



GIDALARIN YÜZEY ÖZELLİKLERİ

DERS-8

Yüzey gerilimi

- Yüzey gerilimi, “birim yüzey alanındaki serbest enerji” ya da “yüzey alanını izotermal olarak arttırmak için gerekli iş” olarak tanımlanabilir.

$$\text{Yüzey gerilimi } (\sigma) = \frac{\text{İş } (w)}{\text{Alan } (\gamma)}$$

$$\sigma = \frac{\text{Yüzey alanını değiştirmek için gereken iş } (dw)}{\text{Yüzey alanındaki değişim } (d\gamma)}$$

- $\sigma = \text{enerji} / \text{alan} = \text{joule} / \text{m}^2$, (1 Joule = 1 Nm)
 $= \text{Nm} / \text{m}^2 = \text{Nm}^{-1}$ (SI) = 1 dyne / cm (CGS)

Yüzey gerilimi-sıcaklık ilişkisi

- Çoğu sıvının yüzey gerilimi sıcaklık arttıkça azalır.
- Genellikle sıcaklık yüzey gerilimi ilişkisi doğrusaldır.

Etil alkol ve suyun sıcaklığa bağlı olarak değişen yüzey gerilimleri

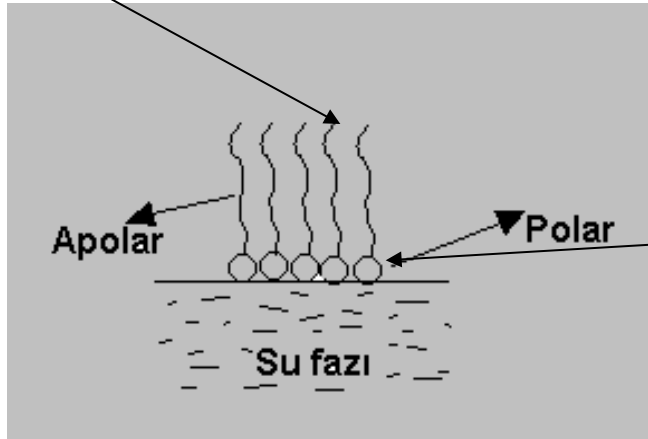
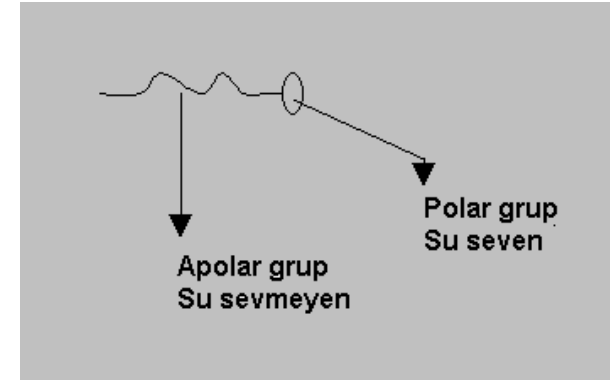
Sıvı	Farklı sıcaklık derecelerinde yüzey gerilimi (mN/m)			
	0°C	10°C	20°C	30°C
Etil alkol	24,05	23,61	22,75	21,89
Su	75,60	74,22	72,75	71,18

Yüzey aktifliği

- Düşük konsantrasyonlarda bir sıvının yüzey gerilimini azaltan maddeler yüzey aktif olarak tanımlanır.
- ÖR: Emülsifiye edici ayıraçlar ve hidrokolloidler
- Kısa zincirli yağ asitleri ve alkoller hem suda hem de suyla karıştırılmayan sıvılarda çözünme özelliğindedirler.

Yüzey aktif maddeler

- Bu maddeler “polar ya da hidrofilik” (COOH veya OH grubu) ve “polar olmayan ya da lipofilik” (molekülün hidrokarbon grubu) gruplara sahiptirler.
- İki faz arasındaki ara yüzeyde etki gösterirler.
 - Polar olmayan grup yağ fazında çözünür.



- Polar grup sulu fazda çözünür.

Yüzey aktifliği

- Yüzey aktivitesi dinamik bir olgudur.
- Çünkü yüzey ya da ara yüzeyin son durumu, **adsorpsiyona doğru bir eğilim** ve moleküllerin termal hareketi nedeniyle **tam karışmaya doğru bir eğilim** arasında denge gösterir.
- Yüzey aktif maddeler yüzeyde yoğunlaşırlar ve yüzey geriliminde büyük ölçüde azalmaya neden olurlar.
- Bu durum, “Gibbs adsorpsiyon izotermi” ile ifade edilebilir.



