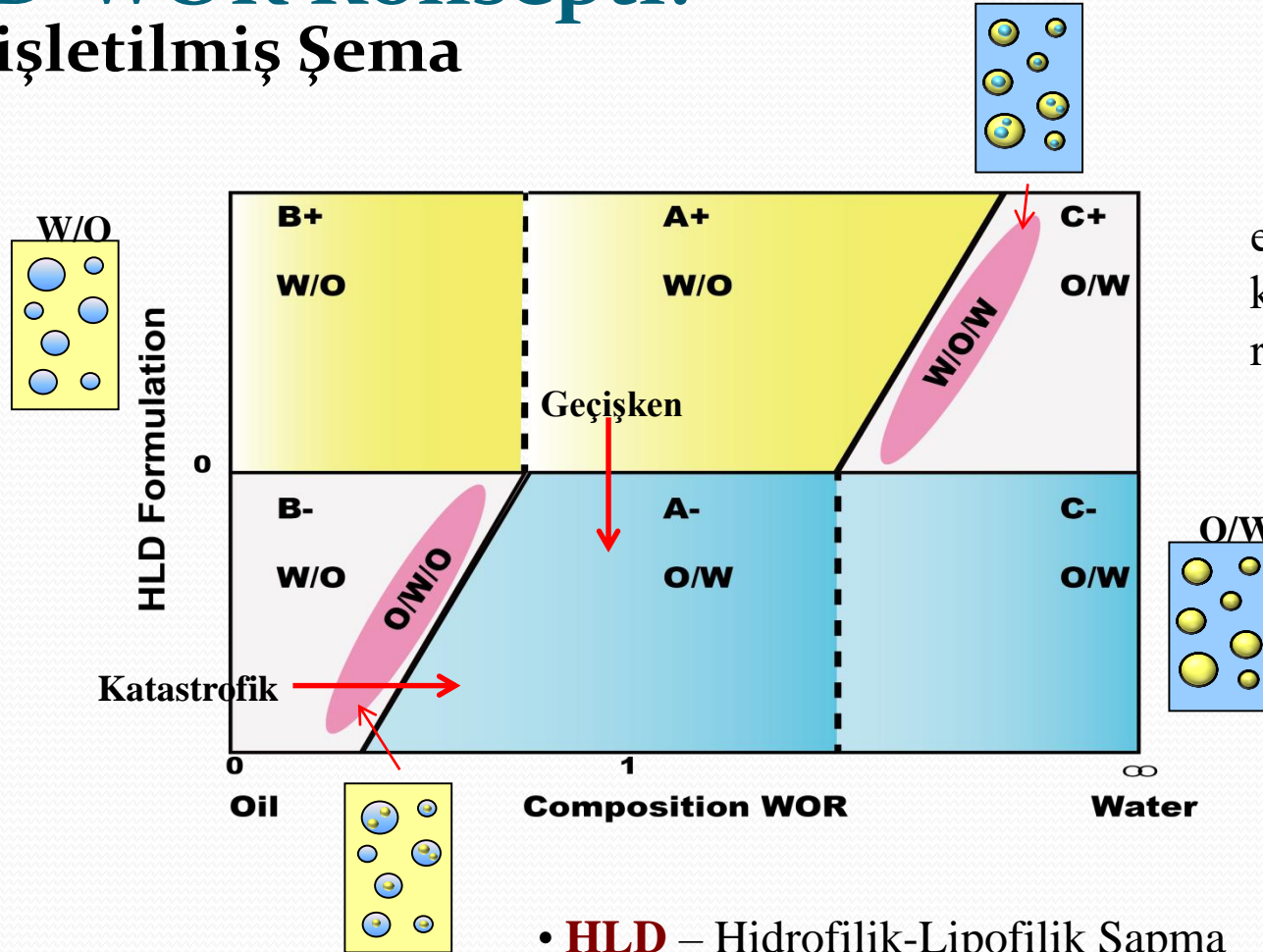
# Moleküler Geometri Sınıflandırma Şeması : İşlevsellik İlişkisi



Paketleme parametresi	Çözünürlük	Oluşan kolloit	Emülsiyon tipi
$p < 1/3$	Su	Küresel misel	O/W
$1/3 < p < 1/2$	Su	Küresel olmayan misel	O/W
$p \approx 1$	İkisi de	lamel (Veziküller)	Hiçbiri
$p > 1$	Yağ	Ters misel	W/O



# HLD-WOR Konsepti: Geniřletilmiř Őema

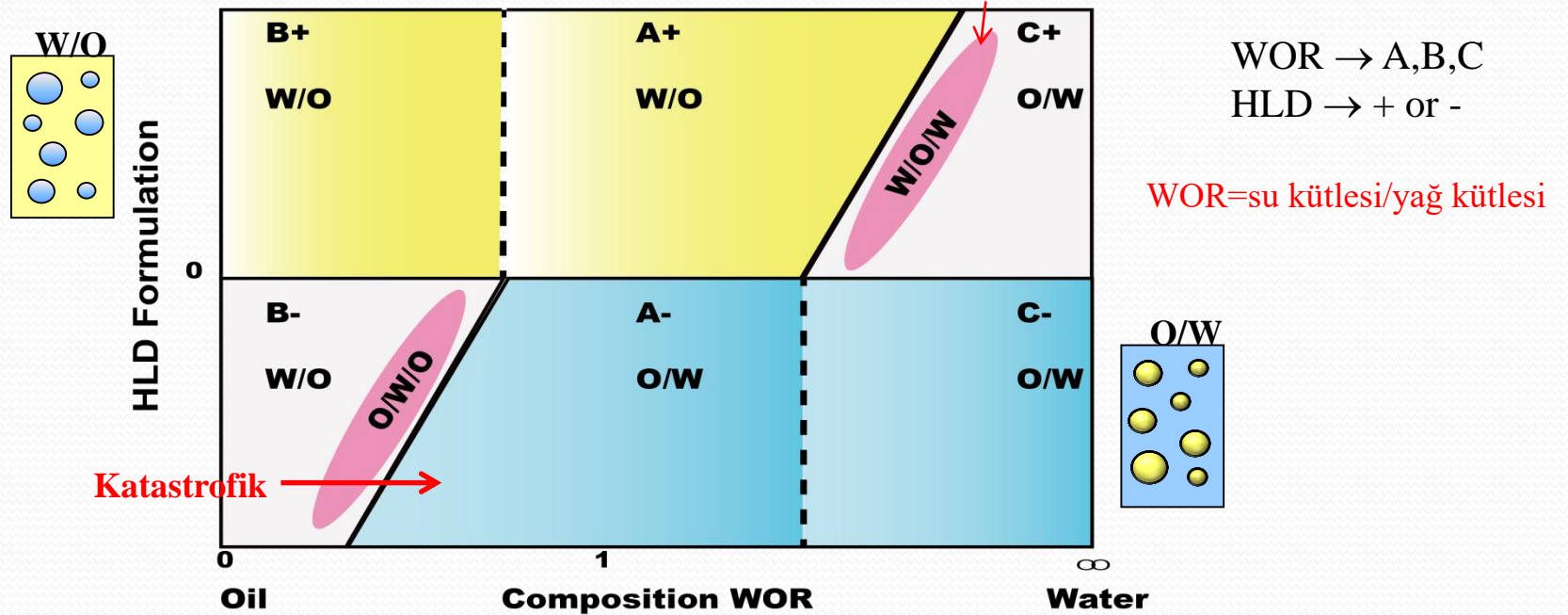


emülsiyonların kararlı olmadığı iki rejim (B- ve C+)

**Prensip:** Oluşan yapı sürfaktan, yağ ve su fazlarına bağlıdır

- **HLD** – Hidrofilik-Lipofilik Sapma
  - *Sürfaktanın su ve yağ fazları için nispi afinitesi (sürfaktan ve sisteme bağlı)*
- **WOR** – Su-Yağ Oranı
  - *Sistem kompozisyonuna bağlıdır*

