

# Yüzey Aktif Maddeler ve Gıda Teknolojisinde Kullanılmaları

Yard. Doç. Dr. Zeki ERTUGAY

Atatürk Üni. Ziraat Fak. Tarım Ürün. Teknolojisi Bölümü — ERZURUM

## 1 — GİRİŞ

Gıda işleme ve hazırlama teknolojisinde özellikle son çeyrek asırda hızlı bir ilerleme sağlanmıştır. Bugün gıda işleme teknolojinin yanında depolama, nakliye, muhafaza ve pazarlama tekniklerinin ilerlemesi çeşitli tip ve standartta gıdaların üretimini mümkün kılmış ve böylece dünyanın mevsimlik gıdaları bugün bütün yıla dağılabilmektedir.

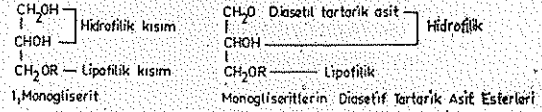
Dünya nüfusunun süratle artması, beslenme sorunlarının büyük boyutlara ulaşması, gıda kaynaklarının en ekonomik ve rasyonel bir biçimde kullanılmasını gerektirdiği gibi gıda maddeleri üretiminde de bir takım yeni yöntemlerin ve katkı maddelerinin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Gıdaların muhafaza ömrünün uzun olması fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin düzeltilerek üstün kaliteli ve stabil yapıda ürünlerin elde edilmesi amacıyla yüzey aktif maddeler gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yazımızda gıda üretiminde kullanılan surfaktantların (yüzey aktif maddeler) önemi, özellikleri ve kullanım alanları hakkında özlü bilgiler verilecektir.

## 2 — YÜZEY AKTİF MADDELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Emülsifier olarak adlandırılan yüzey aktif maddeler, içerisinde düşük konsantrasyonlarda buldukları sıvıların yüzey davranışını değiştiren, yüzey aktiviteye sahip maddelerdir. Bu maddelerin en iyi bilinen özelliği birbiriyle karışım teşkil etmeyen, ayrı fazlar oluşturan iki sıvı arasındaki yüzey gerilimini azaltmaları ve dispers sistemlerden olan emülsiyonlarda emülsiyon kararlılığını geliştirmeleridir (5).

Bir yüzey aktif maddenin başlıca özelliği, hidrofilik ve lipofilik gruplar içermesidir. Çizim 1'de görüldüğü gibi surfaktant madde molekülündeki yağasidi zinciri, molekülün lipofilik kısmını; OH grupları, organikesitler

veya tuzları, polietilen zincirleri ise hidrofilik kısmını oluşturmaktadır.



Çizim 1. Yüzey Aktif Madde Molekülünün Yapısı

Bir yüzey aktif madde molekülünün fonksiyonerliği, büyük ölçüde bu madde molekülünün bir ucunun suya karşı ilgisinin fazla olmasından (Polar, Hidrofilik, suda çözünen) diğer ucunun ise yağlara karşı ilgisinin fazla olmasından (Nonpolar, lipofilik, yağda çözünen) kaynaklanmaktadır. Çeşitli yüzey aktif maddelerde hidrofilik ve lipofilik gruplar farklı oranlarda bulunmakta olup, ideal bir surfaktant madde molekülünde bu gruplar arasında uygun bir dengenin bulunması istenmektedir.

Bir surfaktant maddenin içerdiği hidrofilik ve lipofilik grupların miktarı ve birbirlerine oranı «Hidrofilik - Lipofilik denge» (HLB) olarak ifade edilmektedir (5). Yüzey aktif maddenin HLB değeri; o yüzey aktif maddede bulunan hidrofilik gruplarının kuvvet ve miktarının, lipofilik gruplarının kuvvet ve miktarına oranı olup 1 den 20 ye kadar değişmektedir. Bu tanıma göre; HLB sayısı düşük olan yüzey aktif maddeler (9 dan aşağı) lipofilik, yüksek olanlar ise hidrofilik özellik taşımaktadır. Pratik olarak bir surfaktantın HLB sayısı, o surfaktant madde molekülünün polar kısmının ağırlık olarak yüzdesinin 5 sayısına bölünmesiyle elde edilir. Örneğin; lesitin molekülünde hidrofilik kısımlar molekülün ağırlık olarak % 45 ini teşkil ediyorsa, bu maddenin HLB sayısı  $45/5 = 9$  dur. Yüzey aktif maddelerin sahip oldukları HLB değerine göre suda ve yağda çözünürlük durumları değiştiğinden HLB sayısı yüzey aktif maddenin kullanım alanını tayin etmektedir.

