

Ankara Üniversitesi  
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Yayın No: 1554  
Ders Kitabı: 507

# SÜT ESASLI ÜRÜNLER TEKNOLOJİSİ

(2. BASKI)

*Prof. Dr. Asuman GÜRSEL*

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Süt Teknolojisi Bölümü

ANKARA

2007

16 Napier Lane  
San Francisco, CA 94133  
Tel: 415-989-2722  
Fax: 209-821-7869  
[www.fineprint.com](http://www.fineprint.com)

Ankara Üniversitesi  
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Yayın No: 1554  
Ders Kitabı: 507

# SÜT ESASLI ÜRÜNLER TEKNOLOJİSİ

(2. BASKI)

*Prof. Dr. Asuman GÜRSEL*

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Süt Teknolojisi Bölümü

ANKARA

2007

**ISBN: 975-482-534-3**

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ BASIMCI**  
İncece Sokak No: 10  
06100 Beşevler/ANKARA  
Tel: 0 (312) 213 66 55  
Mavi Tırnak (303/200)

## ÖNSÖZ

Süt ve ürünleri, bileşimlerinde yer alan protein, laktoz, yağ, mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle her yaştaki tüketicilerin beslenmesinde önemli ve ayrıcalıklı bir yere sahip besinlerdir. Son yıllarda, Süt Teknolojisi alanında faaliyet gösteren ticari firmaların ürün yelpazelerinde çeşitliliğe yöneldikleri ve böylece çocuklar, hamile ya emziren kadınlar, yaşlılar gibi daha geniş ve farklı tüketici kitlelerine hitap etmeyi hedefledikleri anlaşılmaktadır. Klasik olarak tanımlanabilecek pastörize ya da uzun ömürlü içme sütleri, yoğurt, peynir gibi alışlagelen süt ve ürünlerinin dışında mineral ve vitamin takviyeli ya da laktozu hidrolize sütler, yağı veya kalorisi azaltılmış ürünler, süt katkılı margarinler markelerin raflarında yerlerini almakta ve bunlara her geçen gün yenilerinin eklenmesi beklenmektedir. Kitapta takviyeli sütler, rekombine, imitasyon ve ikame süt ürünleri, kazelin ve serum proteinlerinden elde edilen süt proteini ürünleri, bebek marmaları ve sötü tatlılar konularına yer verilmiş olup, sözkonusu ürünlerle ilgili bilgi eksikliğinin doldurulması amaçlanmıştır. Hızı bir değişim sürecinin yaşandığı çağımızda teknolojik araçlarla birlikte bilginin de bugünden yarına eskidiği bir gerçektir. Bu nedenle, hiç kuşkusuz, kitapta yer verilen bilgiler de daha basımdan eskimiş hale gelecektir. Buna rağmen, eserin Süt Teknolojisi alanında öğrenim gören öğrenciler, üreticiler ve hatta tüketiciler açısından yararlı ve aydınlatıcı olması en büyük dileğimdir.

Kitabın eksik veya hatalı yönleri bulunabileceğinin bilincinde olarak eleştirilere her zaman açık olduğumu belirtir, eserin hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen aileme ve Süt Teknolojisi Bölümü öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilirim.

Prof. Dr. Asuman Gürsel

## İÇİNDEKİLER

<b>1. TAKVİYELİ (FORTİFİYE) SÜTLER</b> .....	<b>1</b>
1.1. Besleyici Amaçla Takviye Edilen Sütler.....	2
1.1.1. Vitamin ve mineral takviyeli sütler.....	2
1.1.1.1. D vitamini takviyeli sütler.....	2
1.1.1.2. A vitamini takviyeli sütler.....	3
1.1.1.3. Tamamlayıcı gıdalar.....	3
1.1.1.4. Kalsiyum takviyeli sütler.....	4
1.1.1.4.1. Kalsiyum içeriği ve kalsiyumun biyoyararlılığı yönünden gıda kaynakları.....	4
1.1.1.4.2. Kalsiyum metabolizması.....	5
1.1.1.4.3. Kalsiyum metabolizmasını etkileyen faktörler.....	7
1.1.1.4.4. Kalsiyum ve sağlıkla ilişkisi.....	12
1.1.1.4.5. Takviye amacıyla kullanılacak kalsiyumun seçimi.....	14
1.1.2. Az yağlı sütler.....	15
1.1.3. Zayıflamaya yardımcı sütler.....	16
1.2. Sınırlanmış Amaçla Takviye Edilen Sütler.....	16
1.2.1. Aromalı sütler.....	16
1.2.1.1. Aromalı süt üretiminde yararlanılan maddeler.....	16
1.2.1.1.1. Aroma maddeleri.....	16
1.2.1.1.2. Renk maddeleri.....	18
1.2.1.1.3. Tatlandırıcılar.....	19
1.2.1.1.4. Stabilizerler.....	20
1.2.1.1.5. Diğer katkı maddeleri.....	21
1.2.2. Sağlık Nedeni ile Takviye Edilen Sütler.....	22

