

# **KGP 231 SÜT TEKNOLOJİSİ**

---

# SÜTÜN BİLEŞENLERİ

---

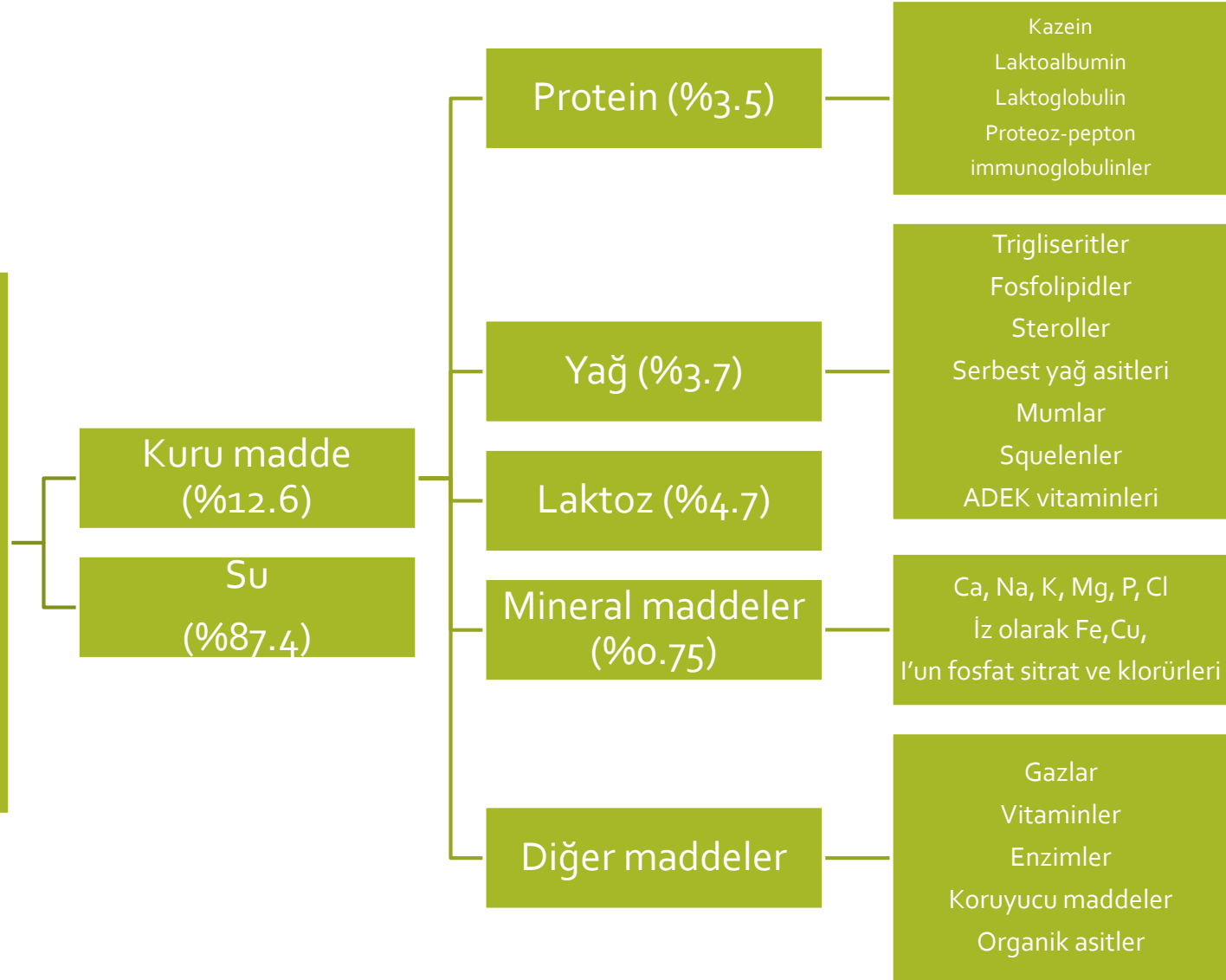
# SÜT

Süt polidispers bir gıdadır.