## 3. YÜZEY AKTİF MADDELERİNİN SINIFLANDIRILMALARI

Yüzey aktif maddeleri yapılarına ve iyonik ve noniyonik bileşiklere karşı olan aktivi-

telerine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır (8).

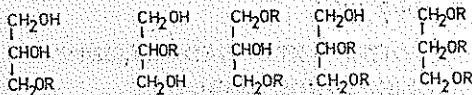
- A) Doğal Olarak Mevcut Olan Yüzey Aktif Maddeler
- 1) İyonik olanlar
    - a) Safra tuzları
    - b) Fosfolipitler
  - 2) Noniyonik olanlar
    - a) Kolesterol
    - b) Saponin
- B) Yapay olarak elde edilen yüzey aktif maddeler
- 1) İyonik olanlar
    - a) Sabunlar
    - b) Diacetyl Sodyum Sülfosüksinat
  - 2) Noniyonik olanlar
    - a) Propilen glikol monoesterleri
    - b) Gliserol monoesterleri
    - c) Sarbitan esterleri
    - d) Sakkaroz esterleri
    - e) Poligliserol esterleri
    - f) Polioksietilen esterleri
    - g) Polioksietilen sorbitan esterleri
    - h) Karışık esterler (laktat, tartarat, süksinat, oleat v.s.)

İyonik tipteki emülsifer maddeler; organik bir lipofilik ve hidrofilik gruptan ibaret olup, aktif iyon grubunun tabiatına bağlı olarak aniyonik veya katyonik tipler diye 2'ye ayrılırlar. Noniyonik yüzey aktif maddeleri toksik etkiye sahip olmadıklarından dolayı gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

#### 4. GIDA TEKNOLOJİSİNDE ÖNEMLİ YÜZEY AKTİF MADDELER VE KİMYASAL YAPILARI

##### Mono ve Digliseridler

Gıda endüstrisinde, özellikle fırın ürünlerinde en geniş çapta kullanılan surfaktantlar, çeşitli tipteki mono ve digliseritlerdir. Mono ve Digliseritler yağ asidi kökünün bağlanma noktasına bağlı olarak 2 izomere sahiptir (Çizim 2).



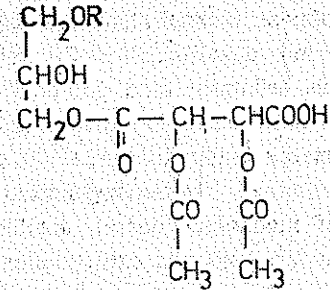
1, Monogliserit 2, Monogliserit 3, Digliserit 4, Digliserit 5, Trigliserit

Çizim 2: Gliserit izomerlerinin yapısal konfigürasyonları.

Genel olarak, hidrolize uğramamış tabii katı yağlarda mono ve digliseritler yok olarak kabul edilmesine rağmen, hidrojen bitkisel shorteninglede, margarin, tereyağı, rafine pamuk çığı ve soya yağında % 0.3 - 0.9 nisbetinde bulunabilmektedirler. Ticari olarak mono ve digliseritler; yağ asitlerinin direk olarak esterleştirilmesi, katı yağların alkali bir katalizör varlığında gliserolize edilmesi veya interesterifikasyon yöntemi ile elde edilmektedir (6).

##### Mono ve Digliseritlerin Diasetil Tartarikasit Esterleri

Monogliseritlerdeki hidroksil gruplarının uygun molekül ağırlığındaki suda çözünen bir asitle esterleştirilmesiyle elde edilirler. Diasetil tartarikasit gibi bir asitle monogliseritlerin esterleştirilmesiyle yüzey aktif maddenin hidrofilik özelliği artırılır (Çizim 3).