1.3.1. Kalp rahatsızlığı bulunan bireylere yönelik sütler.....	22
1.3.2. Laktoz intoleransı görülen bireylere yönelik rnler.....	22
1.3.3. Süt proteini alerjisi bulunan bireylere yönelik rnler.....	25
1.3.4. Vitamin veya mineral eksikliği durumunda yararlanılan rnler.....	25
Kaynaklar.....	25
<b>2. REKOMBİNE SÜT ÜRÜNLERİ</b> .....	<b>27</b>
2.1. Rekombinasyon iğiteminde Kullanılan Hammaddeler.....	28
2.1.1. Süt rnleri.....	28
2.1.1.1. Kurutulmuş süt rnleri.....	28
2.1.1.1.1. Kurutulmuş rnlerin üretimi ve depolanmasına ilişkin bazı hususlar.....	30
2.1.1.1.2. Kurutulmuş rnlerin genel ozellikleri.....	37
2.1.1.1.3. Kurutulmuş süt ürünlerinin rekombinasyon için seçiminde dikkate alınan kriterler.....	41
2.1.1.2. Süt yağı rnleri.....	44
2.1.1.2.1. Susuz süt yağı.....	44
2.1.1.2.2. Tuzsuz lareyağı.....	48
2.1.1.2.3. Dondurulmuş krema.....	49
2.1.1.2.4. Yumuşak fraksiyon.....	49
2.1.2. Su.....	50
2.1.3. şekerler.....	51
2.1.3.1. Sakaroz.....	51
2.1.3.2. Laktoz.....	52
2.1.4. Tuz.....	63
2.1.5. Diğer katkı maddeleri.....	63
2.1.5.1. Stabilizeler ve emlsifiler.....	53
2.1.5.2. Aroma ve renk maddeleri.....	54
2.1.5.3. Vitaminler.....	54

2.2. Rekombinasyon İşlemi ve Kullanılan Ekipmanlar.....	54
2.2.1. Rekombinasyon olanakları.....	54
2.2.2. Rekombinasyon aşamaları.....	55
2.3. Rekombine Ürün Çeşitleri.....	60
2.3.1. Rekombine sıvı sütler.....	60
2.3.1.1. Rekombine pastörize süt.....	60
2.3.1.2. Rekombine sterilize süt (şişede sterilize süt).....	63
2.3.1.3. Rekombine UHT sterilize süt.....	64
2.3.2. Rekombine yoğurt.....	65
2.3.3. Rekombine tereyağı.....	67
2.3.4. Rekombine peynir.....	69
2.3.4.1. Rekombine peynir üretiminde gözönüne alınacak noktalar.....	73
2.3.4.2. Geleneksel yolla rekombine Cheddar peyniri üretimi.....	74
2.3.5. Rekombine krema.....	75
2.3.5.1. Katıve kreması.....	75
2.3.5.2. Krem şanti.....	76
2.3.6. Ticari kolostrum preparatları ile rekombinasyon.....	76
Kaynaklar.....	79
<b>3. İMITASYON VE İKAME SÜT ÜRÜNLERİ</b> .....	<b>83</b>
3.1. İmitasyon Süt Ürünlerinin Yapısında Yer Alan Maddeler.....	85
3.1.1. Yağlar.....	85
3.1.2. Proteinler.....	87
3.1.3. Karbonhidratlar.....	87
3.1.4. Stabilizerler.....	88
3.1.5. Emülsifiyerler.....	88
3.1.6. Stabilize edici tuzlar.....	88
3.1.7. Renk maddeleri.....	88





4.1.1.4. Süt alerjisi bulunan bebekler için formüle edilen mamalar.....	110
4.1.1.5. Tıbbi amaçlı bebek mamaları.....	111
4.1.1.6. Süt bankasından yararlanma.....	111
4.1.2. Lipid fraksiyonuna göre mama tipleri.....	111
4.2. Mamaların Formüle Edilmesinde Dikkate Alınan Faktörler.....	112
4.2.1. Kadın ve inek sütlerinin bileşimleri arasındaki farklılık.....	112
4.2.2. Besin maddelerinin biyoyararlılığı.....	116
4.2.3. Beslenme fizyolojisi ve sağlıkla ilgili hususlar.....	117
4.2.4. İşleme ve depolama koşullarının yol açtığı değişimler ya da kayıplar.....	118
4.3. İnek Sütünde Yapılan Modifikasyonlar.....	119
4.4. Mama Üretimi.....	120
4.5. Mamaların Bileşimi.....	123
Kaynaklar.....	126
<b>5. SÜT PROTEİNİ ÜRÜNLERİ.....</b>	<b>127</b>
5.1. Süt Proteinleri ve Genel Özellikleri.....	129
5.2. Süt Protein Ürünlerinin Üretimi.....	131
5.2.1. Kazein üretimi.....	131
5.2.1.1. Kazeinin destabilizasyonu/presipitasyonu.....	134
5.2.1.1.1. Asitle presipitasyon.....	134
5.2.1.1.2. Enzimatik destabilizasyon.....	134
5.2.1.2. Serum ayrılması.....	135
5.2.1.3. Yıkama.....	136
5.2.1.4. Bekletme.....	137
5.2.1.5. Kurutma.....	137
5.2.1.6. Soğutma.....	137
5.2.1.7. Öğütme.....	137

