

PEYNİR VE YOĞURT OLUŞUM MEKANİZMASI

Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta
erdogankucukoner@sdu.edu.tr

Özet

Peynir ve yoğurt farklı hayvanlardan elde edilen sütlerden üretilebilmektedir. Birer protein jeli olan bu ürünlerde süt proteinleri ürünlerin oluşumunda temel önem arz etmektedirler. Peynir, sütün peynir mayası denilen uygun proteolitik enzimlerle ve/veya zararsız organik asitlerle pıhtılaştırıldıktan sonra; peynir altı suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt ürünüdür. Yoğurt, fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbruecki* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürleri kullanılarak elde edilen fermente bir süt ürünüdür. Yoğurt ve peynirin duyuşsal, kimyasal, beslenme ve sağlık açısından özelliklerini, üretimde süte uygulanacak işlemler ile depolama sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar etkilemektedir.

Anahtar kelimeler: Süt, peynir, yoğurt.

Abstract

*Cheese and yogurt are able to be produced from milks of different animals. Milk proteins in these products, being protein-gels, are important to the product formation. Cheese produced by removing whey from curds and salting and giving shape through press just after coagulation (curdling) of milk by proteolytic enzymes and/or harmless organic acids is a dairy product consumed as a fresh or a ripened. Yogurt is a fermented dairy product produced by specifically inoculation of symbiotic cultures of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* and *Lactobacillus delbruecki* subsp. *Bulgaricus* during fermentation. Applied processes on milk in the production and the subjects watched out during the storage affect the properties of yogurt and cheese in terms of sensory, chemical, nutrition and health.*

Keywords: Milk, cheese, yogurt.

Giriş

Peynir ve yoğurdun hammaddeleri süttür. Bu ürünlerin üretiminde inek, koyun, keçi, manda, deve sütleri kullanılabilir. Ancak süt deyince akla ilk olarak inek sütü gelir.

İnek sütü bileşim olarak:

Su	% 87-88
Kurumadde	% 12-13
Laktoz	% 4-5
Yağ	% 3-5
Azotlu maddeleri	% 3-4
Mineral maddeler	% 0,7-1

Süt Proteinleri

Yoğurttta peynirde birer protein jelidirler. Bu nedenle süt proteinleri bu ürünlerin oluşumunda temel önem arz ederler.

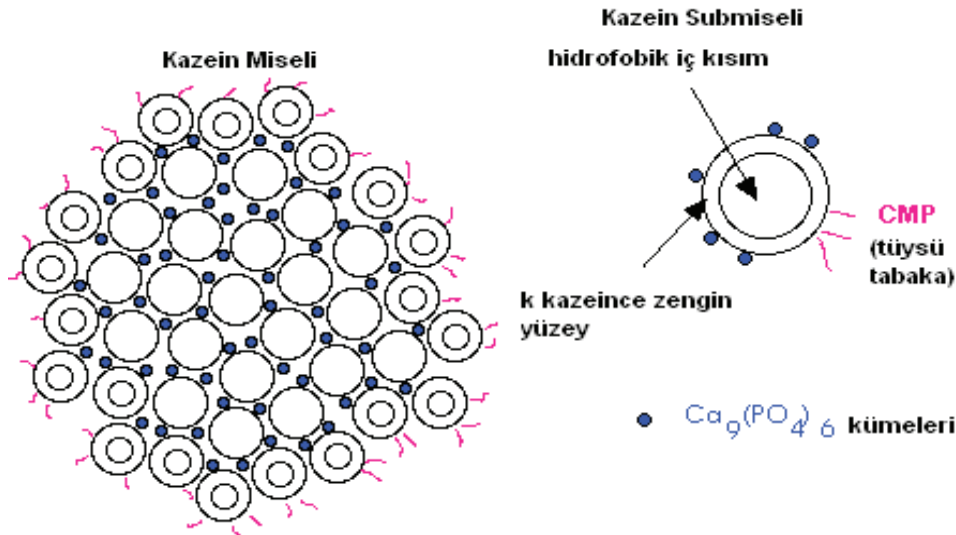
Azotlu maddeler süt proteinleri: Kazein ve serum proteinlerinden oluşur. Kazein doğada yalnızca sütte bulunur ve süt proteinlerinin % 80'ini oluşturur. Başlıca fraksiyonları: α -s₁ kazein, α -s₂ kazein, β -kazein ve k-kazeindir. Kazeine kalsiyum-kazeinat-fosfat komplekside denilebilir. Bileşiminde % 2,9 kalsiyum, % 0,8 fosfor bulunur. Kazein ısıya karşı oldukça dirençlidir ancak asitliğe karşı duyarlıdır izoelektrik noktasında (pH 4,6-4,7) pıhtılaşır. Yoğurt yapımında mikroorganizmalar tarafından oluşturulan asitlikle bu olaydan yararlanılır.

