

Gıda Emülsiyonlarının Kararlılığı

Dr. Öğr. Üyesi Cansu Ekin GÜMÜŞ

- *Ankara Üniversitesi*
- *Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*

Emülsiyon Kararlılığının Tanımı ve Önemi

Tanımı: " Zaman içinde özelliklerde meydana gelen değişikliklere karşı koyabilmek "

Önemi: Gıda emülsiyonlarının raf ömrünü ve işlenmesini belirler



Arzu edilebilir veya istenmeyen olabilir

Fiziksel stabilite :

Bileşenlerin zaman içindeki dağılımındaki değişikliklere direnebilme

- *örneğin, kremalaşma, flokülasyon, birleşme*



Kimyasal stabilite :

Malzemelerin kimyasal yapısındaki değişimlere zaman içinde direnç gösterebilme

- *örneğin, ω -3 oksidasyonu, sitral bozulması, β -karoten oksidasyonu*

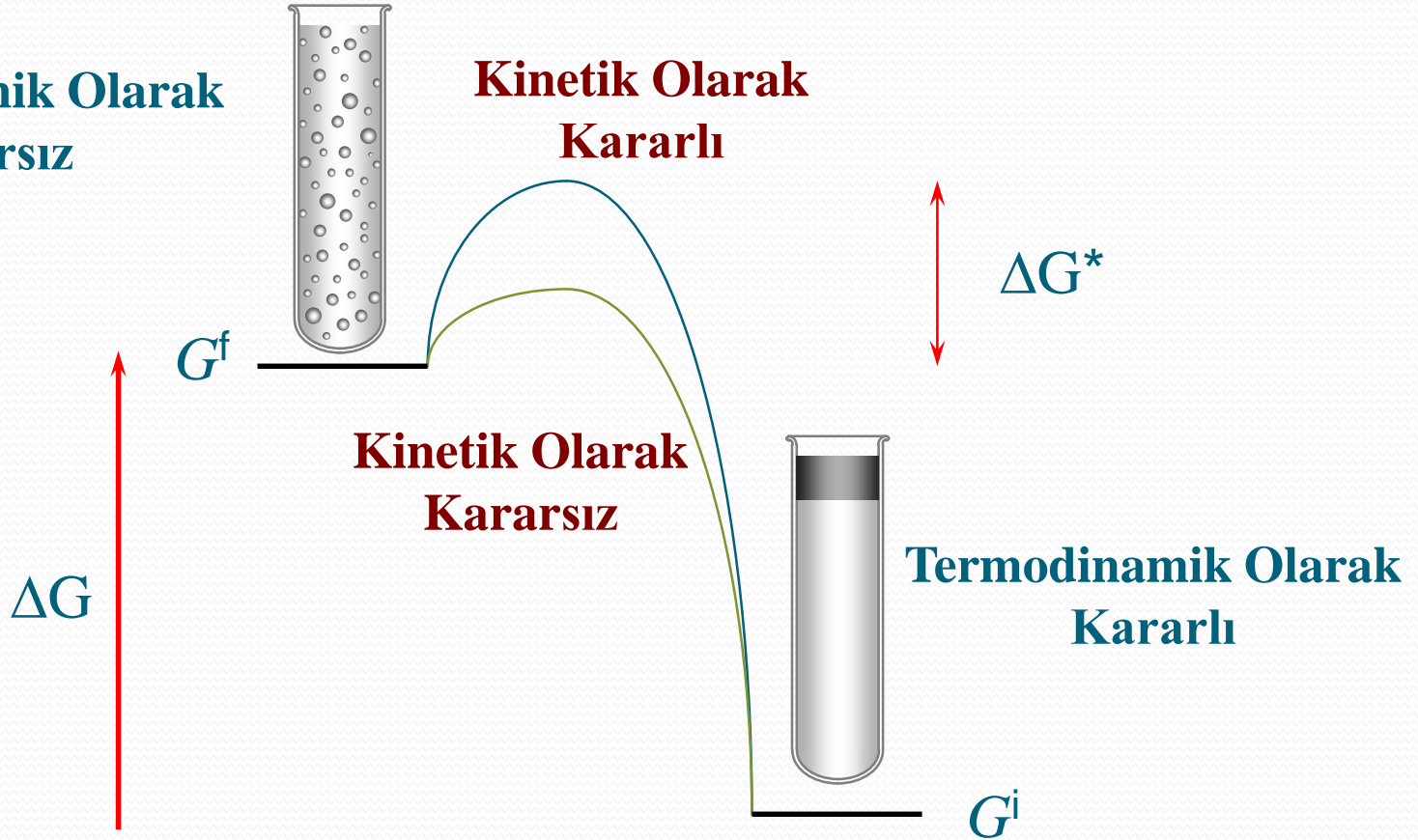


Emülsiyon Kararlılığı : Kinetik ve Termodinamik Kararlılık

Emülsiyon

