

# Emulgatörler

- **Gıdada yağ ve su gibi birbirleri ile karışmayan iki veya daha fazla fazın karışmasını sağlamak amacıyla ilave edilen maddelere emülgatör denir.**
- **Gıdaların uzayan raf ömürlerine bağlı olarak meydana gelebilecek fiziki kusurlarını önleyen viskozite, yapı ve duyusal özellikleri olumlu etkileyen maddelerdir.**

- **Gıda emülgatörleri hayvansal veya bitkisel orijinli yenilebilir yağ asitlerinin veya gliserol, propilen glikol, sorbitol, sukroz gibi polivalan alkollerin, esterlerinden oluşmaktadır.**

- **Gıda emülgatörlerinin fonksiyonları üç temel grupta toplanmaktadır.**

**1- Emülsiyon oluşumunu kolaylaştırmak amacıyla yağ-su ara yüzeyindeki yüzey geriliminin azaltılması ve emülsiyonu stabilize eden ara yüzeyde yağ-su emülgatör arasındaki faz dengesinin oluşturulması,**

**2- Gıdalarda dokuyu ve reolojik özellikleri modifiye eden nişasta ve protein bileşenleri ile interaksiyon oluşturulması,**

**3- Katı, sıvı ve yağların kristalizasyonunun modifikasyonu**

- **Emülsiyonlar;**

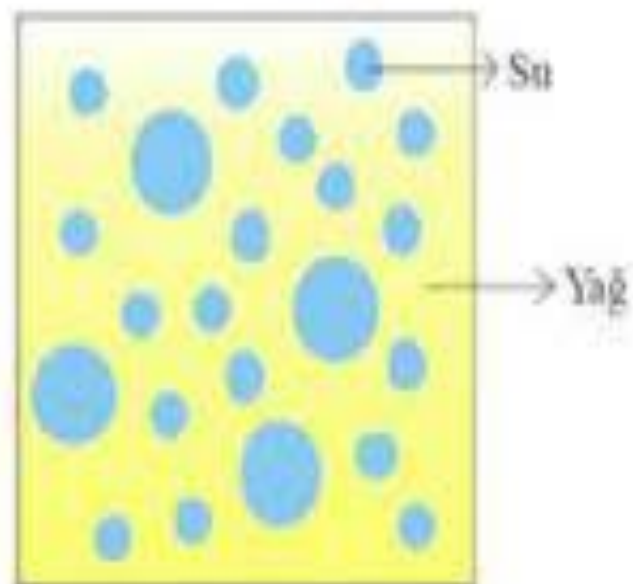
**Emülsiyon, birbiriyile karışmayan iki ayrı fazdan birisinin diğeri içerisinde küçük damlacıklar halinde dağılması ile oluşan bir karışım olarak tanımlanmaktadır.**

**Emülsiyonlar genellikle yağ ve su gibi iki sıvı faz içermekte olup; dağılmış damlacıklar dispers veya iç fazı, bu damlacıkları saran diğer sıvı ise sürekli veya dış fazı oluşturmaktadır.**

**Su içerisinde yağ(Y/S) tipindeki emülsiyonlar,**

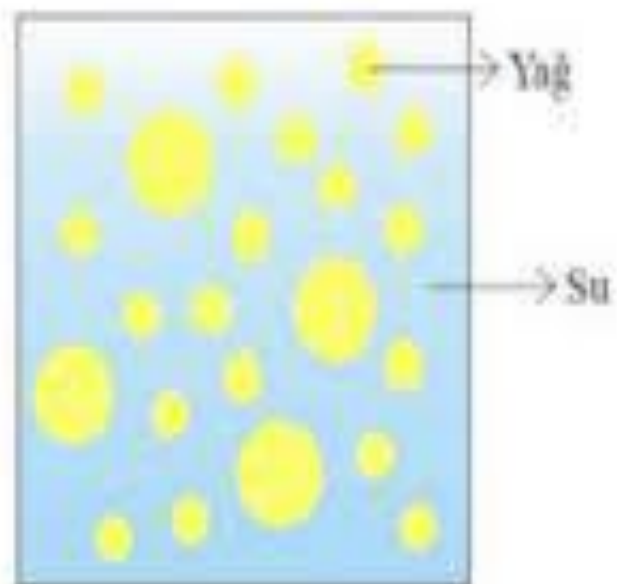
**Yağ içerisinde su(S/Y) tipindeki emülsiyonlar,**