- Süt yağı emülsiyon,
- Protein kolloidal dispersiyon,
- laktoz/mineral maddeler gerçek çözelti halinde bulunur.

Sütün bileşiminde miktarı fazla olanlar, sütün ana bileşenleri, eser miktarda olanlar sütün minör bileşenleri olarak adlandırılır.

# İnek sütü

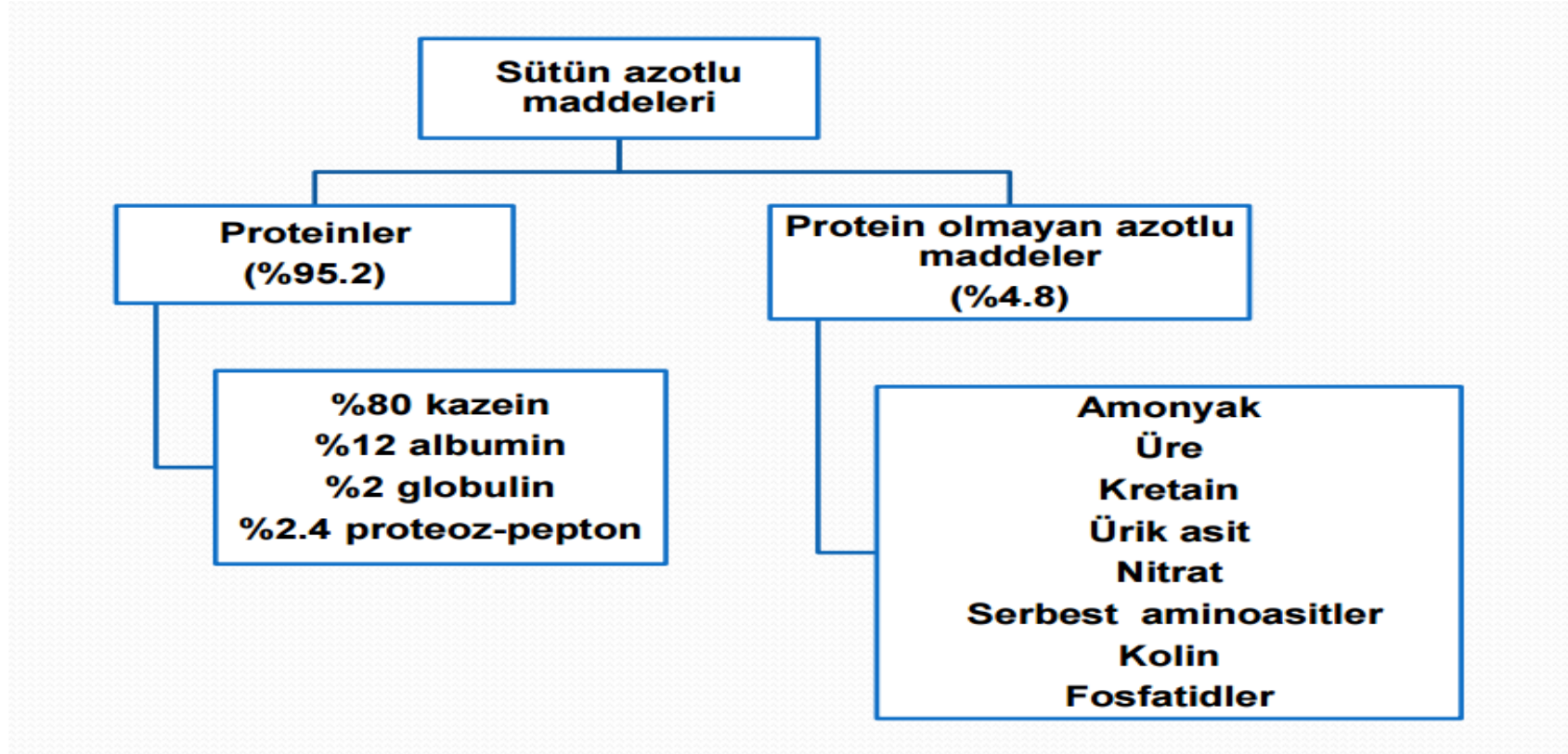


# 1. Su

- Su, sütlerde % 50 ile % 87 oranında bulunur. Bu miktar her hayvan türü ve ırkında değiştiği gibi, laktasyon döneminin çeşitli aşamalarında ve hayvanın yediği yemlere göre de değişiklik göstermektedir.