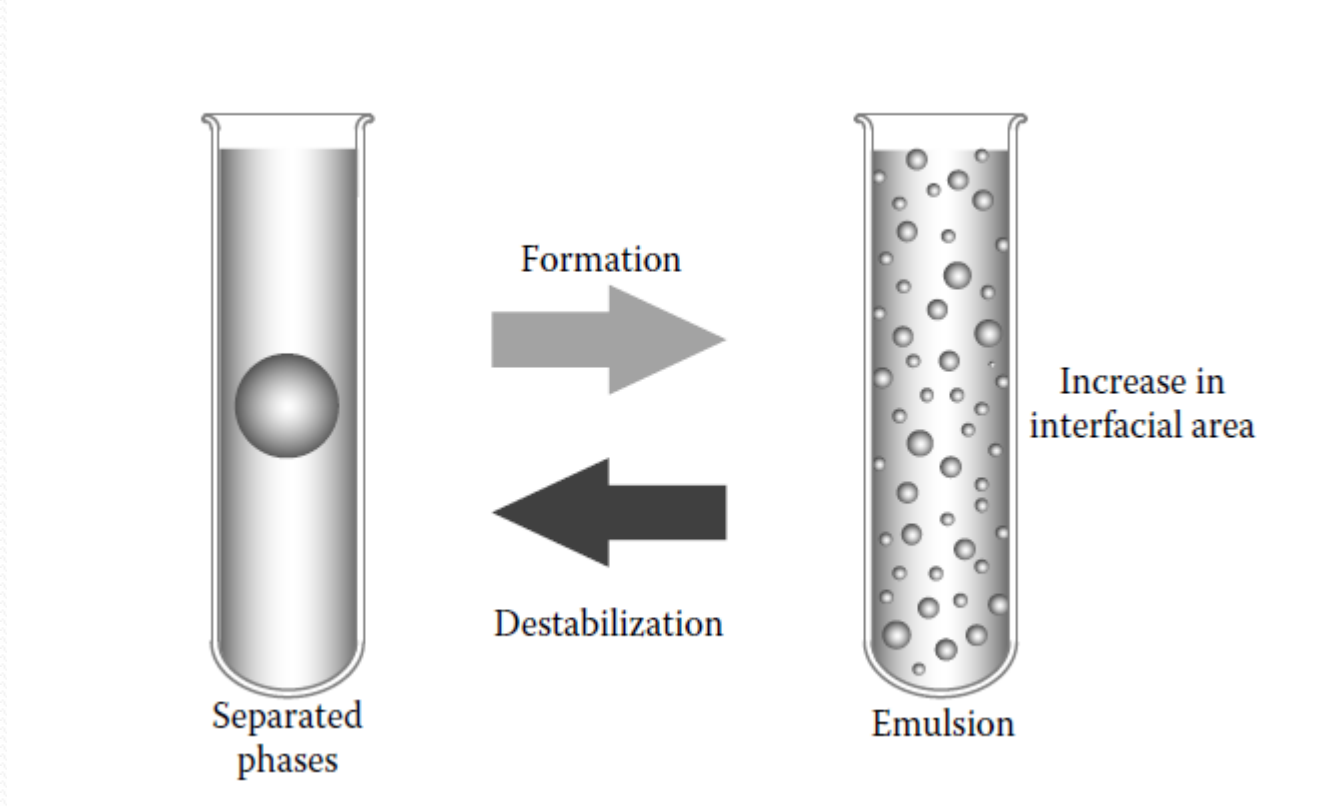
Termodinamik Olarak
Kararsız

Kinetik Olarak
Kararlı



Ayrılmış fazlar

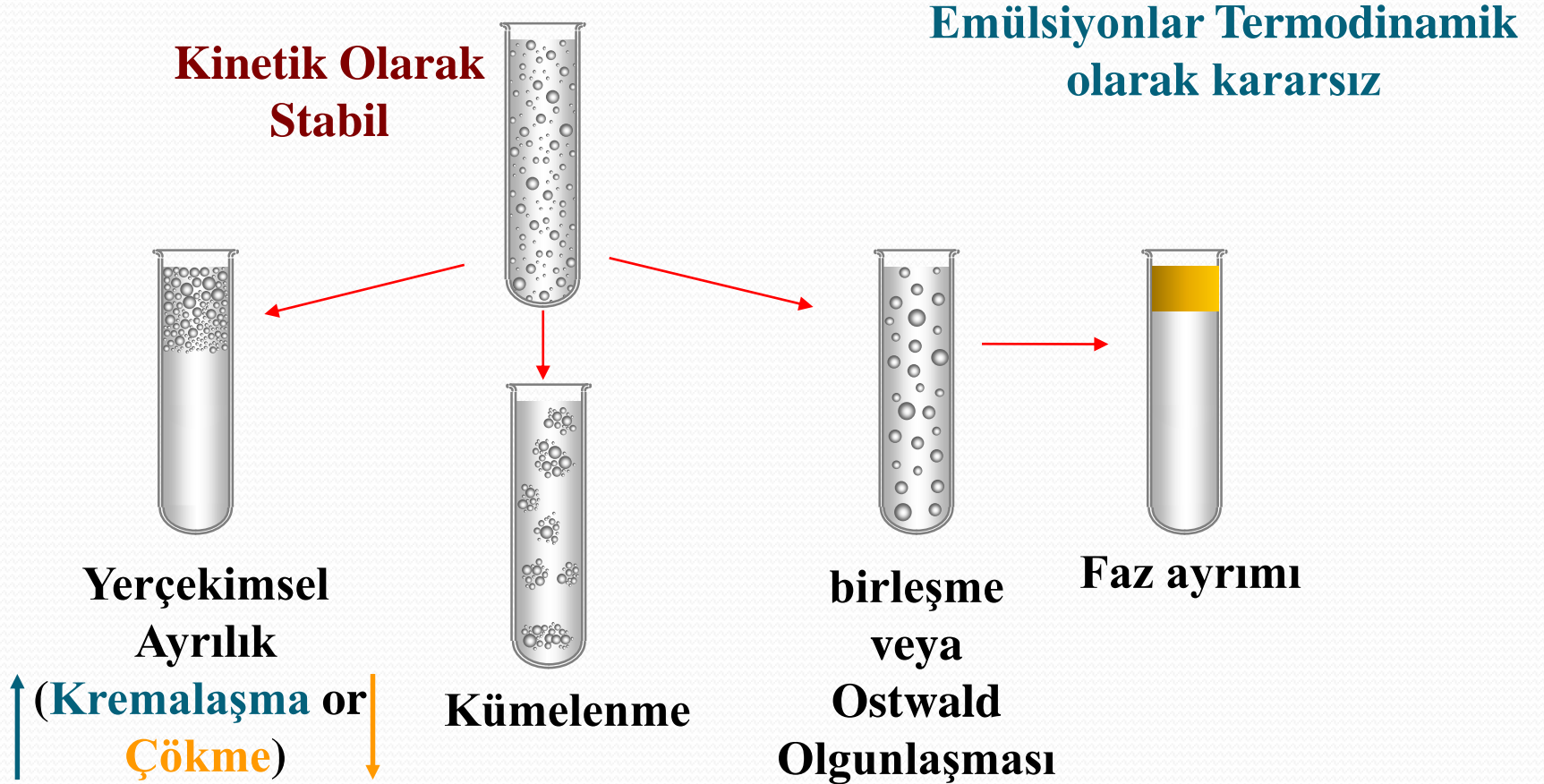
Termodinamik Kararlılık



Bir emülsiyon oluşumu termodinamik olarak elverişsizdir. Bu şemada, yağın fazdan ayrılmış durumda tek bir damlacık oluşturduğu varsayılmaktadır, ancak gerçekte yağ genellikle yerçekimi nedeniyle üstte bir tabaka oluşturacaktır.

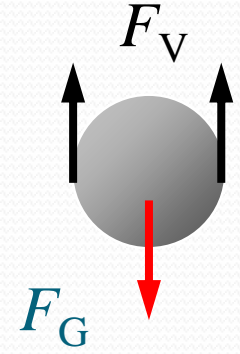
Kinetik stabilite

Emülsiyonun, depolama sırasında veya belirli çevresel koşullara maruz kaldığında özelliklerinde meydana gelen değişikliklere direnç gösterebilmesi



Yerçekimsel ayrılma

Prensipileri



Stokes Kanunu:

$$V = -2r^2(\rho_2 - \rho_1)g/9\eta_1$$



Kremalaşma



**Sedimentasyon
(çökme)**

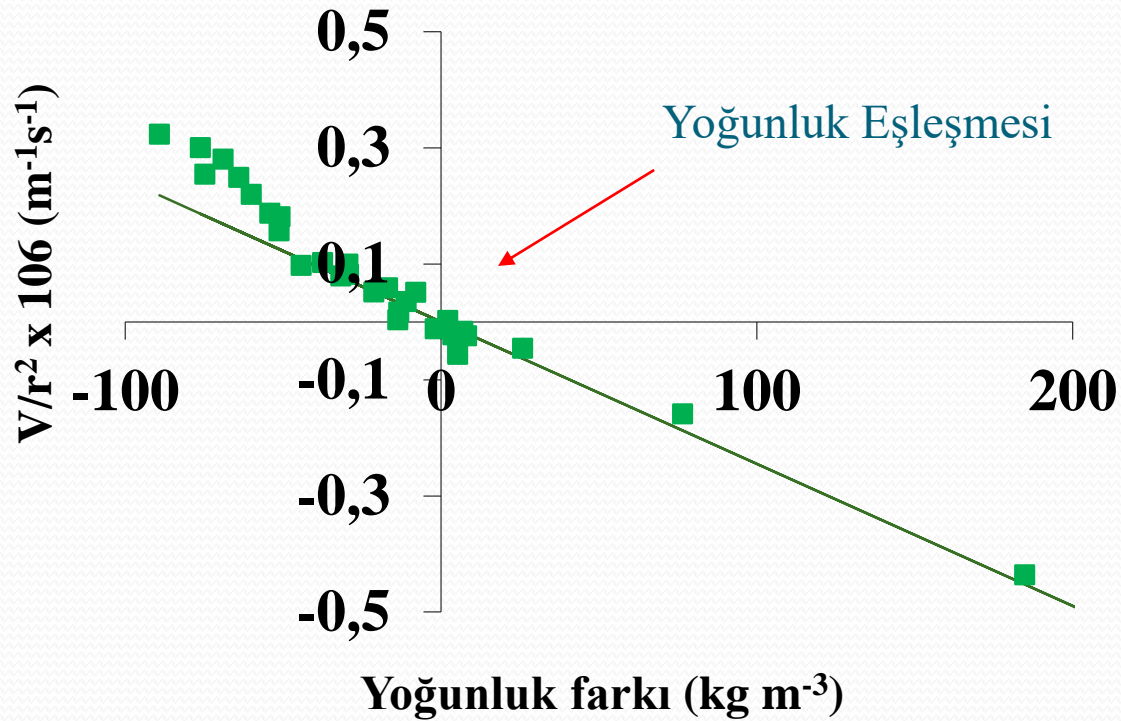
Yerçekimsel Ayrışmayı Geciktirme Yöntemleri :