Sütte kazeinin % 90'ı misel adı verilen kolloidal parçacıklar halinde bulunur. Miselde alt misellerden oluşur. Miselin iç kısmında Ca²⁺ iyonlarına duyarlı olan α -s₁ ve β -kazein fraksiyonları daha fazla bulunurken yüzey kısmında ise oldukça yüksek elektrik yüklü bölgeler bulunur ve Ca²⁺a duyarlı olmayan k-kazeinin hidrofobik karakterli karbonhidrat kısmı lokalize olmuştur. K-kazeinin % 90'ı misellerin yüzeyinde bulunur. Yüzeyde ayrıca α -s₁, α -s₂ ve β -kazeinlerde yüklü bölgeler oluştururlar.

Taze sütte kazeinler stabil durumdadırlar ve net negatif elektriksel yük dağılımına sahiptir. Misellerin yüzeyindeki hidrofobik C-terminal ucu ayrılırsa (örneğin rennet ile) miseller çözünürlüğünü kaybederek kümeleşmeye başlar ve kazein pıhtısını oluşturur. Hidrofil kısımlar uzaklaşınca su yapıyı terk etmeye başlar. Negatif yükte azalma olur ve çekim kuvvetleri etki etmeye başlar. Biri kalsiyumun aktif olduğu tuz tipinde ve ikincisi de hidrofobik tipte olan yeni bağlar oluşur. Bu bağlar suyun uzaklaşmasını arttırır ve yapı sonuçta yoğun bir pıhtıya dönüşür. Kazein misellerinin bu yapısı Şekil 2 de verilmiştir.

Yada asitlik artışıyla + yükün artması; misellerden kolloidal kalsiyum fosfatın ayrılmasına ve yerine H⁺ gelmesine neden olur. Miselde – yük azalır. izoelektrik noktaya kadar devam ederse pıhtılaşma olur.

Kazein Miselleri:

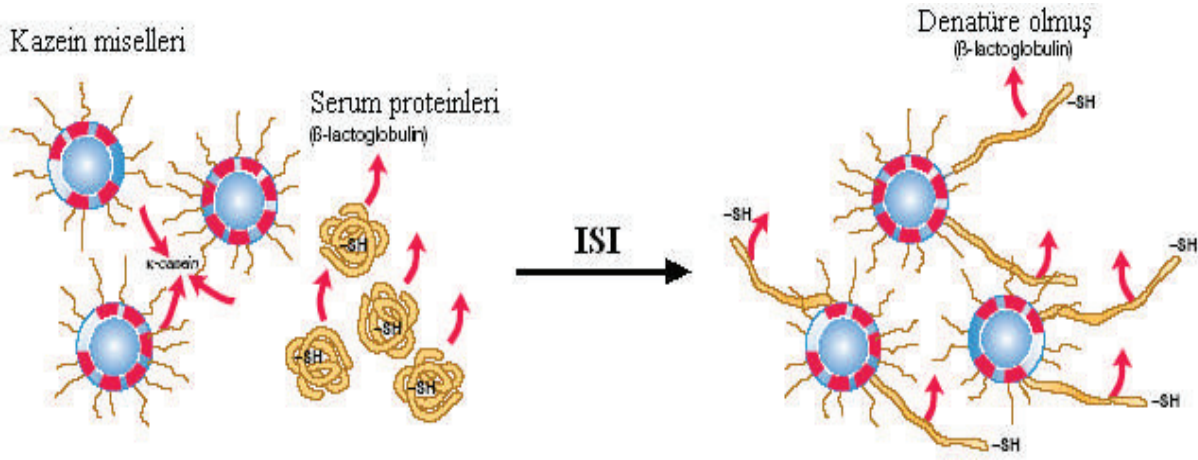


Şekil 1. Kazein Misellerinin Yapısı

Serum proteinleri: Süt proteinlerinin % 20'sini oluştururlar. Albuminler (α -laktalbumin, β -laktoglobulin ve serum albumini), globulinler (euglobulin, pseudoglobulin), proteoz-peptonlardır.

Serum proteinlerinin sekonder ve tersiyer yapıları ısıya duyarlı kimyasal bağlar ile stabilize edildiğinden 80-85 °C'lerin üzerinde ısı uygulaması sonucunda bu bağlar kırılmakta ve serum proteinlerinin denatürasyonu gerçekleşmektedir. Serum proteinlerinin denatürasyonu ile serum proteinlerinin su tutma kapasitesi fazla olduğundan pıhtının bağlayabildiği su miktarının artışı sağlanır ve bu olayla yoğurt oluşumunda tekstürün daha

iyi olması, su salmanın önlenmesi sağlanır. Isıl işlemin etkisiyle serum proteinleri önce kendi aralarında, ardından da kazein miselleri ile (özellikle β -laktoglobulin ile k-kazein arasında) interaksiyon meydana gelir:



Şekil 2. Kazein misellerinin ısı etkisiyle denatürasyonu.

Isıtma ile ayrıca sütte istenmeyen mikroorganizmaların ortadan kaldırılması sağlanır (Şekil 2). Sütün fizikokimyasal özelliklerinde değişim olur. Sütün doğal enzimleri inaktif hale geçer. Standart ürün üretilmesinde önemli bir etmendir. Peynir yapımında süt proteinleri maya (proteolitik enzim) etkisiyle pıhtılaştırılırken yoğurt yapımında asit etkisiyle pıhtılaştırılır.

PEYNİR

Peynir, yağlı süt, krema, kısmen ya da tamamen yağ alınmış süt, yayıkaltı veya bunların birkaçının veya tümünün karışımının peynir mayası denilen uygun proteolitik enzimlerle ve/veya zararsız organik asitlerle pıhtılaştırıldıktan sonra; peynir altı suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt ürünüdür. Bir kilogram sert peynir yapımı için on kilogram süt kullanılır. Peynirlerin içeriğinde süt, starter kültür, protein koagüle edici enzim (rennetler) ve tuz bulunur. Peynir mayası geviş getiren hayvan buzağularının dördüncü midelerinden (şirden) elde edilir. Günümüzde bu mayalar dana, domuz, piliç gibi hayvanlardan elde edilmektedir. Domuzdan elde edilenler çok ucuza mal edildiği için çoğunlukla diğer mayalara karıştırılarak kullanılabilir.

Peynir yapımında kullanılan sütün 100 Lt'ne yaklaşık olarak 1:10 000 kuvvetindeki sıvı mayadan 12 ml, 1: 15 000 kuvvetindeki mayadan ise 8-9 ml kadar katılır. Peynire katılacak maya miktarı; mayanın kuvveti, peynir çeşidi, dolayısıyla mayalama sıcaklığı, asitlik, yağ oranı vb. çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Peynir Üretim Aşamaları

Çiğ Süt

Standardizasyon

Pastörizasyon

Soğutma (Pastörizasyondan sonra sütün ısısı mayalama sıcaklığı 28-32 °C'ye soğutulur.)

Mayalama (28-32 °C'ye soğutulan sütlere mayanın kuvvetine göre 1,5-2,5 saatte pıhtılaşma olacak şekilde aya ilave edilir.)