**Su içerisinde hava(H/S) tipindeki emülsiyonlar şeklinde olabilir.**



S/Y

Tereyağ



Y/S

Süt

# **Emülsiyonların karakteristikleri;**

- **Emülsiyonların görünüşü, partikül büyüklüğüne ve iki fazın kırılma indisleri arasındaki farka bağlı olmaktadır.**
- **Renkleri ise sütümsü- beyaz renkten saydama doğru değişebilmektedir.**



Çizelge Emülsiyonlarda partikül büyüklüğünün renge etkisi (Angelo, 1989)

Partikül Büyüklüğü	Renk
makroglobüler	iki faz' ayrılabilir
1 mikrondan büyük	sütümsü-beyaz emülsiyon
1-0.1 mikron arası	mavi-beyaz emülsiyon
0.1-0.05 mikron arası	gri, yarı saydam emülsiyon
0.05 mikrondan küçük	saydam emülsiyon

# Emülsiyon stabilitesi

- Emülsiyonların stabilitesi ile ilgili bir teoride, partiküllerin çekim ve itme kuvvetleri arasındaki denge esas alınmaktadır.
- Çekim kuvvetlerinin (van der Waals çekim kuvvetleri) emülsiyonun stabilitesini düşürme eğiliminde olmalarına karşın,
- itme kuvvetleri (elektrostatik itme) dağılmış damlacıkların ayrılımlığını koruyarak stabiliteyi sağlamaktadır.
- Diğer bir ifadeyle damlacıkların arasındaki elektriksel yük benzer yüke sahip damlacıkların itme girişimleri ile emülsiyon stabilitesini kuvvetlendirmektedir.

- Emülsiyonlar, damlacık kümelerinin kremalaşmasını veya birleşmesini önleyici hareketler ile stabilize edilmektedirler.
- Homojenize edilmemiş süttten kremanın ayrılmasına benzetilen kremalaşma, iki fazın farklı spesifik gravitede olmasıyla ortaya çıkmaktadır. (SPESİFİK GRAVİTE; bir maddenin yoğunluğunun referans maddenin yoğunluğuna oranı olarak tanımlanır.)
- Y/S tipi ( emülsiyonlarda kümeleşen damlacıklar şekil ve boyutlarını koruyarak yüzeye doğru ) yükselmektedir. Sonuçta, karıştırma ile emülsiyon tekrar eski stabilitesine gelmektedir.

- Demülsifikasyona (iki ayrı fazın oluşumu ile emülsiyonun tamamen bozulması) doğru giden ' emülsifikasyonun iki aşaması, “flokülasyon” ve “birleşme” olarak ifade edilmektedir.
- Emülsiyonların stabilitesini etkileyen diğer faktörler bakteriyel durum ve dondurma işlemidir.
- Donduma işlemi boyunca, buz kristalleri oluşmakta Y/S tipi bir emülsiyonda, yağ damlacıkları ( bu kristaller tarafından sıkıştırılarak damlacık birleşmesine neden olmaktadır. İri buz kristal yapısının oluşumunu engellemek için buz-kremde jelatin ve diğer hidrokolloidler stabilize edici olarak kullanılmaktadır.

- Birbiri ile temas halindeki iki veya daha fazla lipit damlacığı arasındaki film süt/kremada olduğu gibi yağ globul membranının parçalanması sonucu damlacıkların birleşerek tek bir damla haline dönüşmesine **koalesans** olarak tanımlanır.