- Yoğunluk farkını azaltın ($\Delta\rho$)
- Damlacık boyutunu küçültün (r)
- Sürekli faz viskozitesini arttırın (η_1)



Yerçekimsel ayrılma

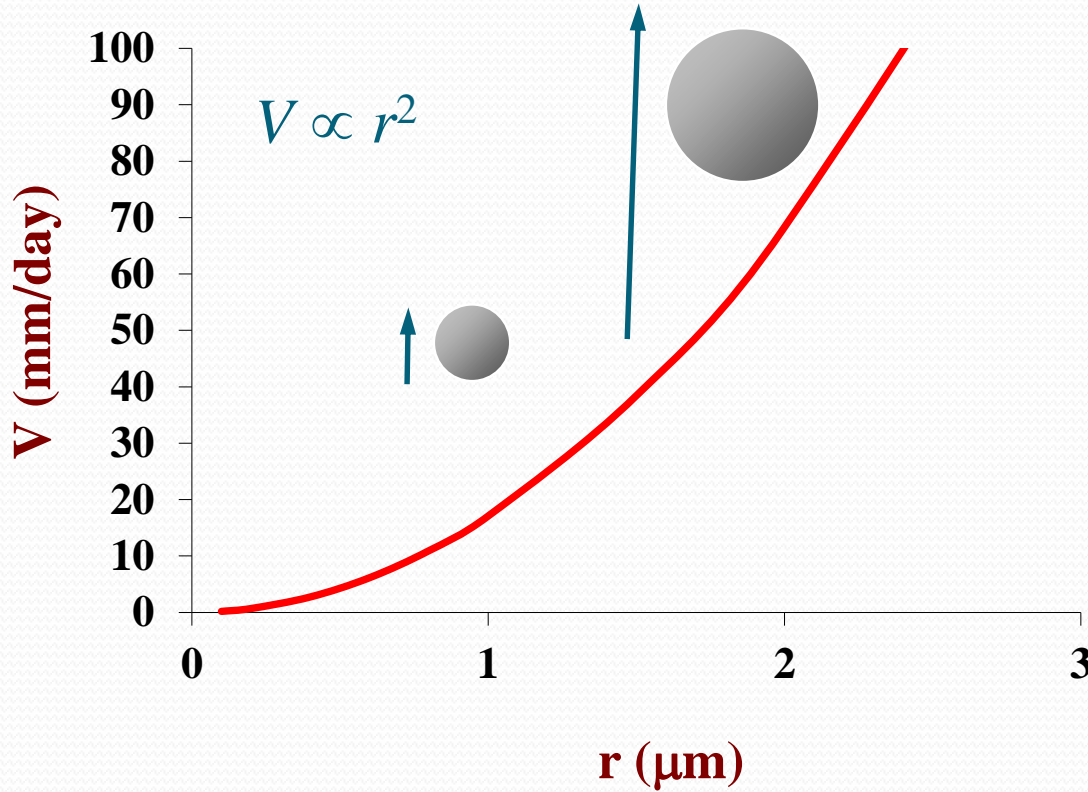
Yoğunluk Farkınının Etkisi



Ağırlık ajanları içeren su içinde ayçiçeği yağı emülsiyonları:
Ester gam, Damar gam, SAIB veya BVO

Yerçekimsel ayrılma

Damlacık Boyutunun Etkisi



Suda Ayçiçek yağı emülsiyonu

Yerçekimi Ayrımını Azaltma Stratejileri

Prensip	Metot	Problem
$\Delta\rho$ 'nin düşürülmesi	Ağırlaştırıcı madde ekleme	• Düzenlemeler, maliyet
	SFC'yi değiştir (katı faz içeriği)	• Kararlılık, kalite, beslenme
r 'nin düşürülmesi	Homojenizasyon	• Maliyet, kalite
η 'nin arttırılması	Kıvam arttırıcı veya jelleştirici madde ekleme	• Kalite, duyusal



Yerçekimsel Ayrıma Duyarlı Gıda Emülsiyonları

Yüksek duyarlılık

- İçecekler
- Bebek formülleri
- Salata sosları
- Çorbalar



- *Düşük damlacık konsantrasyonu*
- *Düşük sürekli faz viskozitesi*

Düşük duyarlılık

- Margarin ve Tereyağı
- mayonez

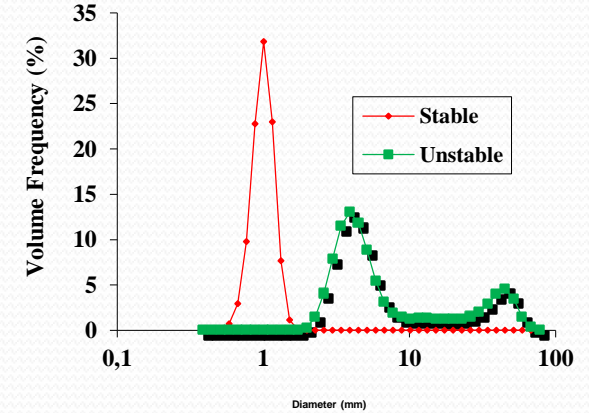


- *Yüksek damlacık konsantrasyonu*
- *Jelleşmiş sürekli faz*

Yerçekimsel Ayrılmanın Deneysel Karakterizasyonu

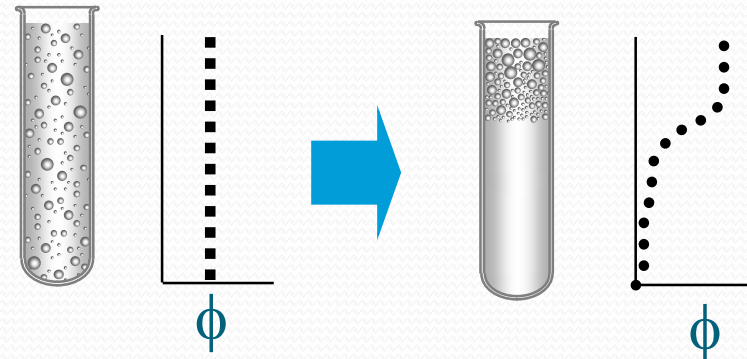
Dolaylı Yöntemler (Tahmin)

- Stokes Kanunu: $= -2gr^2\Delta\rho/9\eta$
- ölçüm: PSD, η , $\Delta\rho$



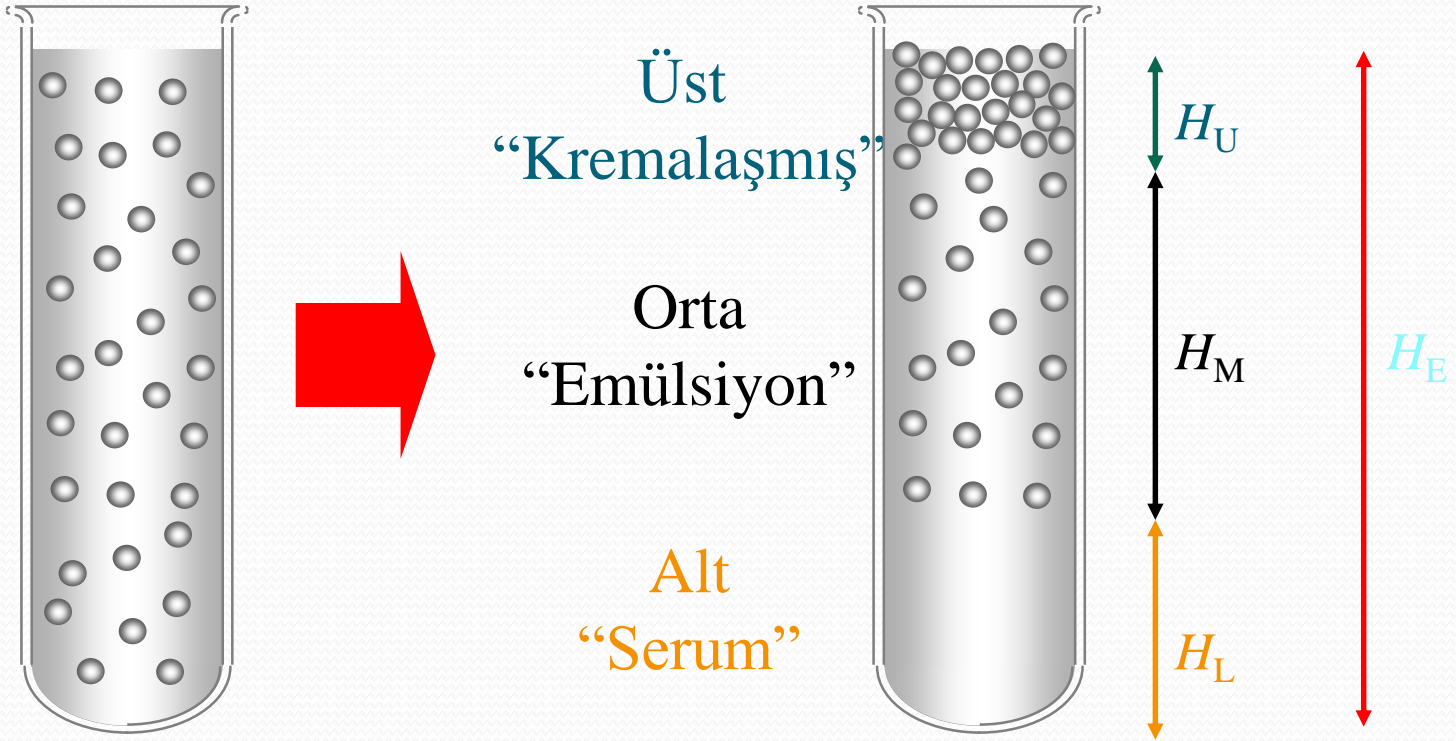
Doğrudan Yöntemler (Ölçüm)