# HLD-WOR Konsepti : Emülsiyon Kararlılığı Rejimlerinin Belirlenmesi

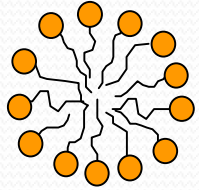


**Stabilite:** HLD & WOR, O/W veya W/O emülsiyonunu destekleyebilir

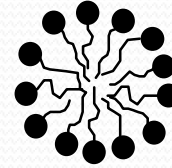
- Normal (her ikisi destekler)
- Anormal (biri destekler)

Bölge	Kompozisyon	Formülasyon	Oluşam emülsiyon
C+	WOR > 1 (O/W)	HLD > 0 (W/O)	Kararsız
C-	WOR > 1 (O/W)	HLD < 0 (O/W)	O/W
A+	WOR ≈ 1 (W/O or O/W)	HLD > 0 (W/O)	W/O
A-	WOR ≈ 1 (W/O or O/W)	HLD < 0 (O/W)	O/W
B+	WOR < 1 (W/O)	HLD > 0 (W/O)	W/O
B-	WOR < 1 (W/O)	HLD < 0 (O/W)	Kararsız

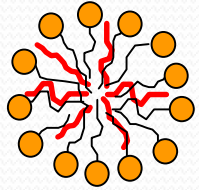
# Tanımlarla ilgili sıkıntılar



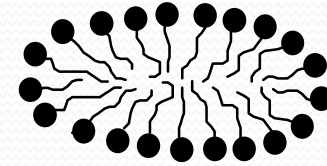
Misel



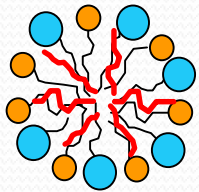
**Misel**



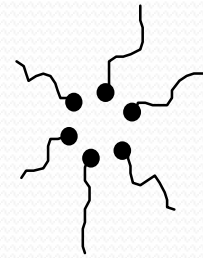
Şişmiş misel



**Küresel olmayan  
misel**





Mikroemülsiyon  
(iki farklı sürfaktan)



**Ters misel**

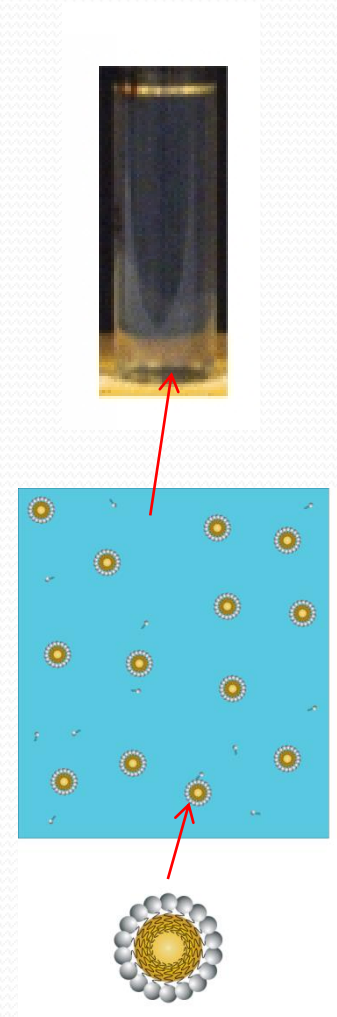
  
lipofilik  
ajan

   
Sürfaktan Ko-sürfaktan

# Mikroemülsiyonlar : Sürfaktan Bazlı Taşıyıcı Sistemler

## • Özellikler

- Mikroemülsiyonlar yağ, su ve yüzey aktif cisimlerinden oluşan *termodinamik olarak kararlı* sistemlerdir
- Parçacıklar, lipofilik sürfaktan kuyruklarının ve yağ fazının iç kısımda (sudan uzak) ve hidrofilik kafa gruplarının dış kısımda (su ile temas halinde) yer alacak şekilde düzenlenir.
- Mikroemülsiyonlar küçük partikül boyutlarından dolayı şeffaf veya hafif bulutlu olma eğilimindedir.





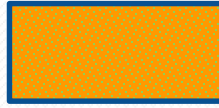
# Mikroemülsiyonlar : Oluşum

## • Mikroemülsiyonlar termodinamik olarak stabil sistemlerdir

- ME kendiliğinden basit karıştırma ile oluşmalı
- Bazen zamana ve / veya ısıya ihtiyaç duyar

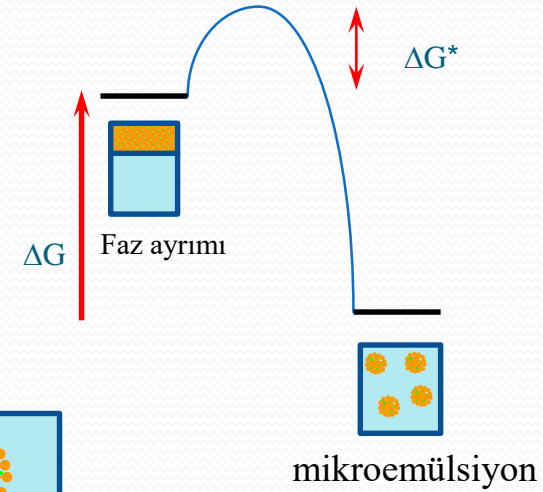
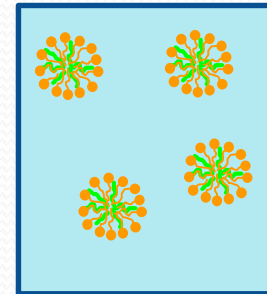
### Yağda çözünen bileşenler :

- Taşıyıcı yağ
- surfaktanlar / ko-surfaktanlar
- Lipofilik aktif maddeler

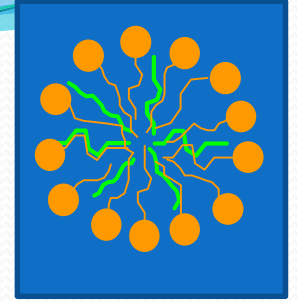


### Suda çözünen bileşenler :

- Su
- surfaktanlar / ko-surfaktanlar
- Tampon



# Mikroemülsiyonlar : Formülasyon



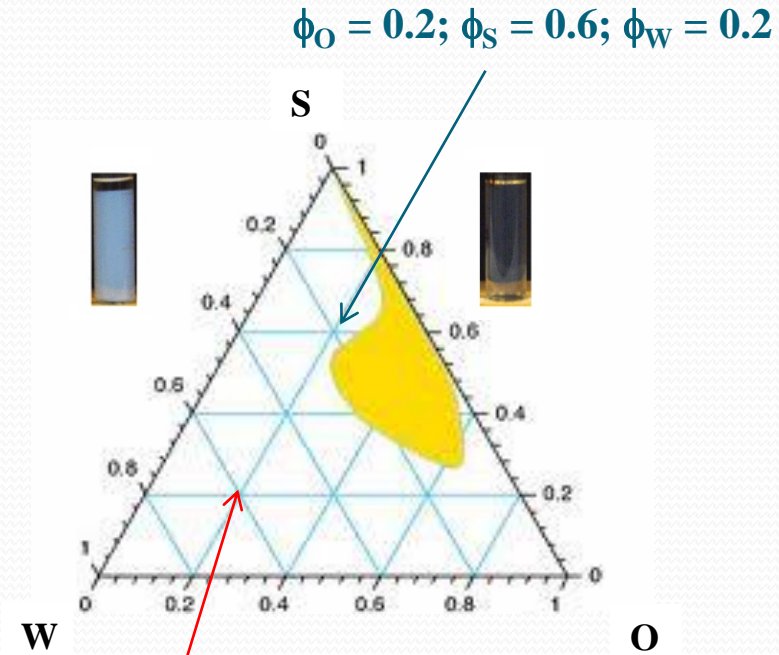
## • Bireysel Faz Kompozisyonu

- Su fazı (W)
  - Su, tampon, tuzlar, şeker ....
- Yağ fazı (O)
  - Taşıyıcı yağ, lipofilik ajan, ...
- Sürfaktan fazı (S)
  - Sürfaktanlar, ko-sürfaktanlar....