## 2. Süt Proteinleri

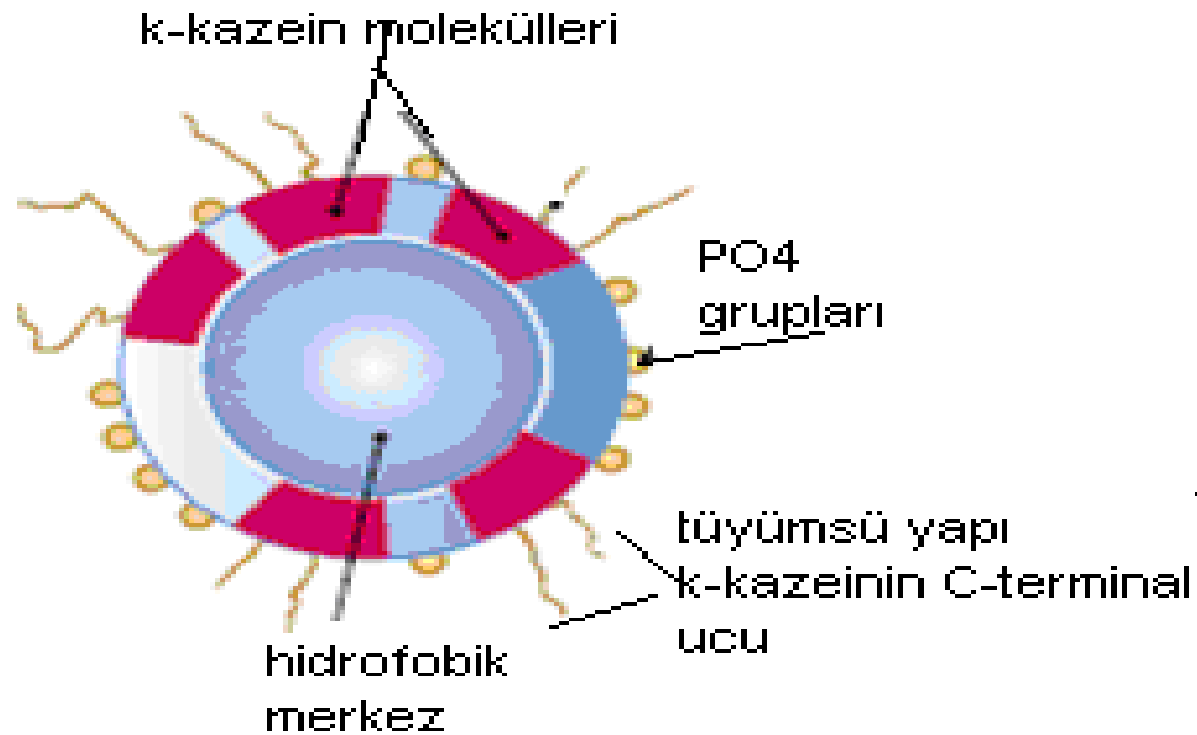
- Süt proteinleri sütün temel bileşenidir. Süt proteinleri dışarıdan vücuda alınması zorunlu olan tüm aminoasitlerin (elzem/ esansiyel aminoasitlerin) hepsini içerdiği için tam değerli protein olarak görülmektedir. Sütte esas olarak **kazein** ve **serum proteinleri** olarak 2 çeşit protein bulunmaktadır.
- İnek sütünün protein içeriği %2.8 - 3.7 arasında değişir ve süt kurumaddesinin ise %25'i proteindir.
- Bunlardan kazein % 80'lik oranla süt proteinlerinin en büyük kısmını oluşturmaktadır. Geri kalan % 20'lik kısım albumin ve globulinlerin oluşturduğu serum proteinleridir.