- Görsel gözlem



Kremalaşma Stabilitesinin Ölçülmesi

Görsel gözlem

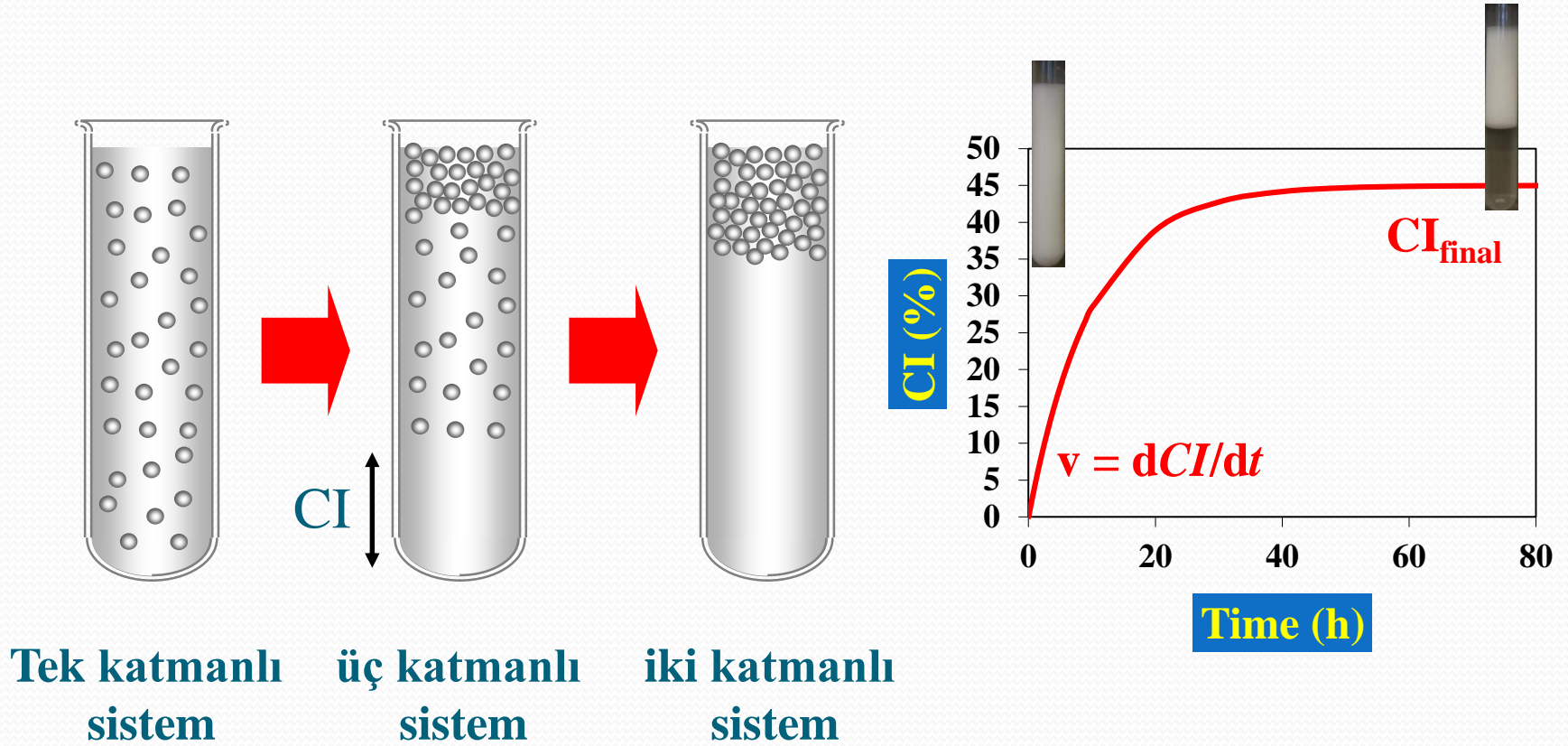


Kremalaşma indeksi: $CI = 100 \times H_L / H_E$

Uzun süreli depolama testleri veya hızlandırılmış (santrifüjleme) testler

Kremalaşma Stabilitesinin Ölçülmesi

Görsel gözlem



• Sınır neresi?

Kremalaşma Stabilitesinin Ölçülmesi

Görsel gözlem



Emulsiyon



Krema

Serum



Krema

Emulsiyon

Deney tüpü Gereksinimleri :

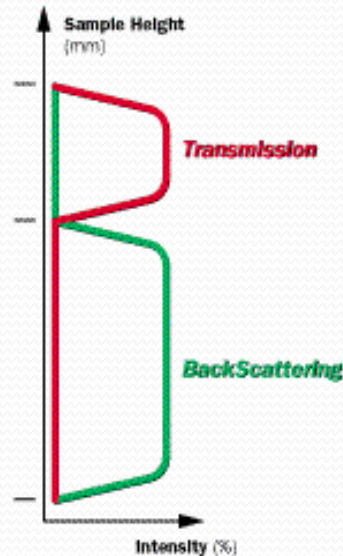
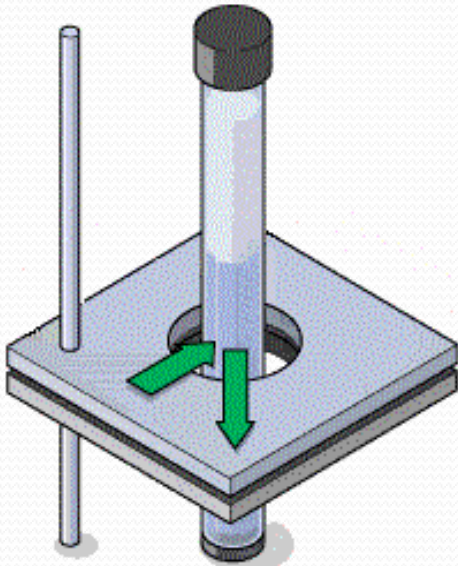
- Düz dipli
- dereceli
- Malzeme (Cam / Plastik)

Gözlem Problemleri :