## • Faz Oranı

- Yağ ( $\phi_O$ ), su ( $\phi_W$ ) ve sürfaktan ( $\phi_S$ ) fazları kütle oranı
- $\phi_O + \phi_S + \phi_W = 1$

## • Faz diyagramı



$$\phi_O = 0.2; \phi_S = 0.2; \phi_W = 0.6$$

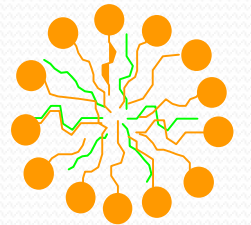
# Mikroemülsiyonlar : Avantajlar & dezavantajlar

## • Avantajlar

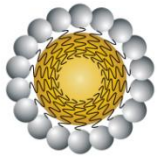
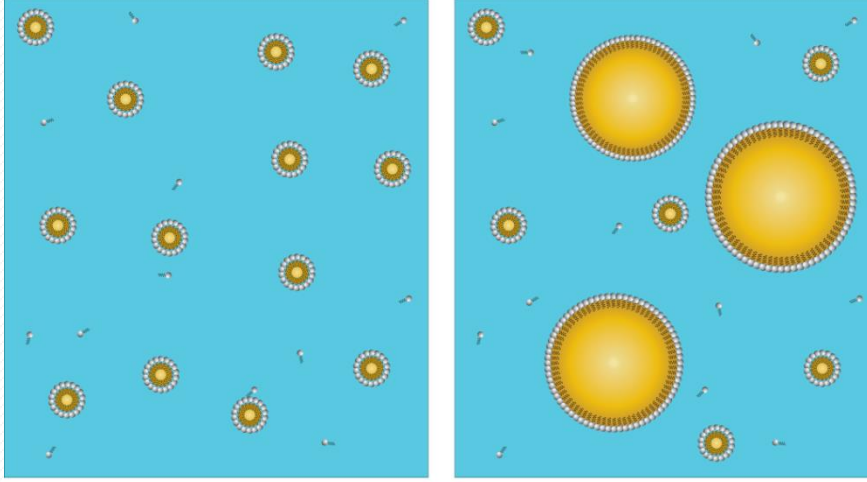
- Oluşumu kolay
- Termodinamik olarak kararlı (belirli şartlar altında)
- Şeffaf sistemler yapabilir

## • Dezavantajlar

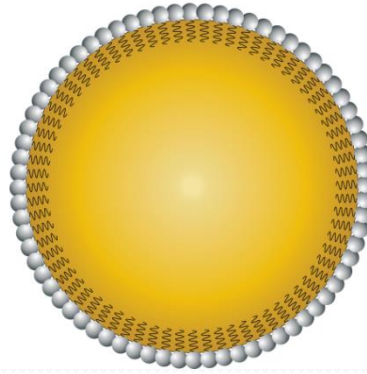
- Yüksek miktarda sürfaktan ihtiyacı (yasal, tat, maliyet sorunları)
- Yağda çözünen bileşenlerin çoğu için düşük yükleme kapasitesi, yani, her bir sürfaktan gramı için sadece az miktarda bir yağ çözünebilir



# Nanoemülsiyonlar : Mikroemülsiyonlarla Karşılaştırılması



mikroemülsiyon  
damlacık



nanoemülsiyon  
damlacık

## Yapı:

nanoemülsiyonlar ve mikroemülsiyonlar yapısal olarak çok benzer olabilir. Bunlar genellikle hidrofilik kafa gruplarının suya işaret ettiği ve hidrofobik kuyruk gruplarının iç kısımda yer aldığı yağ moleküllerinin içine hapsoldüğü yüzey aktif maddelerden yapılan sferoidlerdir.

## Fizikokimyasal özellikler:

nanoemülsiyonlar ve mikroemülsiyonlar çok benzer fizikokimyasal özelliklere sahip olabilir :

- Optik şeffaflık
- Uzun vadeli fiziksel stabilite

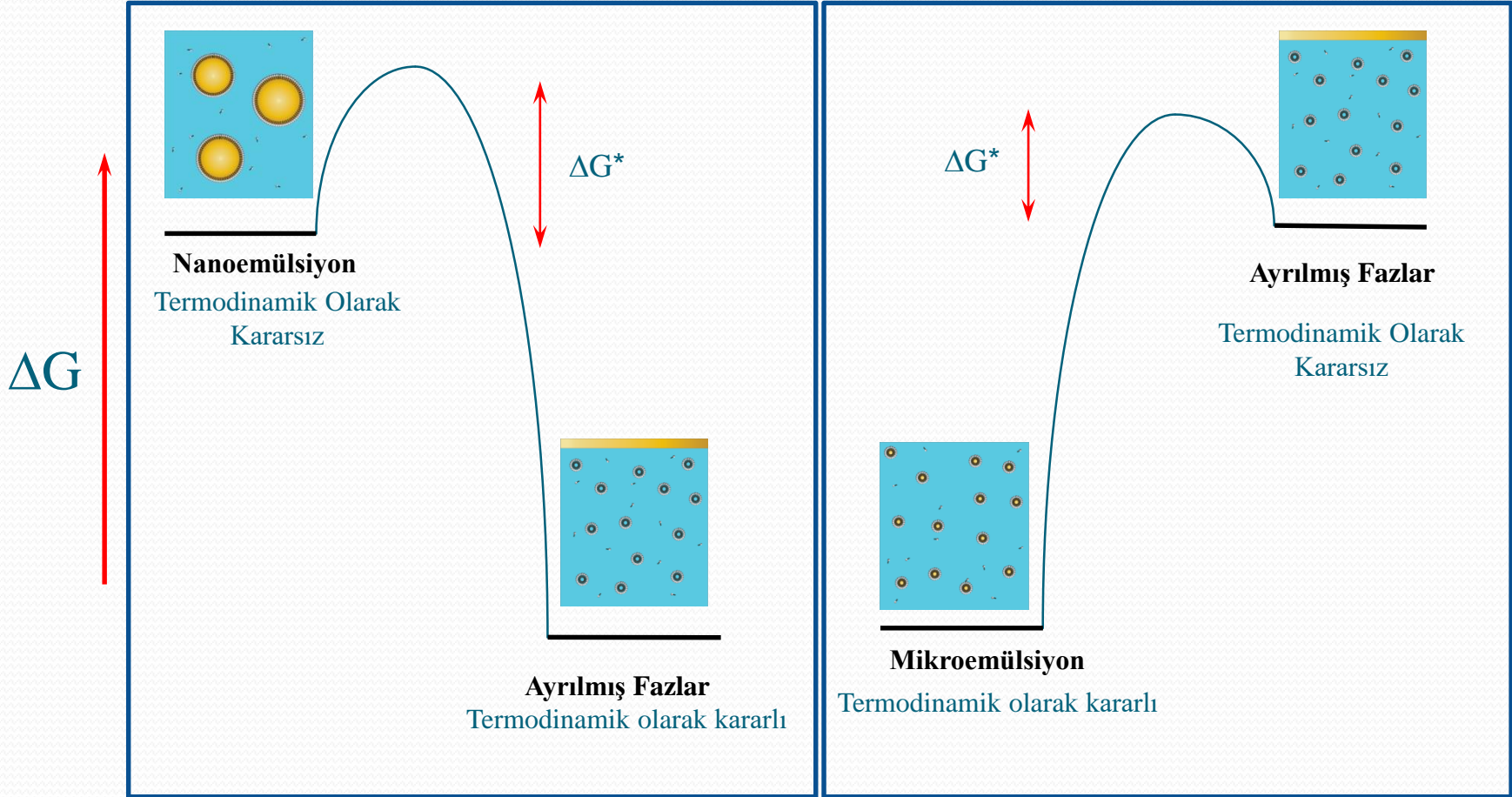
## Oluşum:

nanoemülsiyonlar ve mikroemülsiyonlar, basit bir şekilde yağ, su ve yüzey aktif cisminin karıştırılması gibi benzer yöntemlerle oluşturulabilir.