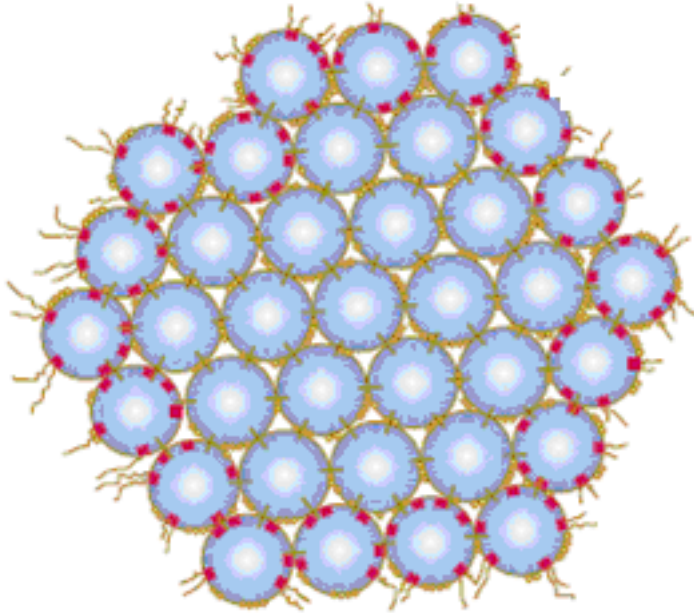
- **Kazein:** Doğada sadece sütte bulunur ve süt proteinlerinin %80' ini oluşturur. Sütün esas proteini olarak bilinir.
- Sütte misel adı verilen parçacıklar halinde bulunur. Her bir kazein miselinde kalsiyum, magnezyum, fosfat, sitrat, potasyum gibi maddeler de bulunur. Kazeinin bu maddelerle oluşturduğu komplekse; kalsiyum-kazeinat-fosfat veya kalsiyum fosfo-kazeinat adı verilir.
- Kazein miselleri 10-15 nm çapında alt/submisellerden oluşur. Alt miseller kazein misellerinin yapıtaşlarıdır. Birbirlerine yakın alt miseller arasındaki iyonik bağlar kalsiyum köprüleri ile oluşturulur. Alt misellerin çekirdek kısmında  $\alpha$ 1-kazein (%43) ve  $\beta$ -kazein (%27), yüzey kısmında çoğunlukla k-kazein (%10) bulunur.



# Kazein Alt/Sub miseli



# Alt misellerden oluşmuş kazein miseli



-  alt misel
-  tüyümsü yapı
-  kalsiyum fosfat
-  k-kazein
-  PO4 grupları

- **Süt teknolojisinde uygulanan kazeinin pıhtılaşma yolları 2 çeşittir.**

1. **Kazeinin asitle pıhtılaşması:** Kazein miselleri ısıya dayanıklıdır. pH değişimlerinden kolayca etkilenir. Kazein izoelektrik noktasında (pH 4.6-4.7) çöker. Sütte asitlik gelişince kalsiyum ve fosfor çözünerek misellerden ayrılır. Kazein kompleks koloidal durumunu koruyamaz ve çözelti jel haline geçer. Bu duruma asit etkisiyle sütün pıhtılaşması denir. Yoğurt ve diğer fermente süt ürünlerinin üretiminde bu olaydan faydalanılır.
2. **Kazeinin proteolitik enzimle pıhtılaşması:** Bitkisel, hayvansal ve mikrobiyolojik kaynaklardan sağlanan enzimlerde kazeinin koloidal yapısını bozarak pıhtılaşmasına neden olur. Özellikle rennin enzimi (hayvansal proteaz) peynir teknolojisinde kullanılır.