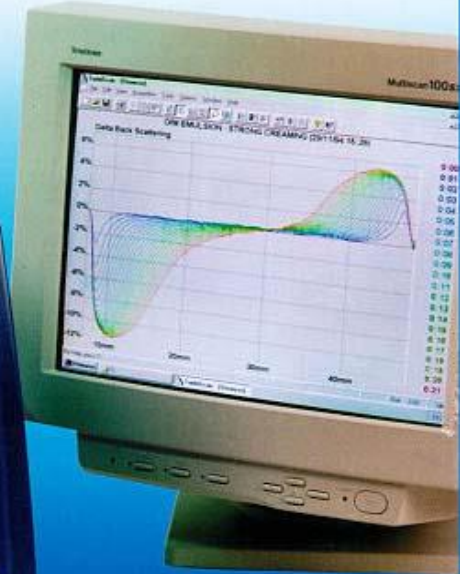
- Sınır neresi?
- Hangi katman hangisi?
- Öznel analiz

Kremalaşma Stabilitésinin Ölçülmesi

Optik görüntüleme



Emulsions
Suspensions
Foams
Gels



Homogeneity
Stability

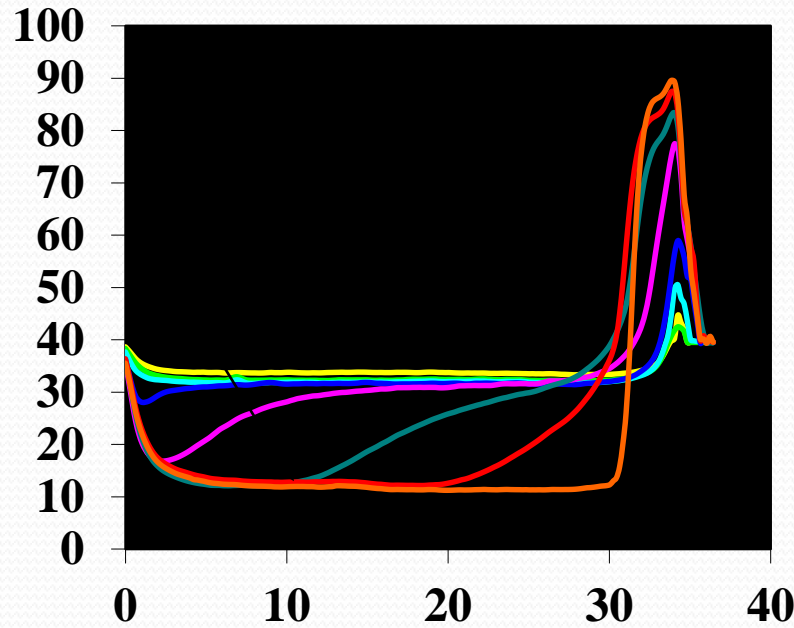
Creaming
Flocculation
Coalescence
Sedimentation

Kremalaşma Stabilitesinin Ölçülmesi

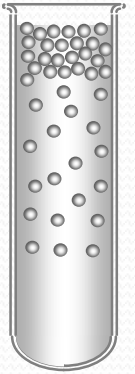
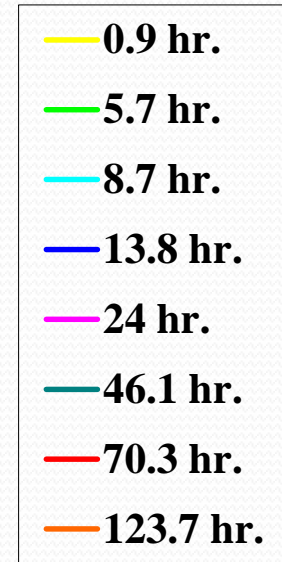
Optik görüntüleme



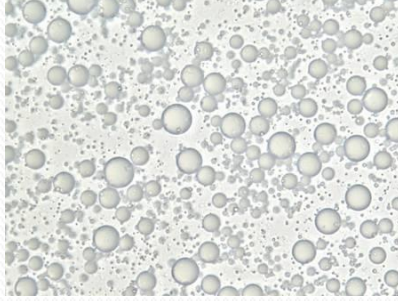
Back Scatter (%)



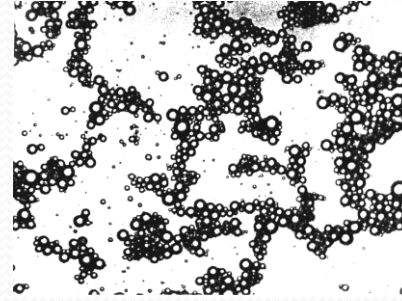
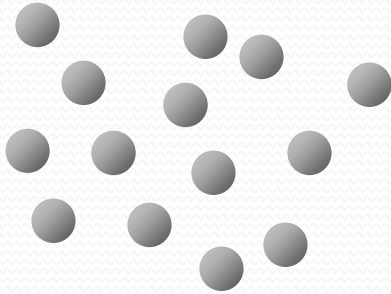
Height (mm)



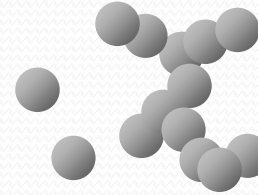
Damlacık Topaklanması



Stabil



Topaklanmış



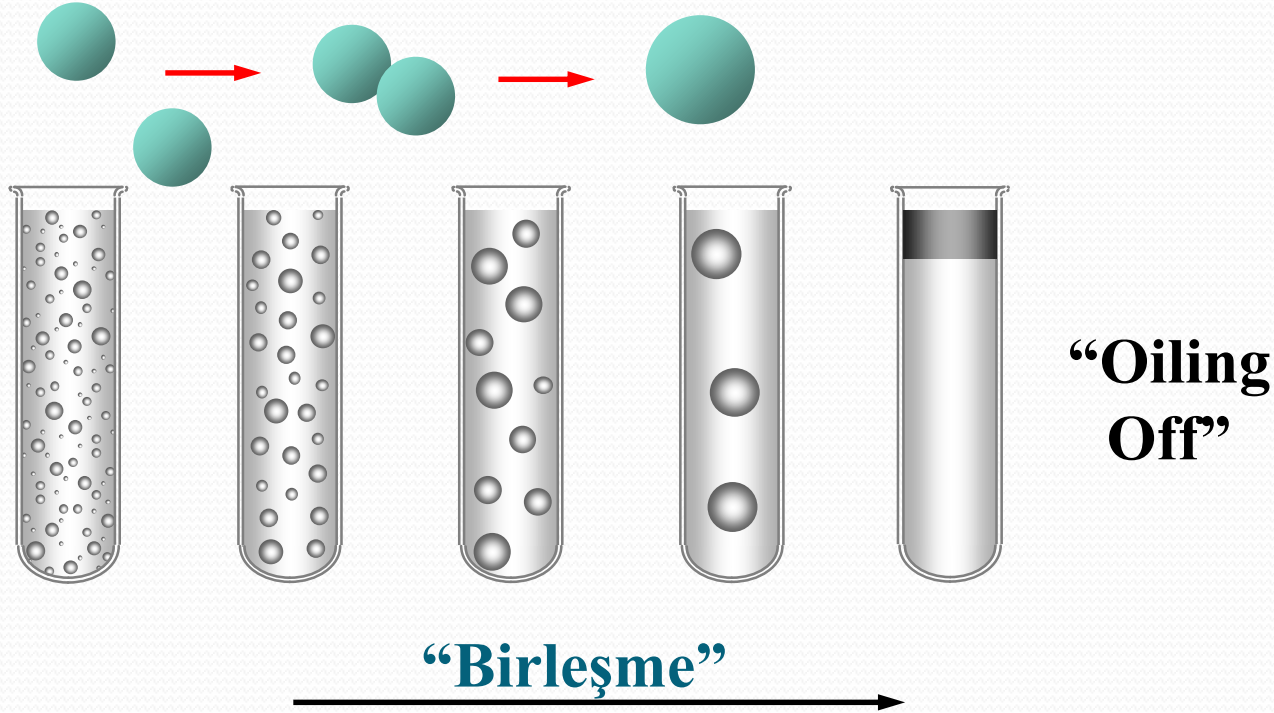
- Boyut
- kuvvet
- şekil



“İki veya daha fazla damlacığın, damlacıkların kendi kimliklerini koruduğu bir topak halinde toplanması”