# Nanoemülsiyonlar : Mikroemülsiyonlarla Karşılaştırılması

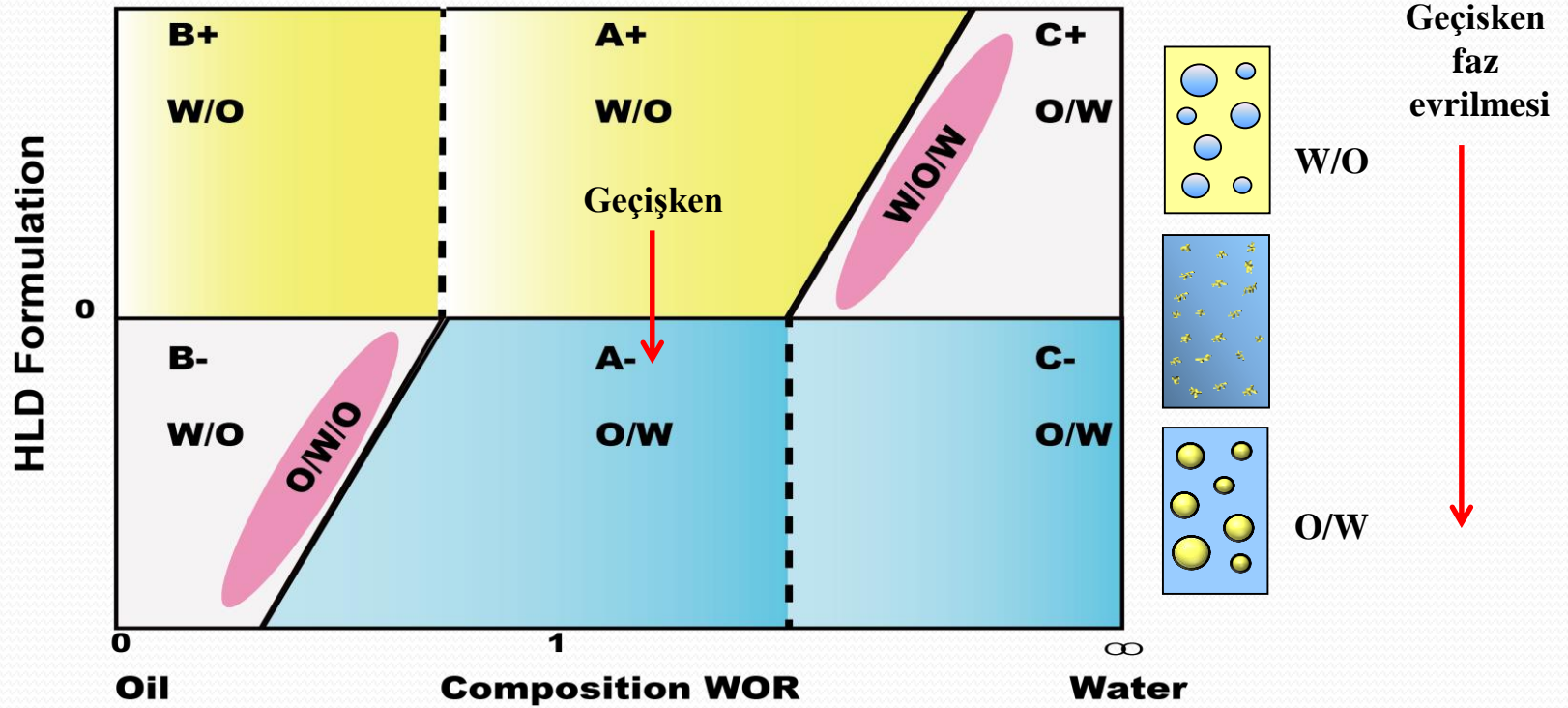
## Nanoemülsiyon Oluşumu

## Mikroemülsiyon Oluşumu



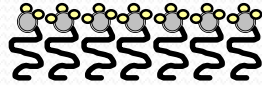
Mikroemülsiyon ve nanoemülsiyon sistemlerinin serbest enerjisinin faz ayrılmış duruma göre şematik diyagramı. İki durum bir aktivasyon enerjisi  $\Delta G^*$  ile ayrılır.

# Düşük Yoğunluklu Yöntemler : Faz Evirme Sıcaklığı (PIT) Yöntemi

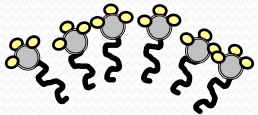
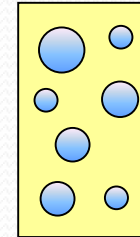
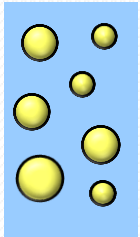
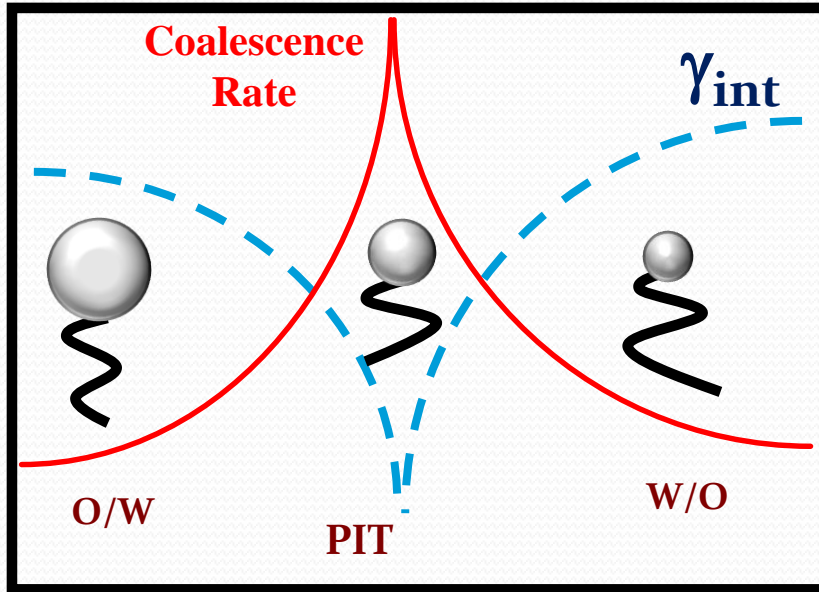


# Düşük Yoğunluklu Yöntemler : Faz Evirme Sıcaklığı (PIT)

Bicontinuous  
Microemulsion



nanoemülsiyonlar oluşturmak için  
kullanılabilir



Temperature



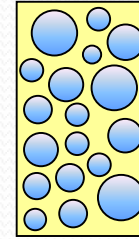
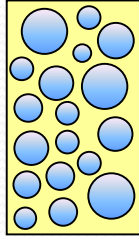
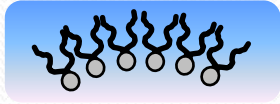
Artan sıcaklıkla kafa grubu dehidrasyonu



# Nanoemülsiyon Oluşumu : Düşük Yoğunluklu Yöntemler (PIT )

W/O emülsiyonu

W/O emülsiyonu

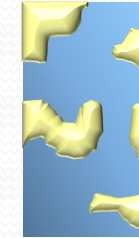
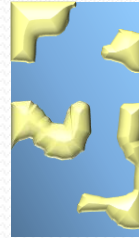


PIT + 15 °C

PIT

**Bicontinuous  
microemulsion**

Soğutma

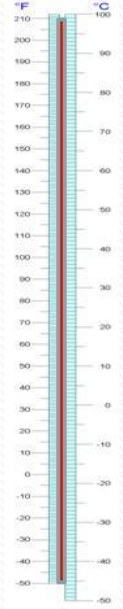
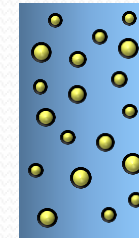
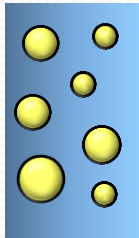
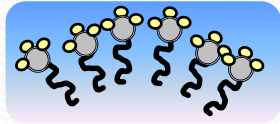