Ara yüzey gerilimi

- Ara yüzey gerilimi birbiriyle karışmayan iki sıvının sınırlarında moleküller arası kuvvetlerin dengesizliği nedeniyle ortaya çıkar.
- Emülsifiye edici ayıraçlar ve deterjanlar ara yüzey gerilimini azaltarak etki gösterirler.
- Genellikle, ara yüzey gerilimi yükseldikçe, solventlerin birbiri içinde çözünürlüğü düşer.

Dondurma üretiminde kullanılan farklı emülsifiye edici ayıraç-stabilizör içeren palm yağı ve su arasındaki ara yüzey gerilimi

Emülsifiye edici ayıraç-stabilizör	Ara yüzey gerilimi (mN/m)
Su-palm yağı	30
Su+%6 ticari gliserol monostearat-palm yağı	4,2
Su+%6 ticari gliserol monostearat+%0,1 kazein-palm yağı	1,8
Su+%1 bitkisel lesitin-palm yağı	4,8



GIDALARDA KOLLOİDAL SİSTEMLER

Gıdalarda kolloidal sistemler

- Bütün kolloidal sistemlerde 2 faz vardır:
 - Sürekli faz
 - Kesikli (dağılan) faz
- Kolloidal sistemlerde dağılan fazdaki partiküllerin çapı 1-1000 nm aralığındadır.
- Bu nedenle, işlenmiş gıdaların birçoğu gıda kolloidleri olarak bilinir.
 - Bu tür gıdalara stabiliteyi ve reolojik özellikleri kontrol etmek için hidrokolloidler eklenir.

Gıdalarda kolloidal sistemler

- Gıdalarda kolloidal sistemler, iki fazı oluşturan maddelerin durumlarına bağlı olarak 4 grup altında toplanabilir;
 - Emülsiyon
 - Köpük
 - Jel
 - Sol

Emülsiyonlar

- Emülsiyon, birbiri içinde normal koşullarda karıştırılamayan iki sıvıdan birinin diğeri içinde damlacıklar halinde dağılmasıyla ortaya çıkar.

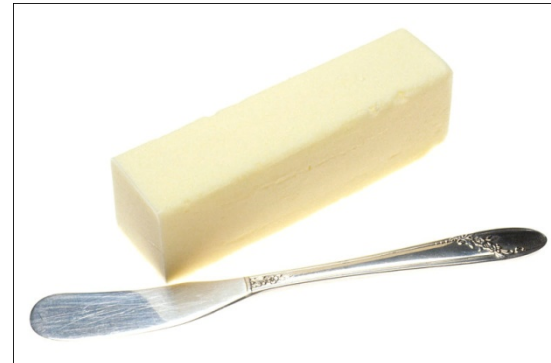
- Yağ-su (O/W) emülsiyonları: su içinde damlacıklar halinde dağılmış yağ

- ÖR: Mayonez, krema



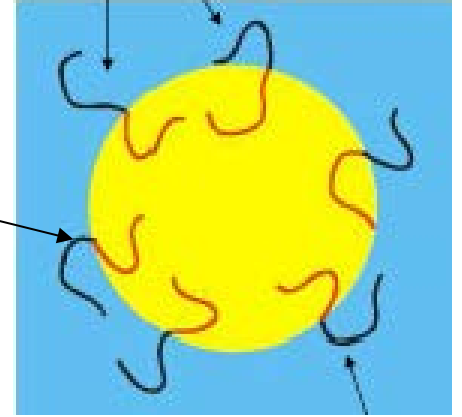
- Su-yağ (W/O) emülsiyonları: yağ içinde damlacıklar halinde dağılmış su

- ÖR: Tereyağ, margarin



Emülsiyonlarda yüzey aktifliği

- Emülsiyonlarda emülsifiye edici ayıraç dağılan damlacıklar etrafında bir film oluşturur.
- Emülsifiye edici ayıraçlar her iki fazda da (farklı derecelerde) çözünür özelliktedir.
- Emülsiyonlar termodinamik olarak genellikle stabil değildir.



Emülsifiye edici ayıraç- emülgatör- emülsifiye edici ajan

- Emülsifiye edici ayıraç, sürekli fazda çözünerek emülsiyonu stabilize eder.