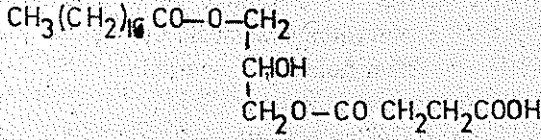


Çizim 3 Mono ve digliseritlerin diasetil tartarik asit esterleri

Hidrofilik ve lipofilik yönelimleri hemen hemen eşit olan bu tip yüzey aktif maddeler daha ziyade ekmekçilik alanında kullanılmakta olup, yayılma, ıslatma ve nüfuz etme özelliklerinin uygunluğu sayesinde hamurda shortenigin ince ve uniform bir şekilde dağılmasını sağlar. Bunlara ilaveten gluten ve nişastanın dahili olarak yağlanması sonucu, ince, düzgün homojen bir hamur elde edilmesine yardımcı olur.

##### Succinylated Monogliseritler

Gliserin monostearate ve süksinik asitten ibaret olup emülsiyon teşkil edici özelliğinin yüksek olmasından dolayı gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.



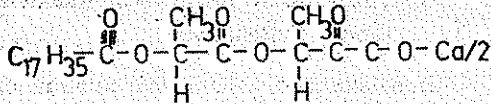
Çizim 4 Succinylated monogliseritler

**Sorbitan Esterleri**

Gliserinden başka diğer polihidrik alkol-lerde yağ asitleriyle esterleşerek yüksek hidrofilik özelliklere sahip surfaktanslar oluşturmaktadırlar. Sorbitan esterleri; sorbitol ve uzun zincirli yağasitlerinin interaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Bu tip esterlerden en başta geleni sorbitanmonostearat; serbest OH gruplarının fazlalığına bağlı olarak Monogliseritlerden daha yüksek hidrofilik özelliklere sahiptir. Sorbitanmonostearatin hidrofilik özelliği daha da artırılmak istenirse ürün etilen oksitle reaksiyona sokularak polioksietilen (20) Sorbitanmonostearate (Polyserbate 60) elde edilir. Sorbitan esterlerde, yağasidi komponenti, polietilen zincir uzunluğu veya her ikisi değiştirilerek çok fazla sayıda sorbitan esteri elde edilmektedir. Noniyonik bir emülsifer olan polysorbate 60 gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (5, 1, 6).

**Acyl laktatlar**

Bu tip yüzey aktif maddelerden en önemlileri olan, sodyum ve kalsiyum stearoyl-2-laktatlar Stearik asit ve laktikasitin bir reaksiyon ürünü olarak elde edilirler (Çizim 5)



Çizim 5 Kalsiyum stearoyl-2-laktilate

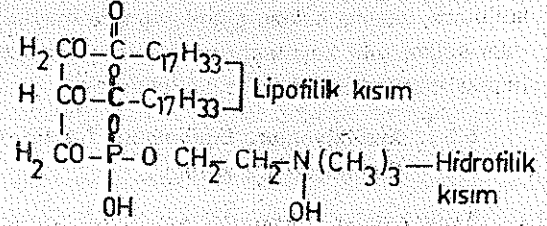
Bunlar, higroskopik özellikleri yok denecek kadar az, yağda su tipi emülsiyonlarda emülsiyon teşkil edici lipofilik karakterde surfaktantlardır.

Özellikle fırın ürünlerinde bu tip surfaktantların kullanılmasıyla (SSL ve CSL) kullanım düzeyine bağlı olarak kalite artmış ve una soya gibi besin değerini artırıcı katkıların ilavesi mümkün hale gelmiştir (7).

**Lesitin**

Trigliseritteki yağasitlerinden birinin yeri-

ni fosfokolin radikalinin almasıyla teşekkül eden ve bir fosfolipit olan lesitik fırın ürünleri endüstrisinde ilk ve en yaygın kullanılan bir maddedir (Çizim 6).



Çizim 6 Lesitin

Çizim 6 dan da anlaşılacağı gibi iki yağasidi radikali lesitin molekülünün lipofilik kısmını, fosfokolin radikali ise hidrofilik kısmını teşkil eder. Molekülün lipofilik kısmını oluşturan yağasitlerini değiştirmek suretiyle farklı sayıda ve özellikte lesitin elde edilebilir. Lesitin ticari olarak mısır ve soya yağından elde edilmektedir.

**5. YÜZEY AKTİF MADDELERİN ÖZELLİKLERİNE GÖRE DEĞİŞEN KULLANIM ALANLARI**

Yüzey aktif maddeler gıda endüstrisinde emülsiyon teşkil edici (emülsifier), ıslatıcı (wetting agent), süspansiyon oluşturuç (suspending agent), sulu ve susuz sistemlerde kristalizasyonu önleyici (Crystallization modifiers), blieşik teşkil edici (complexing agent) ve çözünürleştirici (solubilizers) özellikleriyle büyük öneme sahip olup, birçok gıda hazırlama tatbikatında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (8).