Isıtma

PIT - 30 °C

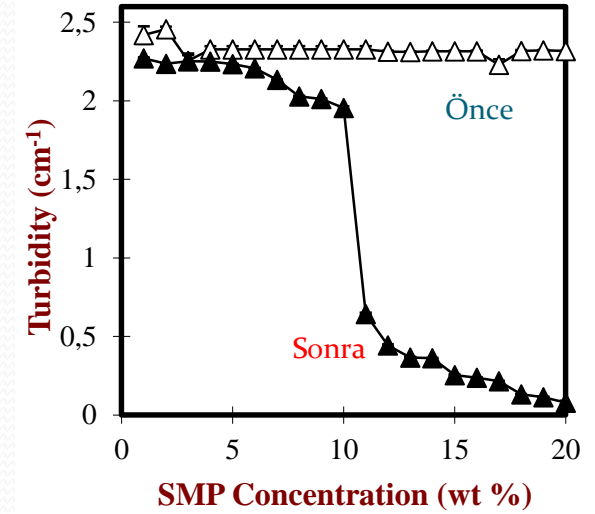
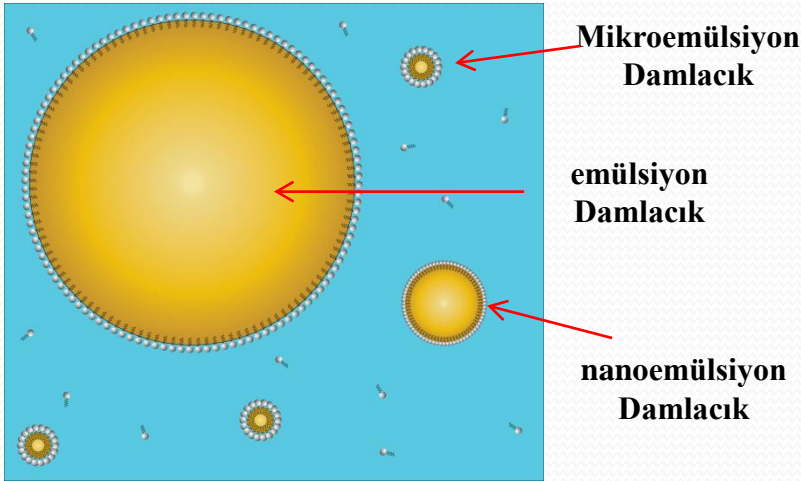
O/W emülsiyonu

Nanoemülsiyon

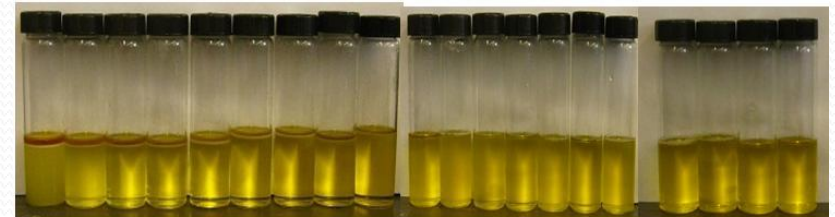
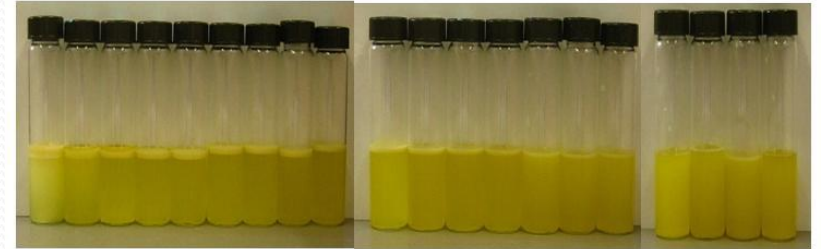


İnversiyon sonrası    İnversiyon öncesi

# Emülsiyonlar, Mikroemülsiyonlar ve Nanoemülsiyonlar



Before Heating: Samples were just mixed



After Heating: Samples were mixed, then heated

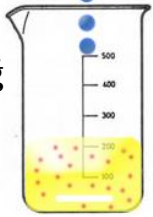
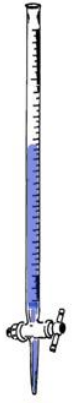
10% limon yağı

SMP Concentration: 1 to 20 wt% in 1 wt% increments

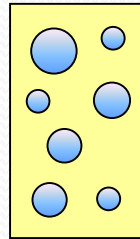
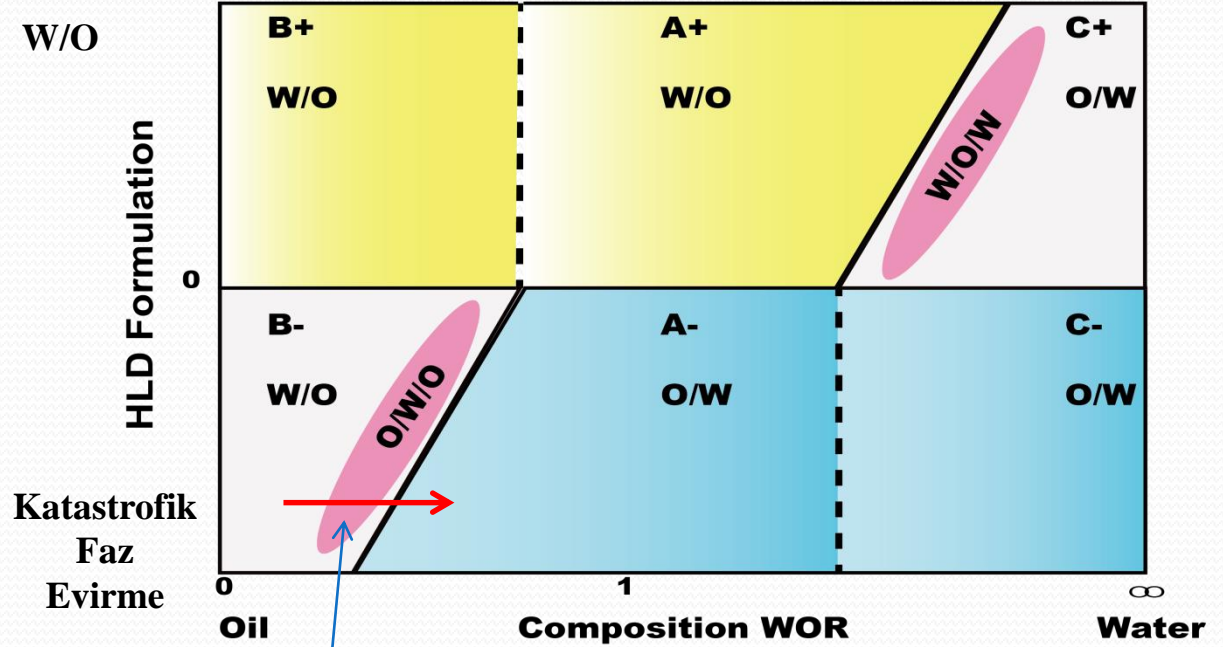
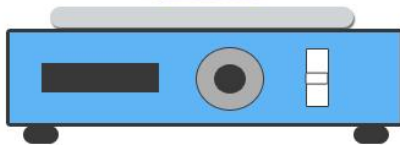
# Düşük Yoğunluklu Yöntemler : Emülsiyon Faz Evirme (EIP)