## **Gıdalarda bulunan emülsiyon tipleri;**

Gıdalarda en fazla rastlanan emülsiyon su içerisinde dağılmış yağ(Y/S) şeklinde oluşan emülsiyondur ve özellikleri:

- Elektrığı iletirler
- Su ile seyreltilebilirler
- Suya benzer özellikler gösterirler
- Hızlı bir şekilde kurutulabilirler
- Yıkılarak kolayca yüzeyden uzaklaştırılabilirler.

**Yağ içerisinde dağılmış su(S/Y) tipi emülsiyon ise farklı özellikler göstermektedir. Bu tip emülsiyonların özellikleri :**

- Daha zayıf bir elektrik iletkenliğine sahiptirler**
- Çözgen veya yağlar ile seyreltilebilirler**
- Yıkanarak uzaklaştırılmaları yağ fazından dolayı zor olmaktadır.**

- Yukarıda özellikleri belirtilen bu iki tip emülsiyonu görsel olarak da ayırmak mümkün olmaktadır.
- S/Y tipi emülsiyonların daha koyu, daha yağlı ve kayıcı görünmelerine karşın,
- Y/S tipi emülsiyonlar genel olarak beyaz ve kremamsı bir görünüş sergilemektedirler.



- Ayrıca suya bir 'damla emülsiyon katıldığı zaman; Y/S tipi emülsiyon bu su içinde dağılmakta, S/Y tipi bir emülsiyon ise değişmemekte ve genellikle su yüzeyinde kalmaktadır.
- Bir S/Y veya Y/S emülsiyonunun oluşabilmesi, damlacıkları çevreleyen emülgatör katmanının stabilitesine bağlı olmaktadır.
- Su içeren bir sistemde, yağ damlacıkları etrafında suda stabil bir emülgatör sarımı oluşursa bir Y/S emülsiyonu üretilmektedir.

- Ayrıca damlacıkların birleşme oranı da emülsiyon tipini tayin etmektedir. Su damlacıkları yağ damlacıklarından daha hızlı birleşirse bir Y/S emülsiyonu veya bunun tam tersi bir durumda bir S/Y emülsiyonu oluşmaktadır.
- Gıdalarda rastlanan bir diğer emülsiyon tipi ise **hava/sıvı** emülsiyonudur. Yumurta akının köpürtülmesi ile elde edilen kremalı pastada bu tip emülsiyondan - yararlanılmaktadır.
- Havalandırılmış emülsiyonlar veya köpükler; unlu mamuller, dondurma, kabartılmış margarin ve süslemelerde bulunmaktadır. Bu ürünlerdeki emülsiyonlar hacim, bükülmezlik gibi özellikleri etkilemektedirler.

## Emülsiyonların etki mekanizması;

- Emülsiyonların hazırlanması ilk olarak iç fazın parçalanmasını içermektedir.
- Sürekli faz içerisinde dağılmış olan damlacıkların yaklaşmasını önleyerek stabil bir emülsiyon sağlayan maddelere '**emülsifiye edici ajan**' veya '**emülgatör**' denilmektedir.
- Emülgatörler, ara yüzey hareketi ile stabilizasyonu sağlayacak olan kimyasal bileşeni ortama veren maddelerdir.
- Emülgatörler ve stabilizörler genelde birlikte kullanılırlar.
- **Emülgatör**; emülsiyonu kolaylaştırıcı bir ajan,
- **stabilizör** ise emülsiyonun bozulmasını önleyici ajan olarak ifade edilmektedir.

- Emülgatörler molekülünde yapısal olarak birbirine benzemeyen iki grup (polar / apolar, hidrofobik / hidrofilik, lipofobik / lipofilik, liyofobik / liyofilik) içeren ve ampifilik moleküllere sahip yüzey-aktif maddeler (surfaktan) olarak da ifade edilmektedirler.
- Bu durum ise emülgatörlerin gerek suda gerekse yağda yeterli derecede çözünememelerine neden olmaktadır. Bu moleküller ara yüzeydeki serbest enerjiyi minimize etmek için, hidrofilik grupları (-OH ve -CO<sub>2</sub>H) sulu fazla;
- hidrofobik veya lipofilik grupları ise (genellikle hidrokarbon zincirleri) yağ fazı ile bağlanacak şekilde reaksiyona girmektedirler