**5.1. Yüzey Aktif Maddelerin Dispers Sistemlerde Kullanılmaları.**

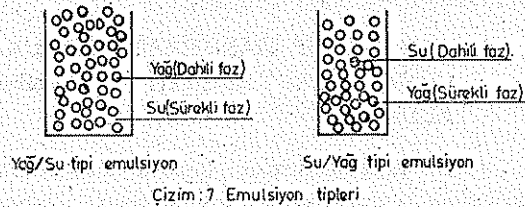
Yüzey aktif maddeler çoğunlukla bunların ortamda kolay yayılma özellikleri açısından kullanılmaktadır. Katı, sıvı ve gazların bir ortamda iyi bir şekilde yayılmaları bunların ortamdaki ara yüzey enerjilerinin bir surfaktant tarafından düşürülmesine bağlıdır.

Dispers sistemlerden olan köpük ve aerosoller bir sıvı ve gaz karışımı olduklarından surfaktantın varlığı ile önemli derecede etkilenebilirler. Sıvı bir ortamda katı partiküllerin yayılmasıyla oluşan süspansiyonlarda yüzey

aktif maddeler, süspansiyon kararlılığını artırıcı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Süspansiyonlarda disperse olmuş fazın partikül boyutları 0.1 - 100 mikron olup, bu sistemlerde yüzey aktif maddeler, sodyum karboksimetil, selüloze, akasya sakızı, alüminyum ve magnezyum silikat gibi koyulaştırıcı ve hidrofilik özellikteki maddelerle birlikte kullanılırlar.

### 5.1.1. Emülsiyonlar, Emülsiyon Tipleri ve Emülsiyon Kararlılığı

Emülsiyonlar; birbirleriyle tam olarak karıştırılmayan (su ve yağ gibi) sıvılardan ibaret iki fazlı bir sistem olup, bu sistemde fazlardan biri diğ erinin içinde sınırlı damlacıklar halinde yayılmıştır (5). Çoğu emülsiyonlar birbirleriyle karışmayan, iki ayrı faz oluşturan madde olarak su ve yağdan ibaret olup, emülsiyonda oluşan fazların kompozisyonuna bağlı olarak 2 tip emülsiyon vardır (Çizim 7).



**Yağ/Su tipi emülsiyonlarda sürekli fazı su, dahili fazı ise yağ teşkil etmektedir.** Gıda maddelerinde en yaygın emülsiyonlar bu tiptendir (süt ve mayonez gibi). Su/Yağ tipi emülsiyonlarda ise sürekli fazı yağ, dahili fazı ise su teşkil etmektedir (Tereyağı, margarin).

Emülsiyon kararlılığı; emülsiyonu teşkil eden partiküller arasındaki elektrostatik tabiatdaki itme ve çekme kuvvetleri emülsiyon kararlılığının esasını teşkil eder. Bir emülsiyondaki partiküller iyonizasyon, absorpsiyon ve sürtünme teması sonucu yüklenirler. Partiküller arasındaki elektrostatik tabiatdaki itme kuvvetleri ayrı ayrı partikülleri (damlacıkları) muhafaza etme eğilimi gösterdiğinden emülsiyon stabilitesinin oluşmasına yardımcı olurlar; Halbuki damlacıklar arasındaki çekme kuvvetleri ise, damlacıkların bir araya gelerek agregatlar oluşturmasını sağladığından emülsiyon kararlılığını önleyicidirler. Bu durum:

$$V = VR + Va \text{ formülü ile ifade edilir.}$$

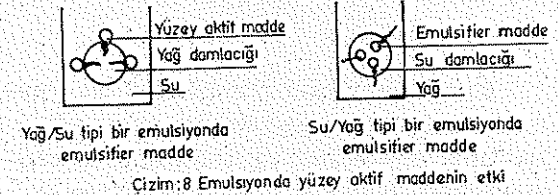
$$V = \text{Kuvvetler arasındaki etkileşimin toplam potansiyel enerjisi}$$

$$VR = \text{İtme kuvveti (+)}$$

$$Va = \text{Çekme kuvveti (-)}$$

Maksimum emülsiyon kararlılığı sağlamak için itme kuvvetinin en yüksek çekme kuvvetinin ise en düşük olması istenir (5). Emülsiyon tipindeki gıda maddelerinde emülsiyon kararlılığını muhafaza etmek maksadıyla yüzey aktif maddeler emülsiyonlarda başarılı bir şekilde kullanılmaktadırlar.