## Katastrofik faz evirme

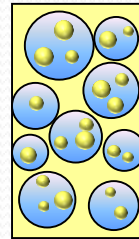
Sulu Çözelti



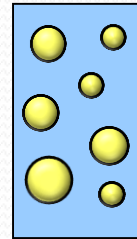
Sürfaktan & Yağ



W/O



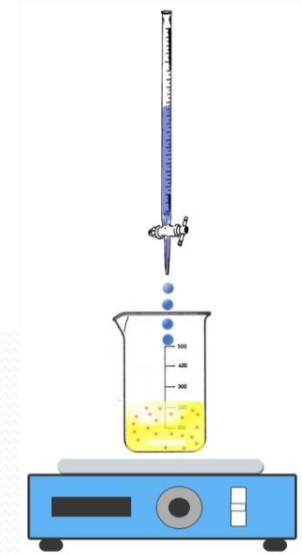
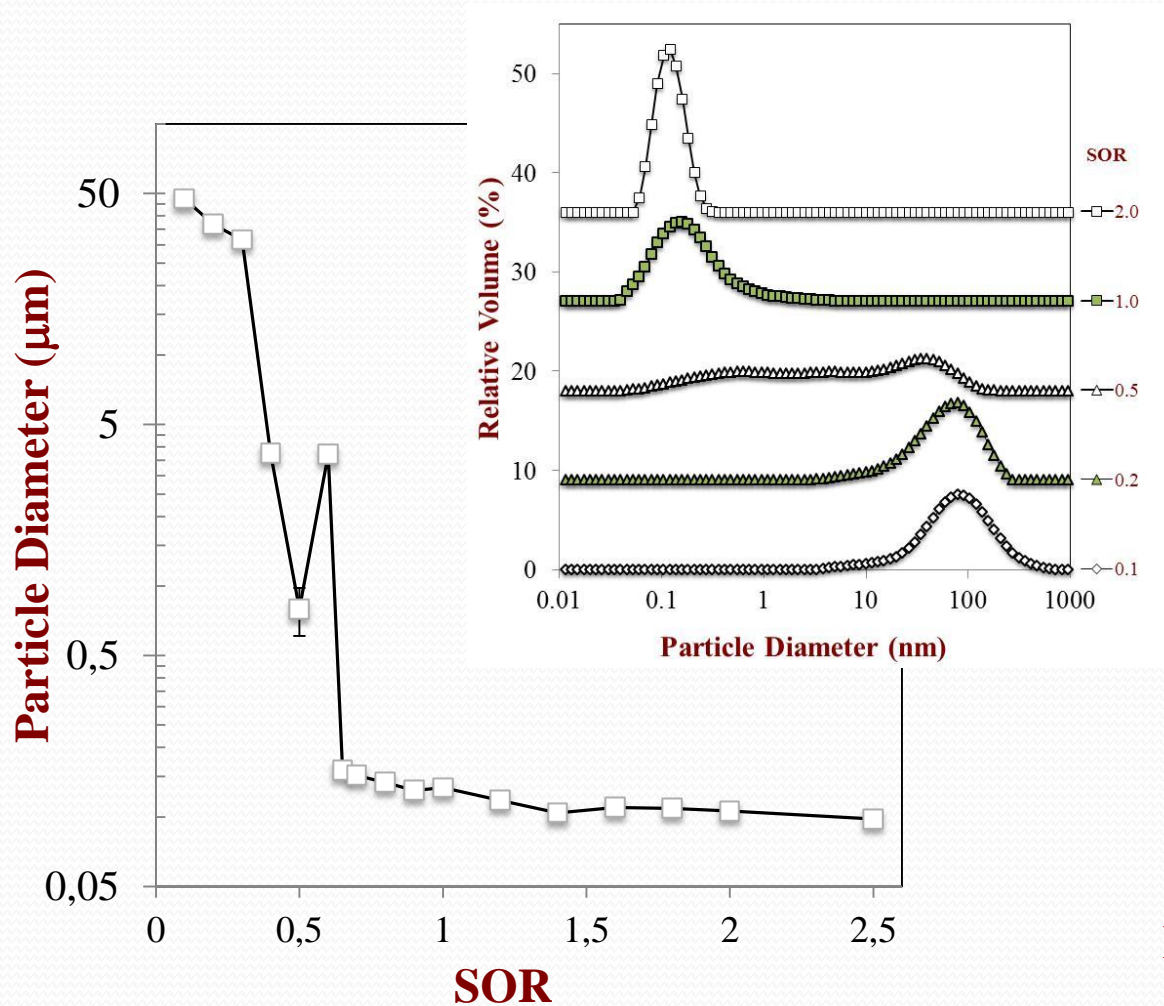
O/W/O



O/W

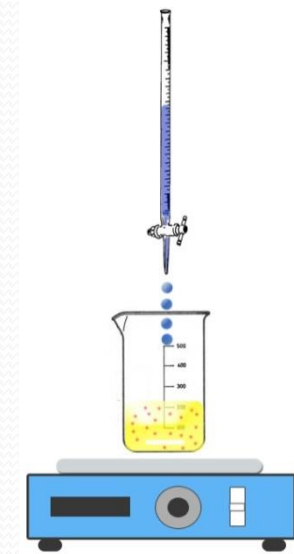
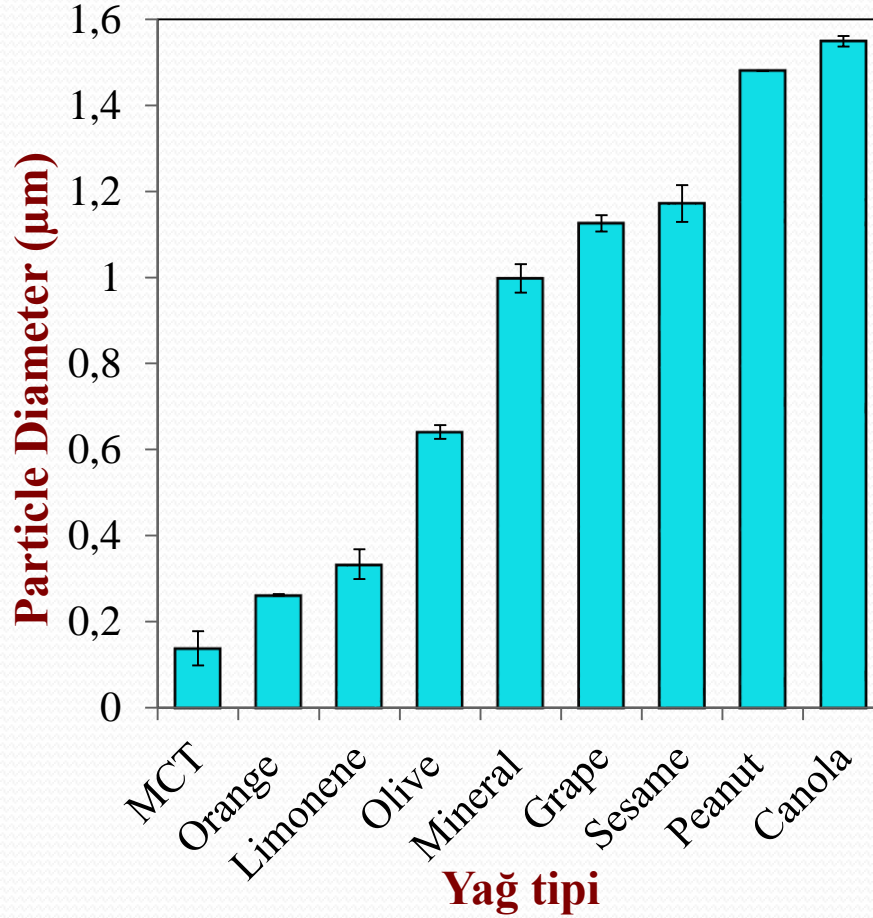


# Düşük Yoğunluklu Yöntemler : Emülsiyon Faz Evirme (EIP)



MCT + Tween 80

# Düşük Yoğunluklu Yöntemler : Emülsiyon Faz Evirme (EIP)

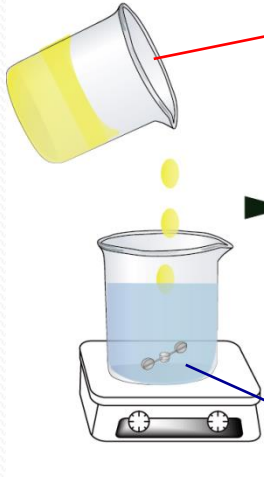


Etkileyen faktörler:

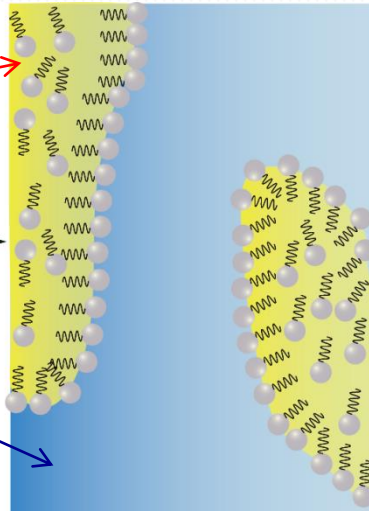
- Yağ tipi
- Sürfaktan tipi
- Sürfaktan yeri