Yağ-su (O/W) emülsiyonu



Su-yağ (W/O) emülsiyonu

Emülsifiye edici ayıraç

- Emülsiyon oluşumuna ve ara yüzey etkisiyle kısa süreli stabilizasyona yardımcı olur.
- Amfifilik özellik gösteren küçük moleküllü bir surfaktandır.
 - Polar ve polar olmayan kısımları, emülsiyonun iki fazı tarafından çekilir.
- Dağılan faz küreciklerinin yüzeyinde toplanır.
 - Sonuçta, kürecikler birbirine dokunmazlar ve birleşmezler.

Emülsifiye edici ayıraç

- Emülsifiye edici ayıraç örnekleri;
 - Monogliseritler, polisorbatlar, sükroz esterleri, lesitin
- Yumurta sarısı emülsifiye ajanları içeren bir gıda olarak bilinir.
 - Yumurtadaki esas emülsifiye edici ajan lesitindir.



Emülsifiye edici ayıraç

- Emülsifiye edici ayıracın miktarı emülsiyonun stabilizasyonunda önemli bir etkiye sahiptir.
- Her bir dropletin etrafında tam bir monomoleküler katman oluşturacak miktar yeterlidir.
- Gerekli miktardan fazla emülsifiye edici ayıraç kullanılmasının bir yararı yoktur.

Emülsifiye edici ayıraç-Proteinler

- Proteinler, yüzey aktif bileşiklerdir ve düşük molekül ağırlıklı emülgatörlerle kıyaslanabilir özelliktedirler.
- Sıvılarda ara yüzey geriliminin azaltılmasına neden olurlar.
- Proteinler sudaki yağ fazını emülsifiye ederek emülsiyonu stabilize ederler.

Emülsifiye edici ayıraç

- Düşük molekül ağırlıklı (DMA) emülgatörlerden gıdalarda en yaygın kullanılanları;
 - Mono- ve di-gliseritler, polisorbitatlar, sorbitan monostearat, polioksietilen sorbitan monostearat ve sükroz esterleri
- DMA emülgatörler, ara yüzey gerilimini yüksek molekül ağırlıklı olanlardan daha etkili oranda düşürürler.

Emülsifiye edici ayıraç

- Ancak, DMA emülgatörlerin oluşturduğu emülsiyonların stabilitesi daha düşüktür.
 - Bunun nedeni, proteinle kaplanan yağ dropletleri arasında, proteinler tarafından oluşturulan sterik repulsiyonun (itme gücü) agregasyona karşı çok etkili olmasıdır.
 - Ayrıca, proteinlerin molekül ağırlıkları daha yüksek olduğu için, adsorpsiyon ve desorpsiyonları DMA emülgatörlerinkinden daha yavaştır.

Emülsifiye edici ayıraç için hidrofilik-lipofilik denge (HLB)

- Emülgatörler, hem hidrofilik hem de lipofilik gruplar içerirler ve emülgatör daha çok sürekli fazda çözünür.
- Oluşturulan emülsiyon tipi (yağ-su ya da su-yağ) emülgatörün bağlı hidrofilik-lipofilik özellikleri kullanılarak belirlenir.
- Yani her emülgatör, kendi hidrofilik-lipofilik dengesini (hydrophilic-lipophilic balance-HLB) gösteren bir sayısal değer ile ifade edilir.
- HLB değeri, emülgatörlerin yağ ve su fazları tarafından bağlı ıslatma ölçütü olarak düşünülür.

Emülsifiye edici ayıraç için hidrofilik-lipofilik denge (HLB)

- Homolog seriler için HLB değerleri, artan zincir uzunluğu ile doğrusal olarak azalır.
- Belli bir emülgatör için HLB değerinin hesaplandığı eşitlik;

$$n_{HL} = 7 + \sum n_H(i) - \sum n_L(j)$$

$n_H(i)$: hidrofilik grup sayısı

$n_L(j)$: lipofilik grup sayısı

- Büyük n_{HL} değerlerinde emülgatör hidrofilik \rightarrow yağ-su emülsiyonları için
- Küçük n_{HL} değerlerinde emülgatör lipofilik \rightarrow su-yağ emülsiyonları için