Çizim 8'de görüldüğü gibi; yağda ve su da çözünürlük derecesi bir başka ifade ile hidrofilik ve lipofilik dengesi uygun bir yüzey aktif madde bir emülsiyonda kullanıldığı zaman, emülsiyondaki yağ ve suyun ara yüzeyinde konsantre olarak makro moleküler bir tabaka oluşturur ve damlacıklar arasındaki yüzey gerilimini düşürerek emülsiyon stabilitesini artırır. Daha öncede ifade edildiği gibi, katı, sıvı ve gazların bir ortamda dengeli bir şekilde yayılması bunların ortamdaki ara yüzey enerjilerinin (yüzey gerilimlerinin) bir sürfaktant madde tarafından düşürülmesine bağlıdır.



Çizim:8 Emülsiyonda yüzey aktif maddenin etkisi

### 5.2. Yüzey Aktif Maddelerin Maddeler Olarak Kullanılması.

Gıda işlemede, ıslanma ve ıslatma özelliği çeşitli tabkikatları içermekte olup, ıslanma özelliğine göre gıda maddeleri gruplara ayrılmaktadır.

#### 5.2.1. Mumsu Yüzeyle Sahip Gıdaların Islatılması :

Elma, üzüm, lahanaya gibi mumsu bir yüzeyle sahip gıda maddelerinin yüzeyine bir damla su düştüğünde, suyun yüzeyde yayılarak bir film oluşturması yerine damlacık olduğu gibi kalacaktır. Sonuçta bu damlacık ıslatma özelliği göstermediğinden gıdanın yüzeyinde yayılmayacak ve iç kısmına nüfuz edemeyecektir. İşte, esas olarak lipofilik karakterde ancak ye-

terli derecede hidrofilitik özellik taşıyan bir yüzey aktif madde kullanıldığı zaman, gıda maddesinin mumsu yüzeyi iyi bir şekilde ıslanacaktır. Bu bakımdan yüzey aktif maddeler bu tip gıda maddelerinin işlenmelerinde ve yıkanmalarında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

**5.2.2. Toz Halinde Gıdaların İslatılması :** Toz yapıdaki gıda maddelerinde, özellikle hızlı ıslatma sırasında, sıvıyla ani olarak temasa gelen toz kümelerinin dış kısmı sıvı tarafından kaplanmakta ve toz kümelerinin iç kısmında ıslanmış kısımlar ile hapsedilmiş hava kalmaktadır. Bu nedenle, kahve, kakao, süttozu gibi toz yapıdaki gıda maddelerinin iyi bir şekilde ıslatılması ve sıvı içerisinde dağılması bunların partikül iriliklerinin küçültülmesi, ortama şeker gibi çok iyi çözünen bir başka maddenin ilavesiyle sağlanabildiği gibi, esas olarak uygun bir surfaktant ilavesiyle de mümkün kılınmaktadır.

**5.3. Yüzey Aktif Maddelerin Koyulaştırıcı (viskoziteyi değiştirici olarak kullanılması) :** Bir takım sıvı gıdalar herne kadar sentetik polimerler ve sakızlar kullanılarak ekonomik olarak koyulaştırılırsa da, gıdalarda yüksek nisbette bir viskozite artışı, uygun bir emülsiyon tekniğiyle elde edilebilir özellikle Su/Yağ tipi emülsiyonlarda (mayonez, sosis v.s.) yapısal viskozite artışı noniyonik karakterde stearate tipi emülsifier maddelerin kullanılmasıyla sağlanabilir.

**5.4. Yüzey Aktif Maddelerin Yağlayıcı Olarak Kullanılmaları;** Gıda maddelerinin üretiminde bazen ürüne kayıcı ve yağlayıcı özellikler kazandırılmak istenmektedir, karamel, yerfıstığı gibi ürünlere ilave edilen surfaktantlar bu ürünlerin yeme sırasında gösterdikleri yapışkanlığı azaltmaktadır. Diğer yandan işleme ekipmanlarını yağlamada kullanılan madensel yağlara katılan yüzey aktif maddeler bu maddelerin yağlayıcı özelliklerini artırmaktadır.