# Spontan Emülsiyonlaştırma

Sümfaktan & Yağ

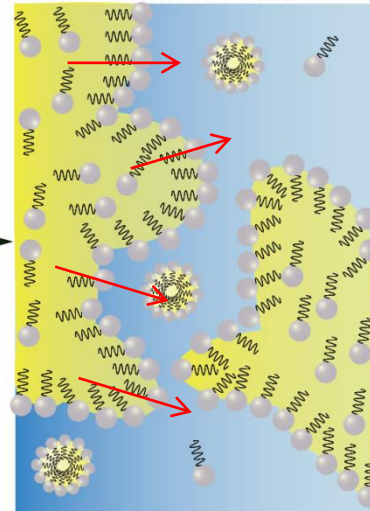


Sulu Çözelti

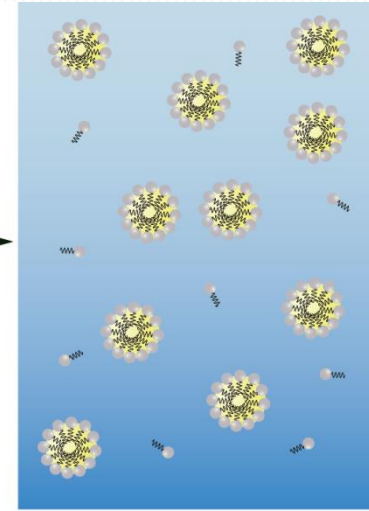


Başlangıç sistemi

Nano damlacıkları oluşur



Sümfaktan su fazına geçer

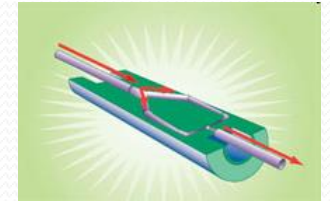
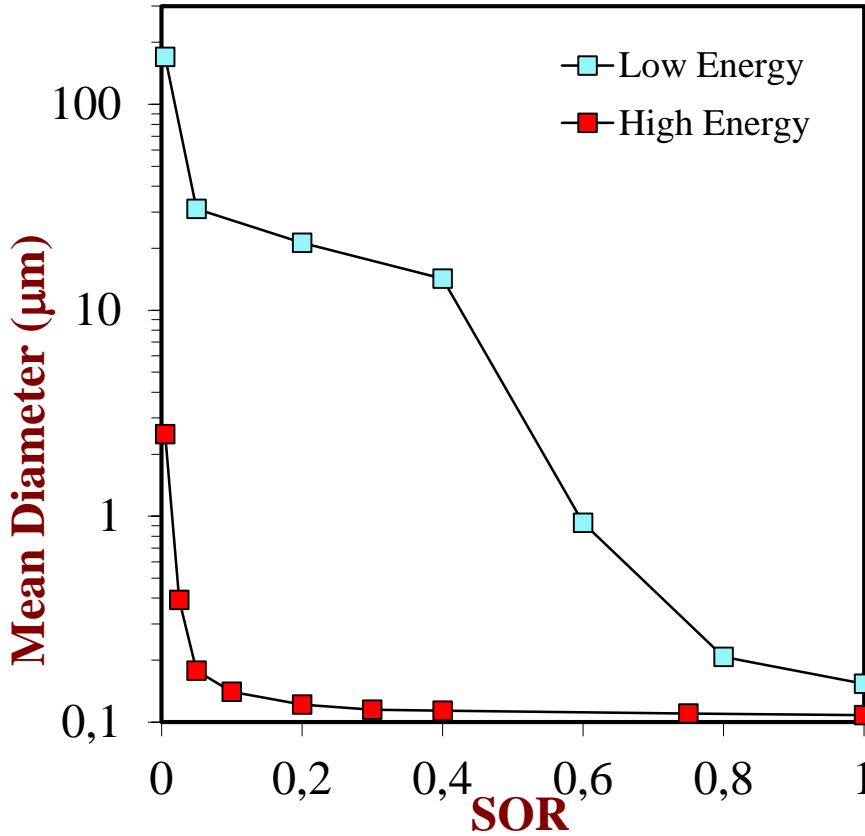


O/W Nanoemülsiyon

Kendiliğinden emülsifikasyon için önerilen mekanizmanın şematik gösterimi: suda dağılılabilen bir emülgatör içeren bir yağ fazı bir sulu faz ile karıştırıldığında, yağ damlacıkları kendiliğinden oluşur



# Düşük ve Yüksek Yoğunluklu Yöntemler : Mikroakışkanlaştırıcıya Karşı Emülsiyon Faz evirme (EIP)



**Düşük enerji yöntemleri kullanılarak küçük damlacıklar oluşabilir, ancak...**

- Yüksek yüzey aktif madde konsantrasyonları gerekir

# Gıdalarda Nanoemülsiyonlar : Potansiyel Sınırlamalar

## Ostwald Olgunlaşmasına Yüksek Duyarlılık :

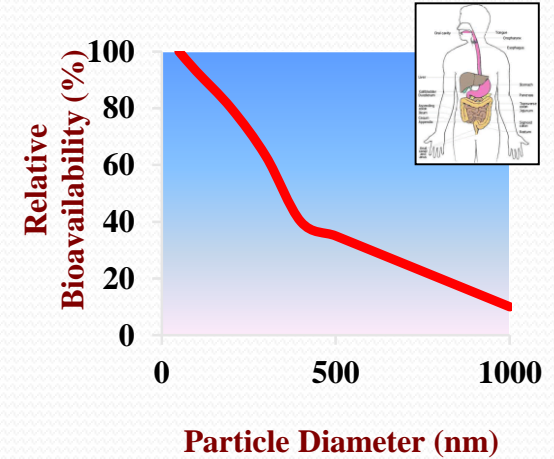
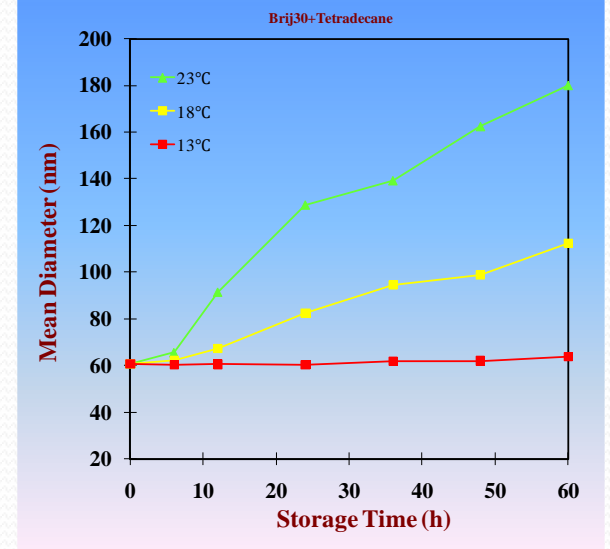
- Moleküler difüzyona bağlı damlacık büyümesi
- Yüksek oranda apolar malzeme eklenmesi

## Birleşmeye Yüksek Duyarlılık (PIT):

- PIT yönteminde kullanılan sürfaktanlar birleşmeye karşı hassastır
- Depolama koşulları kontrol edilmeli veya emülsiyon oluşumundan sürfaktan tipi değiştirilmeli

## Lipofilik Bileşenlerin Değişen Biyoyararlılığı :

- Doz-cevap eğrilerinin değişmesi
- Potansiyel toksisite

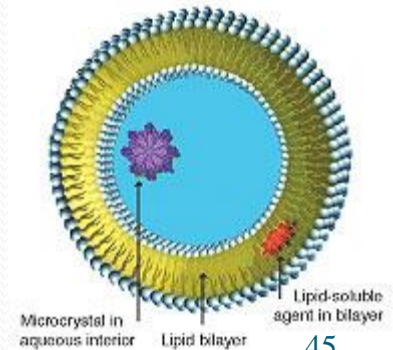
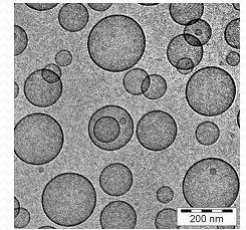
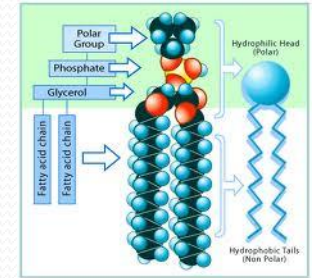