- **Emülgatörlerin etkiledikleri gıda sistemleri;**
- Gıda sistemlerinin bir çoğu; su, karbonhidratlar, proteinler, katı ve sıvı yağlar içeren karmaşık çoklu faz sistemlerinden oluşmaktadır.
- Bu çok fazlı sistemler değişik işleme şekilleri ile ortaya çıkmaktadır. Ürünün tüketiciye ulaşmadan önce belirli bir dağılımı ve dikkate alınması gereken belirli bir raf ömrü söz konusu olmaktadır.
- Tek düze bir kalite ve raf ömrünün sağlanması için emülgatörler gibi katkı maddelerine gereksinim duyulmaktadır.

**Hidrofilik ve lipofilik özelliklerine sahip kimyasal yapılarından dolayı amfifilik maddeler olan emülgatörler, gıda sistemleri içerisinde aşağıdaki fonksiyonlardan birini veya birkaçını yerine getirmektedirler;**

- **Emülsiyon stabilitesini korumak, katı yağ globüllerini aglomerasyonunu kontrol etmek ve havalandırılmış sistemlerin stabilitesini sağlamak,**
- **Nişasta bileşenleriyle oluşturulan kompleks sayesinde nişasta içeren ürünlerin raf ömrünü ve dokusunu iyileştirmek,**
- **Gluten proteinleriyle yapılan interaksiyon sonucu buğday hamurlarının reolojik özelliklerini modifiye etmek,**
- **Katı yağların kristal yapısını ve polimorfizmi kontrol edecek katı yağ bazlı ürünlerin kıvam ve dokusunu düzeltmek.**

- **EMÜLGATÖRLERİN FONKSİYONLARI**

- **Ara yüzey geriliminin azaltılması;**

Emülgatör molekülleri, hidrofilik –lipofilik özelliklerinden dolayı hava-su veya yağ-su ara yüzeylerinde bağlantı sağlayabilmektedirler ve ara yüzeyde emülgatörlerin adsorpsiyonu sonucunda gerilim azalmaktadır.

- **Ara yüzey film oluşturulması;**

Termodinamik açıdan stabil bir sistem olmayan emülsiyon zamanla iki sıvı faza ayrılmaktadır. Emülsiyon stabilitesinde en önemli iki nokta , dağılmış yağ damlacıklarının birleşerek kümeleşmesine engel olmaktır.

- **Katı yağ globüllerinin aglomerasyonu;**

Çırpılabilir Emülsiyonların içerdikleri proteinler, söz konusu ürünlerin sıvı formda kalabilmeleri için gerekli olan stabiliteyi büyük bir oranda sağlamaktadır. Bu tip emülsiyonlarda emülgatörlerin fonksiyonları, çırpılmış kremaya iyi bir hacim ile köpük yapısı kazandırmak ve sinerezise karşı stabilizasyon sağlamak olarak sıralanabilmektedir.

- **Aerasyon ve köpük stabilitesinin sağlanması;**

Katı yağ içerikli havalandırılmış kek hamuru; un partiküllerinin süspansiyon halinde olduğu, yumurta proteinleri ve şekerin çözündüğü kompleks bir emülsiyon/köpük sistemi olup yumurta proteinleri kek hamurunun stabilizasyonunda önemli rol oynamaktadırlar.

- **Nişasta kompleksinin oluşturulması:**

Genel olarak makarna ve makarna türü diğer gıdalar, işlenmiş patates ürünleri veya nişasta ile ön jelatinlenmiş tatlılarda olduğu gibi nişasta içeren gıdalarda; emülgatörler dokuyu düzelmek için kullanılmaktadır.