- **Serum proteinleri (Peynir altı suyu proteinleri):** çözelti içinde pıhtılaştırılmayan kazein dışında kalan kısmına denir. Serum proteinleri genel olarak 3 gruba ayrılır. Bunlar:

1. Albümin (%15)

- $\alpha$ -laktoalbümin

2. Globülin (%2)

- $\beta$ -laktoglobülin

3. İmmüoglobülinler (%3)

- proteoz-pepton

- Yağsız sütte kazein uzaklaştırıldığında kalan süt serumu içerisinde yaklaşık % 0.7 oranında protein bulunur. Bunlara serum proteinleri veya peynir üretimi sırasında peyniraltı suyunda kaldıkları için peyniraltı suyu proteinleri adı verilir. Süt proteinlerinin yaklaşık %20'sini oluşturur.
- **Serum proteinleri kazeine oranla daha fazla esansiyel aminoasit içerirler. Bu nedenle serum proteinleri beslenme fizyolojisi açısından oldukça önemlidir. (lor)**

Proteoz-pepton hariç diğer serum proteinleri 60°C'nin üzerindeki sıcaklıklara hassastır. Her bir serum proteinin sıcaklığa karşı duyarlılıkları oldukça farklıdır.

- İmmünoglobülinler; 74°C/15 sn.
- Albüminler; 85-100°C/5 dk.
- Proteoz-peptonlar; 95-100°C/ 30 dk. denature olurlar.

- **Serum proteinleri denatürasyonunun süt teknolojisi açısından önemi:**

1. Yoğurt, ayran gibi fermente ürünlerinin üretiminde serum proteinlerinin denatürasyonu önemli katkı sağlar. Pıhtının su tutma kapasitesini artırır ve daha sıkı bir jel oluşturur.

2. Peynir teknolojisinde ise problem yaratır. Sıcaklık etkisi ile oluşan pıhtı çok ince ve gözle görülmez olduğundan kazein misellerinin üzerinde yerleşerek peynir mayasının kazeine etkisini engeller.

# 3. Süt Yağı

- Süt yağı, süt plazması içerisinde emülsiyon şeklinde, yağ globülleri halinde dağılmış durumda bulunmaktadır. Yağ globülleri büyüdükçe sütün yüzeyinde oluşan kaymak tabakası artar.
- Süt lipitlerinin % 98-99'u yağ globülleri içerisinde yer alan trigliseritlerden oluşur. Geri kalan % 1-2'lik kısmı fosfolipitler, steroller, serbest yağ asitleri, serebrositler, mumlar, ve yağda çözünen vitaminlerden oluşmaktadır. Süt yağı; yağlı süt ürünlerinin kalitesini olumlu yönde etkilemesi, bileşiminde bulunan esansiyel yağ asitleri, orta zincirli yağ asitleri, yağda çözünen A, D, E ve K vitaminleri, sindiriminin kolay olması ve sağladığı enerji bakımından beslenme açısından son derece önemlidir.



- Süt yağında 400'den fazla yağ asidi saptanmış olup Bütirik asit süt yağı için karakteristiktir. Doymuş yağ asitleri oranı %70, doymamış yağ asitleri %40 dolaylarındadır. Uygun olmayan koşullarda depolama, ısı ışık vb. gibi faktörler süt yağında bazı değişimlere sebep olurlar. Bunlar: süt yağının oksidasyonu ve hidrolizasyonudur.
- **Oksidasyon** doymamış yağ asitlerindeki çift bağların yada yağların hidrokarbon zincirinde bulunan doymamış kısımların oksijen ile reaksiyona girmesi sonucunda hidroperoksitlerden malonaldehitlere kadar parçalanma ürünlerinin meydana gelmesidir ve bu olayın sonucunda balıgımsı, yağımsı, metalimsi tatlar oluşabilir.
- **Lipoliz** ise süt yağının enzimatik hidrolizasyonudur. Lipaz enziminin katalitik etkisi sonucu oluşur.