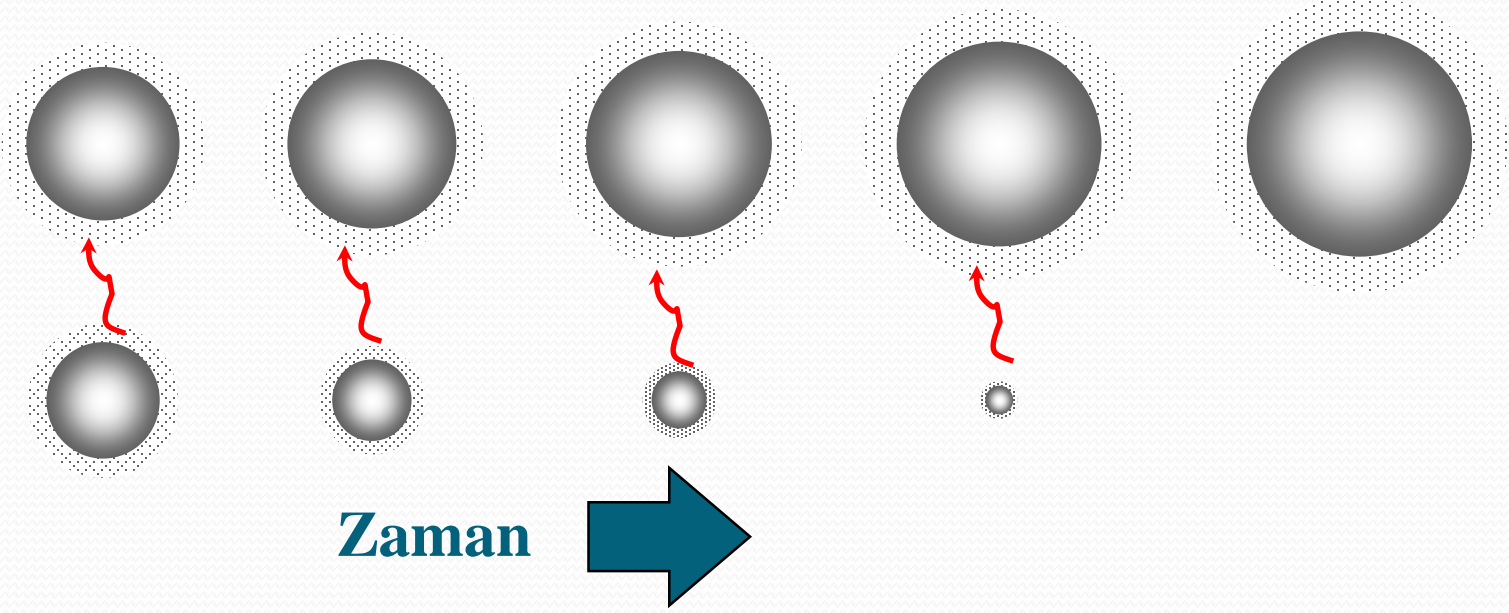


Damlacık Birleşmesi



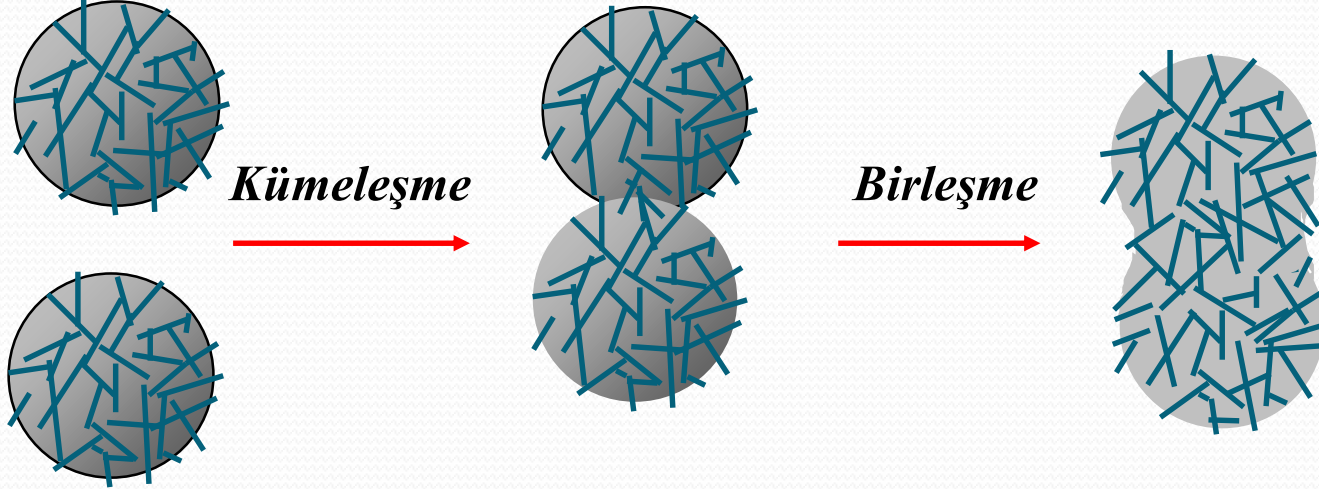
“Daha büyük bir damlacık oluşturmak için iki veya daha fazla ayrı damlacıkla bir araya geldiği için toplama”

Ostwald olgunlaşması



küçük damlacıkları tüketerek büyük damlacıkların büyümesi

Kısmi Birleşme



“Yağ kristalinin bir damlacıktan diğer damlacıklara girmesi nedeniyle kristal damlacıkların kısmen topaklanması”

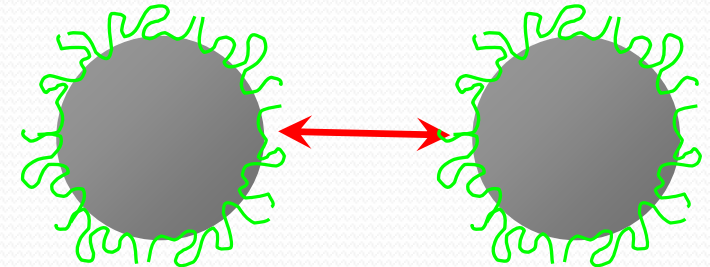
Flokülasyon Mekanizmaları

- Topaklanma, çekici kuvvetler itici kuvvetlerden daha ağır basarsa oluşur ve bu nedenle