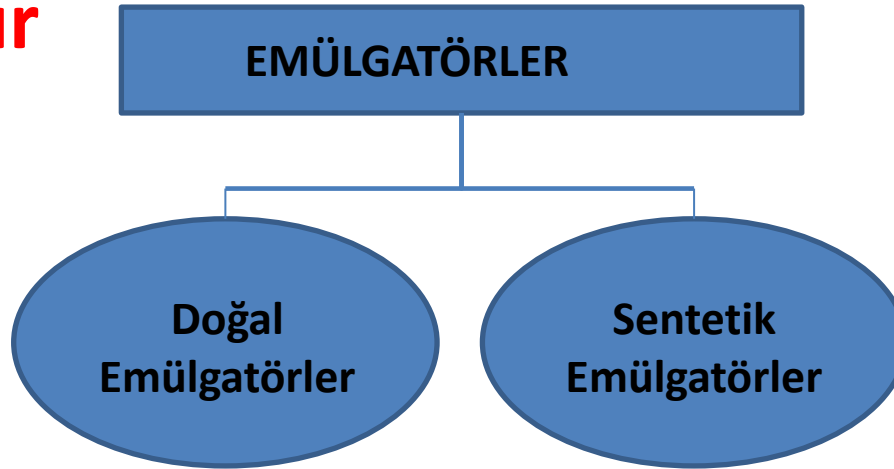
- **Protein İnteraksiyonu**

Emülgatörler Unlu mamüllerde hamur düzenleyicisi olarak isimlendirilmektedir. Böylece hamur işleme karakteristiklerinin düzeldiği, hacimin arttığı ve daha ince bir doku oluşturur.

- **Katı Yağ Kristalizasyonu**

Katı yağların polimorfizmi, çikolata kaplama ajanlarında çiçeklenme veya ayçiçek yağından yapılmış margarinlerde kumluluk gibi problemlere neden olmaktadır. Palmitik ve stearik asit kristalizasyonu modifiye etmekte yada sorbitan esterleri kristilazasyonu engellemektedir.

- **Emülgatörler genel olarak iki grupta bulunur**



**Doğal Emülgatörler ;** Lesitin

**Sentetik Emülgatörler;** Gliseridler, Monogliseridler ve türevleri, Yağ asidi Esterleridir

## • Yapısal olarak Sınıflandırma

**Çizelge** Emülgatörlerin yapısal sınıflandırılması (Angelo, 1989)

<i>Emülgatör</i>	<i>Yapısı</i>
Anyonik	Hidrofobik yağ zinciri negatif yüklü hidrofilik bir gruba bağlanmıştır  X: COO <sup>-</sup> , OSO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Katyonik	Hidrofobik yağ zinciri pozitif yüklü hidrofilik bir gruba bağlanmıştır.  X: $\begin{array}{c}   \\ -N^+ - \\   \end{array}$
İyonik olmayan	Hidrofobik zincir yüksüz bir hidrofilik zincire veya gruba bağlanmıştır.  X: $-(OCH_2CH_2)_n-OH$ veya $-(OCH_2\overset{\overset{ }{CH_3}}{CH})_n-OH$ n= 6 - 30 : COOCH <sub>2</sub> , CONHCH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH $\begin{array}{c}   \\ HOCH \\   \\ HOCH_2 \end{array}$
Amfoterik	Hidrofobik yağ zinciri hem pozitif hem de negatif yük içeren hidrofilik bir gruba bağlanmıştır.  X: $\begin{array}{c}   \\ -N^+ - CH_2 - COO^- \\   \\ : - N^+ - (CH_2)_3 - SO_3^- \\   \\ : - N^+ - O^- \\   \end{array}$

# Doğal emülgatörler

- **Lesitin:**Hayvansal ve bitkisel orijinli tüm yaşayan hücrelerde bulunmaktadır.