- Trigliseridlerin hidrolizasyonu sonucu serbest hale geçen küçük moleküllü yağ asitlerinin miktarına bağlı olarak acılaşıma meydana gelmektedir. Lipoliz; doğal ve bakteriyel olmak üzere iki kaynaktan ileri gelmektedir. Sütte doğal olarak bulunan lipaz ısıya dayanıklı değildir. Pastörizasyon işlemi ile inaktif olmaktadır.
- Lipolizi önlemek amacıyla;
  - ✓ Üretimin hijyenik koşullarda yapılması
  - ✓ Kısa sürede ısıl işlem uygulanması
  - ✓ Soğukta muhafaza edilmesi
  - ✓ Pastörizasyondan önce mümkün olduğunca mekanik işlemlerden kaçınılması gerekmektedir.

# 4. Karbonhidratlar

- Karbonhidratlardan sadece laktoz ve glikojen hayvan organizması tarafından sentezlenmektedir. Laktoz (süt şekeri) ise doğada yalnız sütte bulunur. Sütte gerçek çözelti halinde bulunur. Laktoz, glukoz ve galaktozdan oluşan bir disakkarittir. İnek sütlerindeki miktarı %4.7, kurumaddedeki miktarı da % 37 kadardır. Süt kurumaddesinin yaklaşık 1/3'ünü oluşturur.
- Laktoz kalsiyum ve fosforun vücuda daha kolay alınmasını sağlar. Kısa zamanda parçalanarak asitliğin artmasına ve böylece sütün bozulmasına neden olur. Yüksek ısı işlem gören süt mamüllerinde renk ve tat değişikliklerine neden olur.

- Ayrıca laktozun en önemli fonksiyonlarından biri de fermente ürün üretiminde gerekli olan laktozun fermentasyonudur. Laktoz hiçbir mikroorganizma tarafından doğrudan kullanılmaz. Laktoz bazı mikroorganizmaların etkisiyle fermentasyonlara uğrayarak süt ve ürünlerinde olumlu/olumsuz değişimlere neden olurlar.

- **Laktoz intoleransı:** İnsanların bazılarında ince bağırsakları, laktozu parçalamaya yarayan **laktaz** adlı enzimi yeterince üretemez. Bu yüzden süt ürünlerinden alınan laktoz kalın bağırsağa ilerler. Böylece şişkinlik, ishal ve mide gazı ortaya çıkar. Laktoz intoleransına, laktaz eksikliği de denmektedir. Laktoz intoleransı olan kimseler, laktoz süt asidine parçalanmadığı için, laktozun bu özelliklerinden yararlanamazlar. Ancak yoğurt, ayran kefir gibi fermente süt ürünlerinde yeterli oranda laktik asit olduğundan bu gibi süt ürünlerinin tüketilmesi önerilmekte veya içme sütü içerisine laktozu parçalayacak laktaz enzimi ilave edilmesi yararlı olabilir.

# 5. Mineral maddeler

- Sütün mineraller yönünden en önemli özelliđi yüksek oranda içerdđi kalsiyumdur.
- Sütün yapısında bulunan mineral maddeler, miktarları açısından makro ve eser (iz) elementler olmak üzere iki gruba ayrılır. Genelde kg'da 1 mg'dan daha az miktarda olan elementler iz element olarak kabul edilir. İnek sütlerinde ortalama olarak % 0.7-0.8 oranında yer alır. Sütte bulunan mineral maddelerin miktarı süt veren hayvanların ırkına, türüne, laktasyon durumuna, hayvanın hastalık durumu, hayvanın beslenmesine ve mevsimine göre değişme gösterir. Sütün fiziksel yapısında ve çeşitli niteliklerinde önemli olan mineral maddelerden en önemlileri kalsiyum ve fosfordur.

## 6. Vitaminler

- Sütte hemen hemen her çeşit vitamin bulunur. Yağda çözünenler süt yağında buldukları için yağlı süt ve süt ürünlerinde (tam yağlı süt, peynir, kaymak ve tereyağı) daha fazla yer almaktadır. Yaşam için gerekli olan vitaminlerin hemen hepsi sütte bulunur.  $\beta$ -karoten (provitamin A) ve laktoflavin (B2) süt ürünlerinin karakteristik renklerinin oluşmasında etkilidir. Yeşil yemle beslenen hayvanların sütlerinde A vitamini ve  $\beta$ -karoten miktarı daha fazladır. Bu nedenle yazın üretilen tereyağlarının rengi daha sarıdır. B grubu ile C vitamini ise suda çözüdüğünden süt serumunda bulunurlar.