**5.5. Yüzey Aktif Maddelerin Bileşik Teşkil Edici Olarak Kullanılmaları;** Surfaktantların bileşik teşkil etme özellikleri nişastalı gıda maddelerinde kalite artışı sağlamaktadır. Zira surfaktantların nişasta ile kompleks oluşturması sonucu, nişasta hamurunun viskozite-

sinde meydana gelen değişikliğe bağlı olarak örneğin, ekmekçilikte, yumuşak, geç bayatlayan ekmek özellikleri oluşmaktadır.

## 6. YÜZEY AKTİF MADDELERİN FIRIN ÜRÜNLERİNDE KULLANILMALARI ve FONKSİYONLARI

Yüzey aktif maddelerin en önemli kullanım alanlarından biri fırın ürünleri teknolojsi, özellikle ekmekçiliktir. Yüzey aktif maddelerin hamur ve ekmek üzerindeki esas etkileri, shorteninglerin hamurda daha uniform bir şekilde dağılmasını sağlamasından, yağla suyun emülsiyon teşkil etme gücünü artırmasından ve buna bağlı olarak emülsiyon teşkil etmiş olan suyun hamurda ve ekmekte daha mükemmel tutulmasından kaynaklanmakta ve neticede hamur daha uygun bir işlenebilirlik kazanmakta, ekmek içi yumuşaklığı, kabuk gevrekliği ve ekmek hacmi artmakta, ekmekte arzu edilen gözenek yapısı teşekkül etmekte ve bayatlama geciktirilmektedir. Ekmek içi sertliğinin artması kabuğun gevrekliğini kaybederek kayış gibi bir hal alması ve aroma kaybı şeklinde tanımlanan bayatlama olayı, nişastanın fiziksel yapısındaki değişmeye bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Ekmek hamuruna uygun surfaktantların (Mono ve digliseridler) ilavesi halinde, ekmeğin bayatlamasının baş sorumlusu olarak kabul edilen nişastanın retrogradasyonu önlenmekte böylece bayatlama hadisesi geciktirilmektedir. Surfaktantların katkı düzeyi un ağırlığına göre % 0.25 - 0.5 arasında değişmektedir. (6, 2). Kek, pasta ve hazır lokmalara ilave edilen surfaktantlar, hamurda protein tabakaları arasında yağın iyi bir şekilde disperise olmasını, hava kabarcıklarının uniform olarak çoğalmasını ve muhafazasını sağlamakta neticede ürün kalitesini artırmaktadırlar.

Öte yandan, HLB değerleri ürün tipine göre seçilen birçok yüzey aktif madde, şekerlemelerin, nişasta jellerinin, karamellerin CO<sub>2</sub>'li içeceklerin, kahve, kakao ve çay tipindeki içeceklerin, dondurma, buzlu süt, aromalı süt içecekleri gibi süt mamüllerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (3, 4).

## KAYNAKLAR

1. P.H. George, P.H. 1984. Chemistry of Food Additive'se Direct and Indirect effects. Journal of Chemical Education. Volume 61 (4); 332.
2. Knightly, W.H. 1981. Shortening Systems, Fats, Oils and Surface Active Agents. Cereal Chem. 58 (3): 171-174.
3. Marnet, L.F. 1977. Use of Emulsifiers in Breadmaking in the American Baking Industry. Getreide Mehl und Brot, 3 (9): 244-247.
4. Petrowski, E.G. 1975. Food Grade Emulsifier's. Food Technology 29 (7): 52-61.
5. Petrowski, E.G. 1976. Emulsiyon Stability and relation to foods. Advances in Food Research, 22: 309-359.
6. Pyler, E.J. 1979. Baking Science and Technology. Siebel Publishing Co., Chigago, USA.
7. Uluöz, M. ve Saygın, E. 1974. Soya unu katılmış Buğday Ununun Ekmekçilik Değerine Sodium Stearoyl-2 lactilate'in etkisi üzerine araştırmalar. Ege Ün. Zir. Fak. Yay. No: 255 İzmir.
8. William G.G. and Mathew J.L. 1972. Surface Active Agents, Handbook of Food Additive's Chop, 9: 397-422. CRC. Press, Cleveland, USA.