<i>Çizelge</i> Lesitinin fonksiyonel özellikleri (Szuhaç ve Sipos, 1989)	
Uygulama	Fonksiyonlar
Margarin	emülgatör, çamurumsuluğu önleme
Şekerlemeler ve snek tipi gıdalarda	kristalizasyon kontrolü, viskozite kontrolü, yapışmayı önleme
-Çikolata	
-Karameller	
-Kaplama maddeleri	
Hazır gıdalar	Nemlendirici ve disperse edici ajan, emülgatör
-Kakao tozları	
Hazır içecekler	
-Protein içecekleri	
-Diyet içecekler	
-Kahve beyazlatıcıları	
-Kek karışımları	
-Pudingler	
-Hazır pasta süslemeleri	
Unlu mamuller	kristalizasyon kontrolü, emülgatör, nemlendirici ve disperse edici ajan, serbestleştirme ajanı (iç ve dış)
-Ekmekler	
-Kekler	
-Makarna ürünleri	
-Tartlar	
Peynir ürünleri	emülgatör,serbestleştirme ajanı
-Pastörize edilmiş, işlenmiş peynir	
ve taklit yapım peynir	
Et ve işlenmiş kümes hayvanları	esmerleştirici ajan, fosfat disperse edici ajan
-Et ve kümes hayvanları	

- **Gliseridler**
- **Monogliserid türevleri**
- **Gliserol dışındaki alkollerin yağ asidi esterleri:**

\*Propilen glikol esterleri

\*Sterol laktatlar

\*Sorbitan esterleri ve polisorbatlar

\*Poligliserol esterleri

\*Sukroz esterleri

**Yağ, et endüstrisi ve pastacılık( soslar, dondurmalar, kekler vs) sektöründe kullanılırlar.**

- **EMÜLGATÖRLERİN GIDALARDA KULLANIM ALANLARI**
- **Hububat ürünleri;**Ekmek ve pastacılıkta.
- **Et ürünleri;** İşlenmiş et ürünlerinde
- **Süt ürünleri;** Dondurulmuş sütlü tatlılar, dondurma
- Karameller
- Koruyucu kaplamalar
- Standardize edilmiş salata sosları

- **Diğerleri**

Emülsiyonlar; içecekler, şekerlemeler, kekler gibi birçok gıdada önemli bir rol oynamaktadır. Lesitin de bu rol içerisinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Örneğin çikolatalarda; çikolatanın kalitesini ve özelliklerini iyileştirmek, viskoziteyi stabilize etmek ve raf ömrünü uzatmak için lesitin kullanılmaktadır.

Lesitin, bisküvi ve krakerler gibi yağ ve şekerce zengin hamurlarda yapışkanlığı önlemede, sakızlarda sakız mayasının işlenmesi sırasında plastikleştirici bir etki oluşturmada ve yumuşaklığı sağlamada yardımcı olmaktadır.

Ayrıca lesitin bu ürünlerde aromanın da uzun süre tutulmasını sağlamaktadır. Kabartılmış pasta süslemelerinde iyi bir hacim doku ve stabilite oluşturulmasında lesitin yardımcı olmaktadır.

Lesitin, cevizli çöreklerde ve diğer Karışımlarda kullanıldığı zaman sulu hamurun tutulmasını-ve taşınmasını kolaylaştırmaktadır.

**Ekmek ve diğer mayalı hamurlar daha düzgün bir şekilde işlenebilmektedir.**

**Lesitin içeren hamurlar yapışkanlık kazanmadan maksimum absorpsiyona ulaşabilmekte ve daha elastik yapıda olmaktadır.**

**Lesitin ilavesi ile ekmek ve kek tavalalarının, şekerleme kalıplarının ve diğer ekipmanların yağlanma işlemi de kolaylaştırılmakta ve böylece yağlama maliyeti, yağın yapışkanlığı ve ürünün dağılımı düzenlenmektedir.**

**Kakao türü hazır; içecekler; soğuk su veya soğuk süt ile karıştırıldığı zaman, eğer lesitin kullanılmış ise ıslanabilirlik düzeyi yükselmektedir.**

**Lesitin diyetetik gıda formülasyonlarında da kullanılmakta ve ayrıca yağ ve yağda çözünen vitaminleri korumakta ve**

**bu vitaminlerin maksimum absorpsiyonlarını sağlamaktadır. Mono- ve digliseridlerin hazır kek karışımlarında ve ambalajlanmış her tür hazır gıdalarda, kahve beyazlatıcılarında, dondurulmuş tatlılarda geniş ve önemli kullanım alanları bulunmaktadır.**