Sütün pıhtılaşması

Pıhtının işlenmesi

Presleme

Tuzlama

Ambalajlama

Depolama

Sütün Rennet (Peynir Mayası) İle Pıhtılaşması:

Enzimatik Proteoliz Aşaması

Enzimin etkisi ile parçalanma

Pıhtılaşma (Agregasyon) Aşaması

Ayrı parçacıkların bir araya gelmesi

Jelleşme Aşaması

Misel topluluklarının bir araya gelerek sertleştiği sıkılaştığı, şekil kazandığı aşamadır.

Birinci aşamada rennetteki asit proteazlar özellikle rennin (kimozen) k-kazeini fenilalanin (105)-metiyonin (106) arasındaki tek bir peptid bağına hidrolize ederek para-k-kazein ve glikomakropeptide dönüştürür.

İkinci aşamada agregasyon (birleşme, toplanma) aşamasında, k-kazeinin proteolizi ile stabilitesi bozulan kazein miselleri birbirleriyle birleşerek misel toplulukları oluştururlar.

Üçüncü aşamada meydana gelen misel kümelerinin bir ağ gibi birleşerek sıkılaştığı, pıhtının şekillendiği jelleşme aşamasıdır.

Peynir Mayası (Rennin) Etkisi

Enzim

1. k-kazein → Enzim-k-kazein kompleksi → Enzim+para-k-kazein+glikomakropeptid molekülü

Rennin enziminin etkisiyle k-kazein, para-k-kazein ve glikomakropeptid şeklinde parçalanmaktadır. Bu durumda kalsiyum karşısında α -s₁ ve β kazeinlerin stabilitesi bozulur.

Enzimatik proteoliz sırasında makropeptit moleküllerinin ayrılması nedeniyle miseller küçülür, negatif yükleri azalır ve viskozite geriler.

Ca⁺²

2. Para-k-kazein → Kalsiyum Parakazeinat (Jel)

Kolloidal kalsiyum ve fosfat çözelti içinde kalmayıp, pıhtıdaki kazein, kalsiyum ile bir kompleks meydana getirir. Ca⁺² varlığı agregasyon aşamasında negatif yükü azaltması bakımından önemlidir. Ortamda yeterince Ca⁺² bulunmadığı zaman para-k-kazein diğer kazein fraksiyonları gibi davranır ve pıhtılaşma olmaz.

Bir kazein miseli üzerindeki para-k-kazeinin (+) yükü ile diğer misel üzerindeki k-kazeinin (-) yüklü grupları arasındaki etkileşim misellerin bir araya gelmesini sağlar. Ayrıca bu aşamada, misel stabilitesinde rol oynayan kolloidal kalsiyum fosfat bağlarının ayrılması ve Ca⁺²'a duyarlı olan : α -s ve β -kazeinlerin Ca⁺² ile bağlanması ile artan Ca⁺² aktivitesi sonucunda (-) yüklerde bir azalma olur ve kalsiyum parakazeinat oluşur.

Sütteki asitlik fazla ise ve fazla gelişmişse pıhtılaşma çabuklaşır. Enzimle değil, asitle pıhtı oluşumu hâkimdir. Peynir suyu ayrılması zorlaşır, kötüleşir. Pıhtı yumuşak olur. İnce, küçük, ufak pıhtılar kayıpları artırır.

Rennet Enziminin Çalışma Mekanizması

Kazein miselleri stabil haldeyken rennet enziminin proteini parçalamasıyla stabilite bozulur. Miseller serbest kalsiyumlarla bağlanır. Oluşan protein ağ yapısının içinde su ve yağda bulunur.

Süt pH'sındaki değişim

Sütün pH'sı 6,5- 6,6

↓

pH 5,2-5,3 Pıhtılaşma (koagülasyon) başlar.

↓

pH 4,6-4,7 Kazeinin izoelektrik noktası, bütün tuz bağlantılarından kurtulur

ve çöker. Süt tamamen pıhtılaşmış ve jelleşmiş olur.