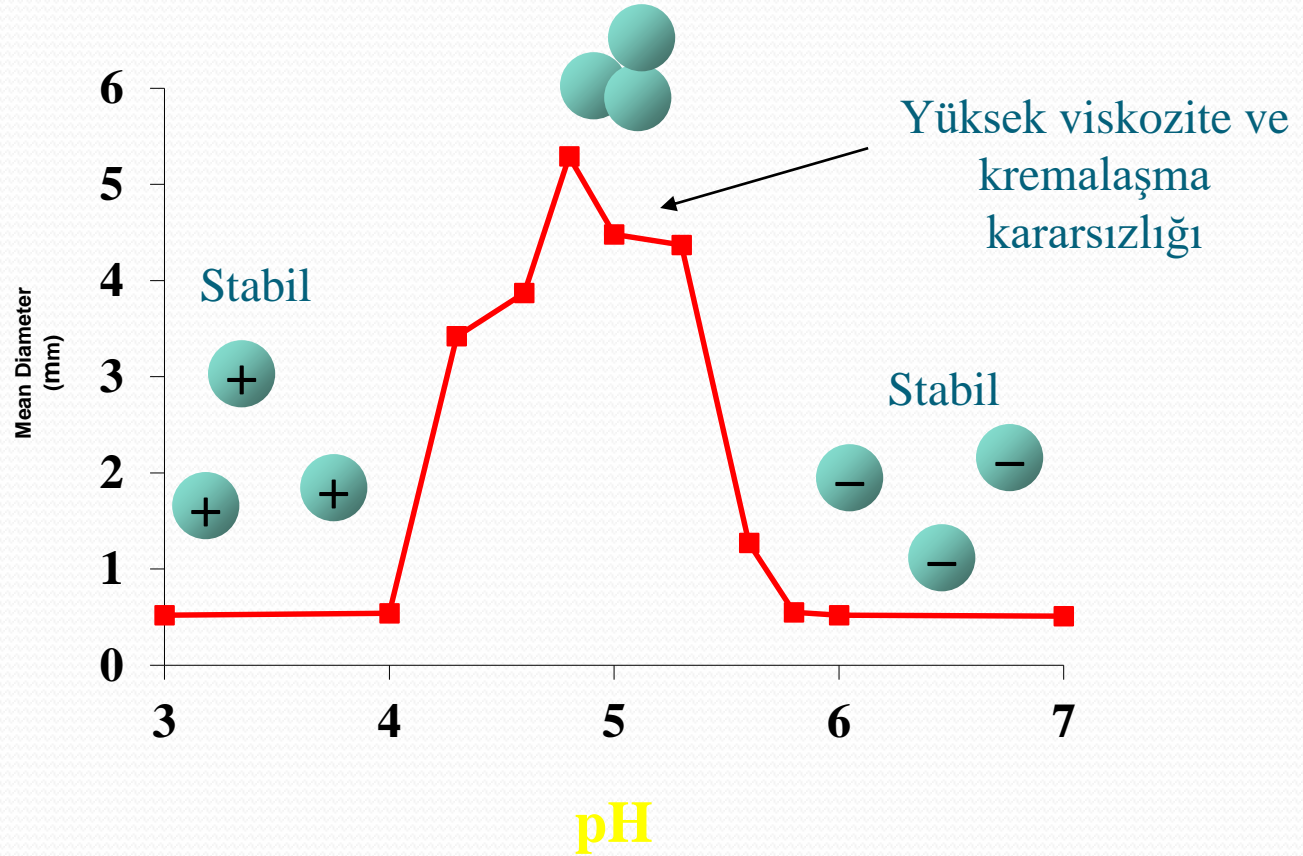
- - İtici Etkileşimlerin Artırılması
- - Çekici Etkileşimleri Azaltılması

İle engellenebilir.

- Optimum yaklaşım sisteme oldukça bağlıdır

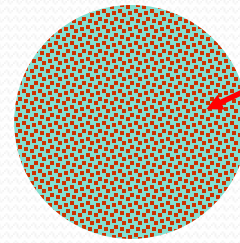
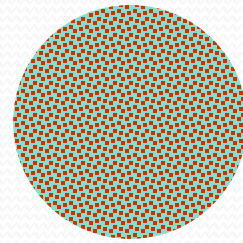


Elektrostatik İtişte Azaltma : pH Etkisi



Ağırlıkça% 20 su içinde yağ emülsiyonları (1% WPI)