Stabilizörler

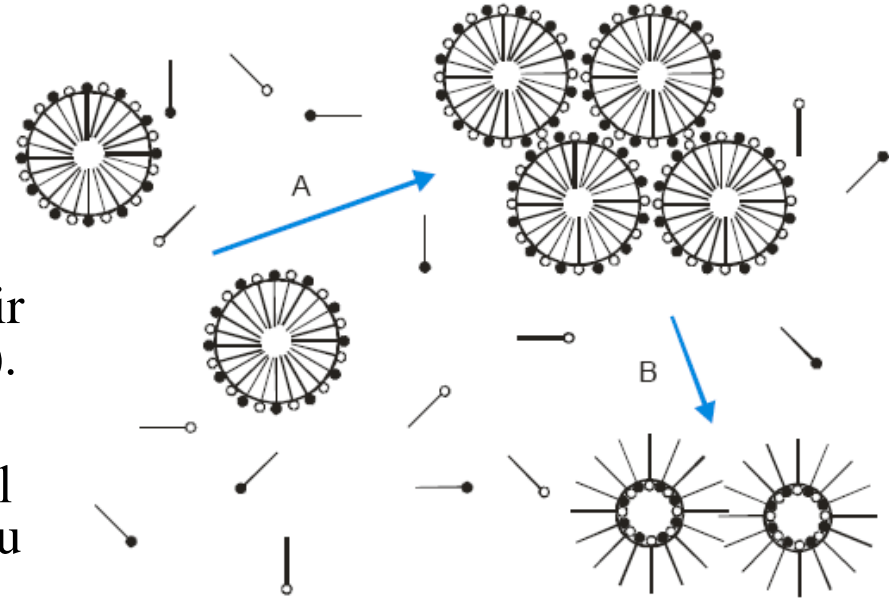
- Stabilizörler, genellikle protein ya da polisakkarit yapısındadırlar.
- Adsorpsiyon mekanizmasıyla uzun süreli bir emülsiyon stabilitesi sağlarlar.
- Gıda polisakkaritleri emülsiyonda esas olarak sıvı fazda jel oluşumunu ya da viskoziteyi modifiye ederek etki gösterirler.
- Proteinler, hem emülsifiye edici ayıraç hem de stabilizör olarak görev yaparlar.
 - yağ-su ara yüzeyinde adsorbe olarak yağ dropletleri etrafında stabil bir katman oluştururlar.

Emülsiyon stabilitesi

- Bir emülsiyonun en önemli fiziksel özelliği emülsiyon stabilitesidir.
- Emülsiyon stabilitesini artıran faktörler;
 1. Düşük ara yüzey gerilimi
 2. Sterik stabilizasyon- mekanik olarak güçlü ara yüzey filmi (proteinler, sürfaktanlar, karışık emülsifiye edici ayıraçlar).
 3. Dağılan fazın düşük hacim oranı
 4. Dağılan fazın dar boyut dağılımı
 5. Yüksek viskozite (krema oluşumunu, koalesensi geciktirir)

Emülsiyon dönüşümü (inversiyon)

- Konsantrasyon arttıkça (A) dropletler birbirine yaklaşır ve emülsiyon tersine döner.
- Sütün tereyağına işlenmesi tipik bir örnektir.
- Süt oldukça seyreltik ve stabil olmayan bir yağ-su emülsiyonudur (yaklaşık %4 yağ).
- Krema oluşurken, ~%36 yağ içeren stabil olmayan konsantre bir yağ-su emülsiyonu oluşur.
- Hafif çalkalanınca (mekanik etki), özellikle soğutulunca (13-14°C) (sıcaklık etkisi), emülsiyon su-yağ emülsiyonuna dönüşür (~%85 yağ).



Emülsiyon stabilliğinin bozulması

- Crema oluşumu: yoğunluğu az olan tabaka üstte toplanır.
- İnversiyon: internal faz, eksternal faz halini alır.
- Flokulasyon: dropletler birbirine yapışır.
- Koalesens (birleşme): Dropletler daha büyük dropletler oluşturmak için birleşirler.

Bir emülsiyonun fiziksel özellikleri

- **İnternal ve eksternal fazın belirlenmesi** (W/O ya da O/W)
- **Droplet boyutu ve boyut dağılımı**- genellikle 1 μ 'dan büyük
- **Dağılan fazın konsantrasyonu**- genellikle çok yüksek
- **Reoloji**- viskoz, elastik ve viskoelastik özelliklerin karmaşık bir kombinasyonu
- **Elektrik özellikleri**- yapının karakterize edilmesinde yararlanılır.