# 7. Enzimler

- Sütte bulunan enzimlerden bir kısmı kan veya süt hücrelerinden geçer bunlara “doğal enzim” denir. Ortamdaki bakteriler tarafından salgılanan enzimler ise “bakteriyel enzim” olarak adlandırılır. Çeşitli süt ürünlerinin üretiminde depolama ve olgunlaşma dönemlerinde enzimlerin önemli rolü bulunmaktadır. Enzimlerin faaliyetlerini ısı, ışık, oksijen, ortamın pH’sı, vb engeller.



- **Enzimlerin olumlu etkileri**

- ✓ Peynir işleme sırasında pıhtılaşma işleminde,
- ✓ Ham peynirin ve kremanın olgunlaştırılması,
- ✓ Meme hastalıklarının teşhisinde,
- ✓ Süte uygulanan ısı işlem derecesinin belirlenmesinde,
- ✓ Süte hile amacıyla peroksitlerin katılıp katılmadığının belirlenmesinde,
- ✓ Süte katılan konserve edici maddelerin belirlenmesinde yararlanılmaları
- ✓ Gibi unsurlar sayılabilir.

- **Sütte bulunan enzimler ve özellikler**

- **Lipaz:** Sütte düşük miktarlarda bulunur. Laktasyon sonunda ve meme rahatsızlıklarında artar. Yağı gliserin ve yağ asitlerine parçalar. Sütün doğal lipazı pastörizasyon ile inaktif olurken, bakteriyel lipaz ısıya dayanıklıdır.
- **Katalaz:** Hücre faaliyetleri sonucu oluşur ve toksik bir madde olan hidrojen peroksidin ( $H_2O_2$ ), su ve oksijene parçalanmasına, dolayısıyla toksik etkinin ortadan kaldırılmasına yardımcı olan enzimdir. Ağız sütünde ve laktasyon sonundaki ve mastitisli ineklerin sütlerinde daha fazla bulunmaktadır. Normal sütte çok az bulunur.

- **Peroksidaz:** Oksijen içeren bileşikleri indirger. Sütte oldukça fazla bulunan, özellikle hasta hayvanların sütleriyle, ağız sütünde daha fazla bulunur. Peroksidaz pastörizasyon ısısına dayanmakta, kaynatmada inaktif hale gelmektedir. Yüksek sıcaklıklarda ısıtılmış sütler ile pastörize edilmiş sütlerin ayırt edilmesinde bu enzimden yararlanılır.
- **Fosfataz:** Fosforik asit esterlerinin hidrolizini katalize eder. Sütte asit fosfataz ve alkali fosfataz olmak üzere 2 çeşittir. Alkali fosfataz 70-75°C'de inaktif hale gelir. Alkali fosfatazın belirlenmesi sütün pastörize edilip edilmediğini veya pastörize süte çiğ süt karıştırılıp karıştırılmadığını anlamaya yarar. Asit fosfataz yaklaşık 100 °C'de inaktif hale gelir. Dolayısıyla pastörize sütte bu enzim zarar görmez. Yani pastörizasyon kontrolünde kullanılır.
- **Proteaz:** Proteini peptitlere parçalar dolayısıyla, peynir olgunlaşmasında rol oynar.

## KAYNAKLAR

- Hayalođlu, A.A., Özer, B. 2011. Kazein kimyası ve sütün pıhtılaşma mekanizması (pp:53-78). In: Hayalođlu, A.A., Özer. B., (Ed), Peynir Biliminin Temelleri, Sidař, İzmir.
- Metin, M. 2009. Süt Teknolojisi,Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları,802 sayfa.
- Üçüncü, M. 2010. Süt ve Mamulleri Teknolojisi, Meta Basım,571 s, İzmir.