Hidrofobik Çekimde Artış

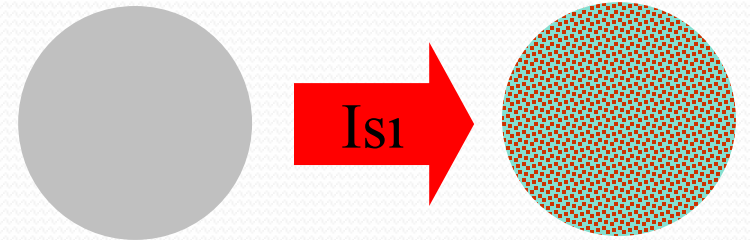


Hidrofobik
Yamalar

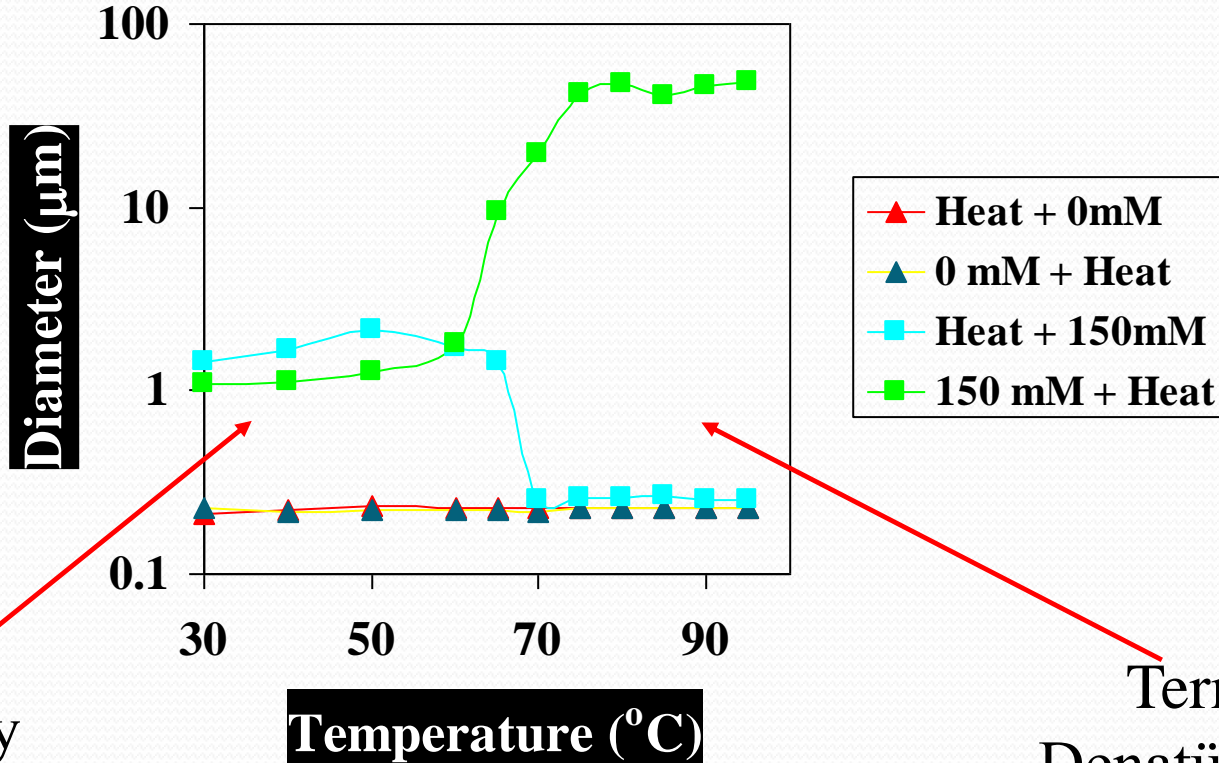
Hidrofobik Etkileşimlerin Özellikleri

Köken: *Yetersiz emülgatör kapsamı, protein açılımı*

Çevresel faktörler : Sıcaklık



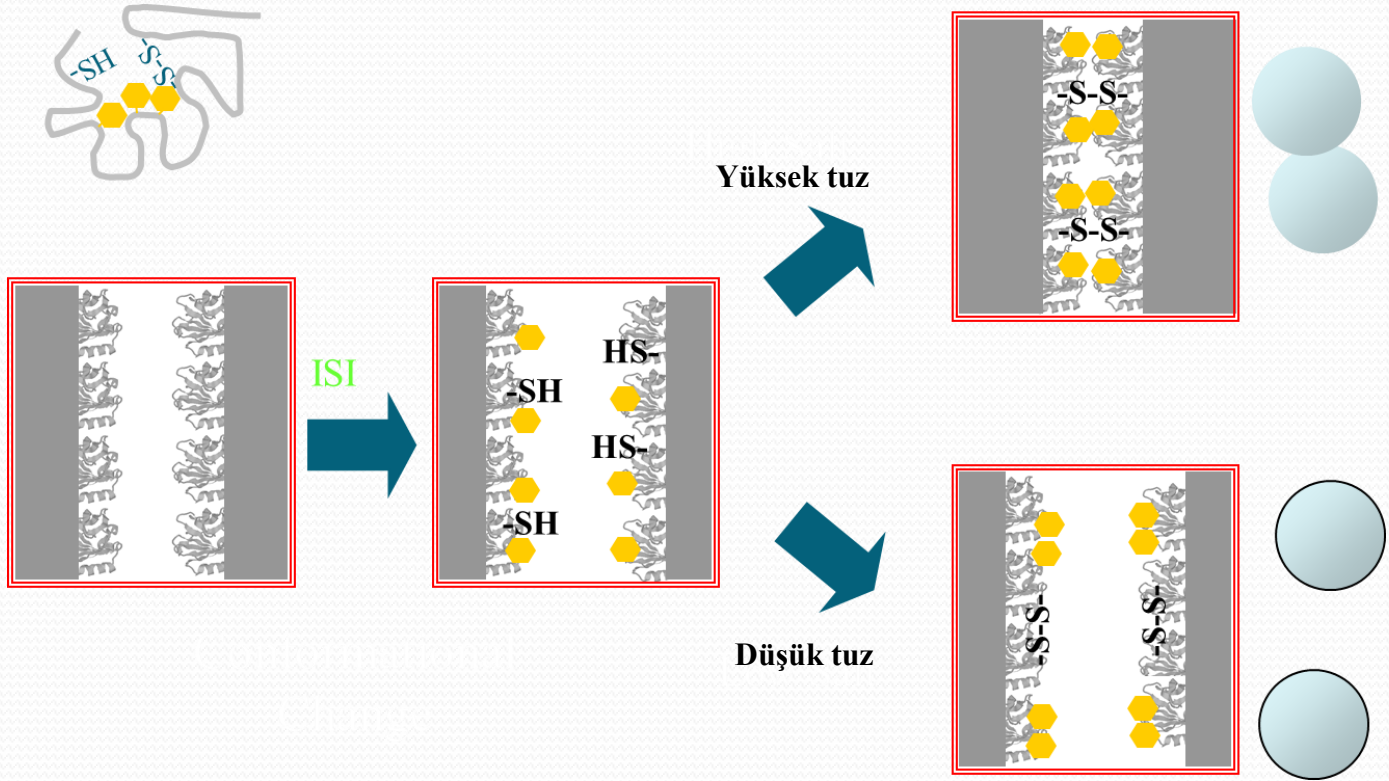
İşleme Sırasının Emülsiyonlarının Isıl Stabilitesine Etkisi



Yüzey
denatürasyonu

Termal
Denatürasyonu

Adsorbe Edilen Globüler Proteinlerin Termal Denatürasyonu



Yüksek tuz varlığında, ısıtma sırasında damlacıklar arasındaki elektrostatik itme zayıftır ve farklı damlacıklar arasında protein-protein etkileşimlerine neden olur.

Topaklanmayı Azaltma Stratejileri

Prensip	Metot
(1). Çekici gücün azaltılması	<ul style="list-style-type: none">• Tükenmeden kaçınma• Köprülemeyi önleme• Hidrofobiklikten kaçınma
(2). İtici gücün artırılması	<ul style="list-style-type: none">• pH veya I değişimi (E/S)• Kalınlığın artırılması (S)
(3). Damlacık temasının azaltılması	Kıvam artırıcı veya jelleştirici madde ekleyin

Baskın flokülasyon mekanizmasına çok bağımlı

Ölçümü

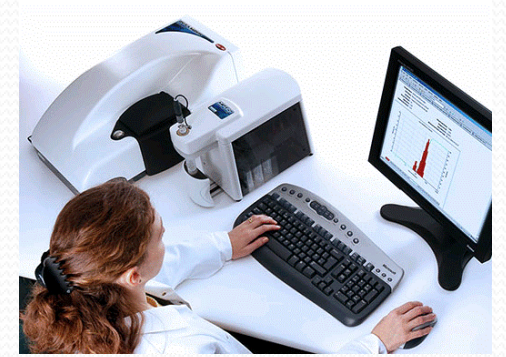
Teknikler ve Protokoller

Enstrümantal Teknikler

- mikroskopla inceleme
- Parçacık Boyutlandırma
- Kremalaşma stabilitesi
- Emülsiyon reolojisi

DeneySEL Protokoller

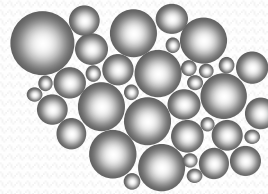
- Depolama Testleri
- Hızlandırılmış Depolama Testleri
- Çevresel Stres Testleri



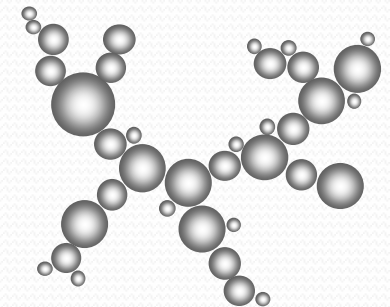
Ölçümü :

Önemli Topak Karakteristikleri

- **Topaklamanın Kapsamı** : Ne kadar topaklaşma oldu?
- **Flokülasyon Oranı** : Topaklanma ne kadar hızlı gerçekleşir?
- **Topak Şekli, Boyut, Morfoloji ve Gücü** : Ne tür topaklar oluşuyor?
- **Emülsiyon özellikleri** : Topak özellikleri ürün özelliklerini, örneğin stabiliteyi, reolojiiyi, görünümünü nasıl etkiler?



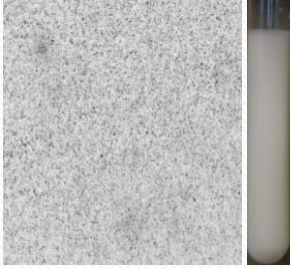
Sıkı paketli
topak



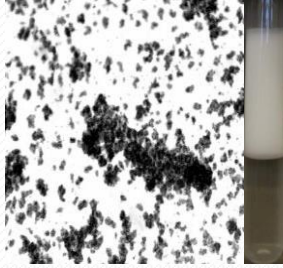
Açık paketli
topak

Karakterizasyonu : Mikroskopi Yöntemleri

Optik

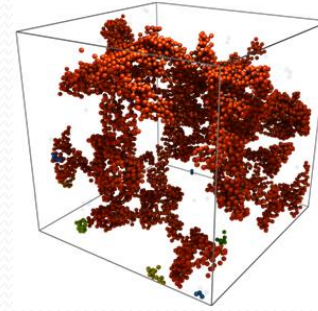


Stabil



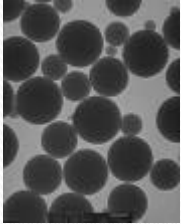
Kararsız

Konfokal Floresans



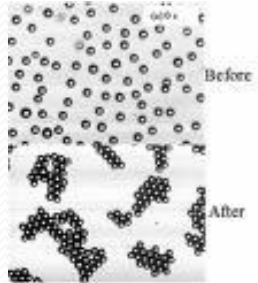
yerelleştirme
Dilimleme
3 boyutlu görüntüler

TEM

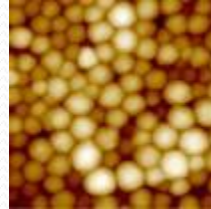


Küçük parçacıklar

SEM



AFM

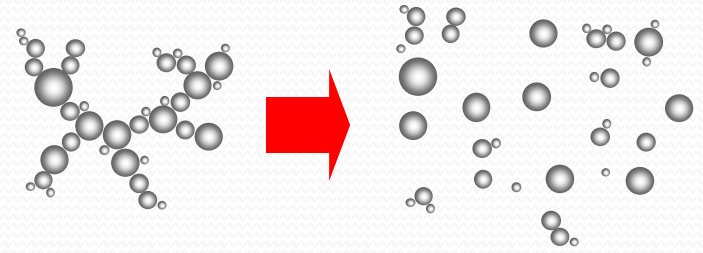


Topak Şekli, Büyüklüğü, Morfolojisi
(Görüntü Analiz Yazılımı)

Emülsiyonların Karakterizasyonunda Bazı Problemler

- **Örnek hazırlığı**

- seyreltme
- Çözelti Özellikleri (pH, I)
- Karıştırma / Akışı
- Hızlı kremalaşma (örnekleme)



- **Örnek görünümü**

- Gözlenebilir hiçbir kremalaşma, hiç topaklanma olmayışı veya çok fazla topaklanma oluşu anlamına gelebilir.