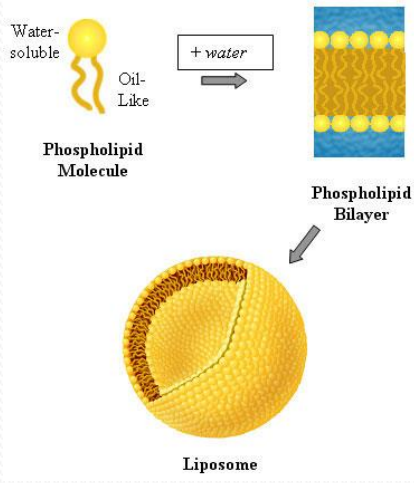
# Lipozomlar : Sürfaktan Bazlı Dağıtım Sistemleri

## • Özellikler

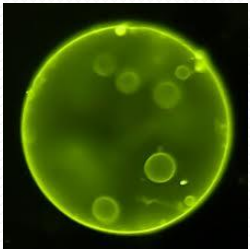
- Lipozomlar, su, sürfaktan ve bazen de yağdan oluşan termodinamik açıdan kararsız sistemlerdir
- Hücre zarlarını taklit eden sürfaktanların (genellikle fosfolipitler) bir veya daha fazla çift katmanından oluşur.
- Parçacıklar, lipofilik sürfaktan kuyrukları, iki tabakalı bir noktada birbirlerine doğru (sudan uzak) geçeceği şekilde düzenlenirken, hidrofilik kafa grupları diğer kafa gruplarıyla veya suyla temas halindedir.
- Lipozomlar, lipofilik veya hidrofilik aktif maddeleri içerebilirler
- Lipozomlar partikül boyutlarına bağlı olarak şeffaf, hafif bulutlu veya opak olabilir.



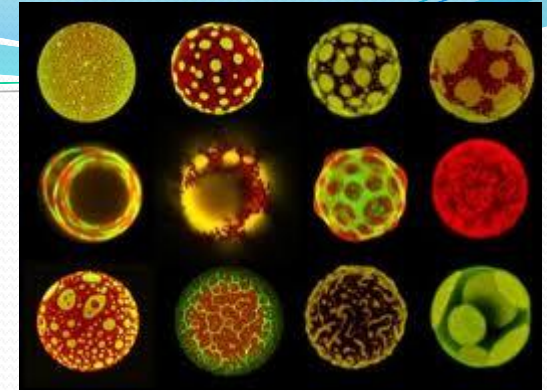
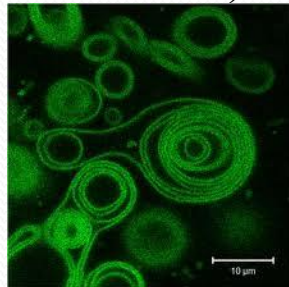
# Lipozomlar : Yapı



Uni-lamellar  
(tek katmanlı)



Multi-lamellar  
(çok katmanlı)

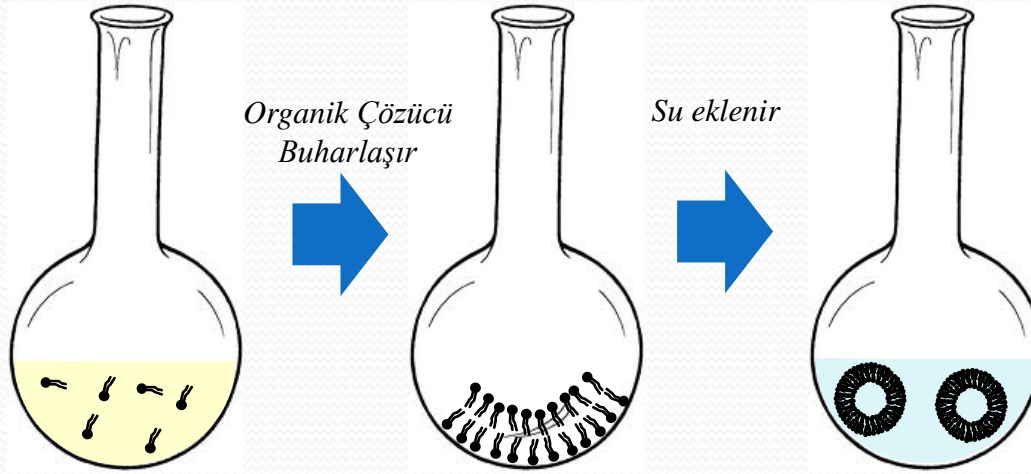


## Lipozom özellikleri kontrol edilebilir:

- 1. Boyut** – şu şekilde karakterize edilebilirler
  1. Küçük (S) <100 nm
  2. Orta (M) 100 - 1000 nm
  3. Büyük (L) 1-10 μm
  4. Dev (G) > 10 μm
- 2. Yapı** – bir çift katmanlı (tek lamel, U) veya birçok çift katlı (çoklu lamel, M) olabilirler
- 3. Elektriksel yük** – Kullanılan yüzey aktif bileşenlere bağlı olarak veya başka bir malzemeyle kaplıysa (örneğin, biyopolimer) pozitif, nötr veya negatif olabilir

# Lipozomlar : Hazırlama Yöntemleri

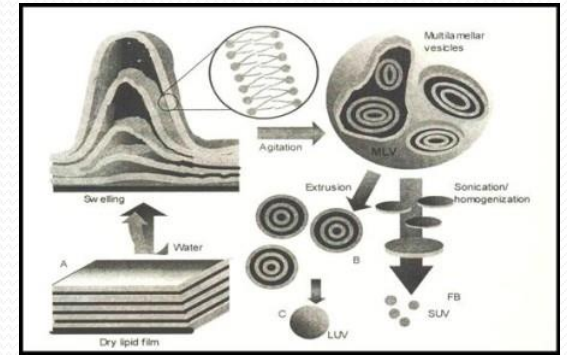
## Solvent Buharlaştırma Yöntemi



Organik Çözücü +  
Fosfolipitler

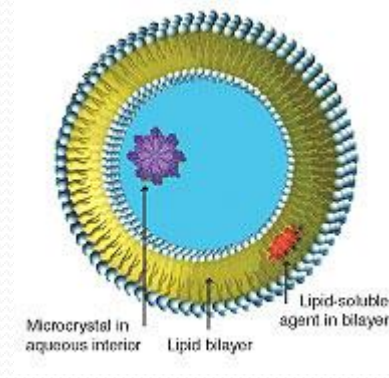
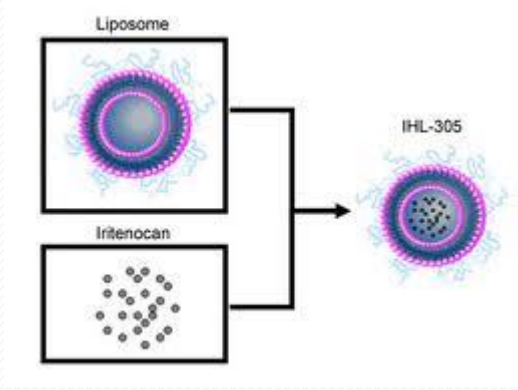
Çiftkatmanlı  
fosfolipitler

Su +  
Lipozomlar



Lipozomlar, çeşitli farklı yöntemler kullanılarak oluşturulabilir. İki yaygın yöntem;  
- Çözücü Buharlaştırma Yöntemi : organik çözücü ve fosfolipidleri karıştırılır, çözücü buharlaştırılır, daha sonra su eklenir  
-homojenizasyon

# Lipozomlar: Enkapsülasyon



-çok kararsız yapılar  
-zor üretilen yapılar

## • Uygulamalar

- Polar ve Non-polar bileşenler
- Peynir Olgunlaşmasını Hızlandırmak İçin Lipozomlardaki Proteinazlar
  - Enzim inaktivasyonu yavaşlatılabilir ve olgunlaşma hızlandırılabilir

# Lipozomlar : Avantajlar & dezavantajlar

## • Avantajlar

- Hem suda çözünür hem de yağda çözünür bileşenler kapsüllenebilir
- Suda çözülebilen bileşenlerin olumsuz etkilerini önleyebilir, *örneğin* kimyasal reaksiyonlar, acı tat

## • Dezavantajlar

- Oldukça fazla miktarda fosfolipit gerekir
- Suda çözünür bileşenler için düşük yükleme verimliliği
- Çevresel koşullara kararsız, *örneğin*, pH, I, T