5.2.2. Kazeinat üretimi.....	138
5.2.2.1. Sodyum kazeinat üretimi.....	139
5.2.2.2. Kalsiyum kazeinat üretimi.....	139
5.2.3. Ko-presipitat üretimi.....	140
5.2.4. Toplam süt proteini üretimi.....	144
5.2.5. Laktalbumin üretimi.....	145
5.2.6. Serum proteinlerinin izolasyonu.....	145
5.2.6.1. Ultrafiltrasyon yoluyla serum proteini konsantrati üretimi.....	145
5.2.6.2. Fosfat presipitasyonu yoluyla konsantrat üretimi.....	148
5.2.6.3. İyon adsorpsiyonu yoluyla serum proteini konsantrati üretimi.....	148
5.2.6.4. Jel filtrasyonu yoluyla serum proteini konsantrati üretimi.....	149
5.3. Süt Proteinlerinin İşlevsel (Fonksiyonel) Özellikler.....	150
5.3.1. Çözünürlüme.....	150
5.3.2. Isı stabilitesi.....	151
5.3.3. Jelleşme.....	151
5.3.4. Su bağlama (hidrasyon) veya su tutma.....	152
5.3.5. Viskozite.....	152
5.3.6. Emülsifiye etme.....	153
5.3.7. Köpük oluşturma.....	155
5.4. Süt Proteinlerinin Kullanım Alanı.....	156
5.4.1. Kazein, kazeinat ve ko-presipitatların kullanımı.....	156
5.4.1.1. Süt ürünlerinde kullanımı.....	156
5.4.1.2. Bebek mamalarında kullanımı.....	159
5.4.1.3. Diyetetik gıdalarda kullanımı.....	160
5.4.1.4. Diğer gıdalarda kullanımı.....	161
5.4.1.5. Hayvan beslemede kullanımı.....	165
5.4.1.6. İçeceklerin stabilizasyonunda kullanımı.....	165
5.4.1.7. Tıp ve eczacılık alanında kullanımı.....	166

5.4.1.8. Süt ve gıda endüstrisi dışındaki endüstriyel alanlarda kullanımı.....	167
5.4.2. Serum proteini konsantrasyonunun kullanımı.....	168
Kaynaklar.....	170
<b>6. SÜTLÜ TATLILAR.....</b>	<b>172</b>
6.1. SÜTLÜ Tatlı Çeşitleri.....	172
6.1.1. Ev tipi preparasyonlar.....	173
6.1.2. Hazır sütlü tatlılar.....	174
6.2. Sütü Tatlıların Yapımında Yararlanılan Maddeler.....	175
6.2.1. Süt.....	175
6.2.2. Tatlandırıcılar.....	175
6.2.3. Aroma ve renk maddeleri.....	175
6.2.4. Nişastalar.....	176
6.2.4.1. Doğal nişasta.....	176
6.2.4.2. Modifiye nişasta.....	177
6.2.5. Hidrokolloitler.....	177
6.2.5.1. Karragenan.....	181
6.2.5.2. Keçi boynuzu sakızı.....	181
6.2.5.3. Pektin.....	181
6.2.5.4. Karboksimetil selüloz.....	182
6.2.5.5. Diğerleri.....	182
6.3. Hazır Sütü Tatlıların Yapımı.....	183
6.3.1. Pastörize hazır sütü tatlıların yapımı.....	183
6.3.2. UHT yöntemiyle sterilize hazır sütü tatlıların yapımı.....	184
6.3.2.1. UHT yöntemiyle sterilize hazır sütü tatlıların niteliklerini etkileyen faktörler.....	185
6.3.2.1.1. Nişastanın çeşit ve miktarı.....	185
6.3.2.2. İşleme parametreleri.....	185

6.3.2.2. UHT yöntemiyle sterilize hazır sütü tabuların tekstürel özellikleri.....	186
Kaynaklar.....	187
<b>İNDEKS</b> .....	<b>188</b>

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1.	ABD ve Kanada'da farklı yaş gruplarındaki bireyler tarafından günlük olarak alınması önerilen kalsiyum miktarları.....	4
Çizelge 1.2.	Çeşitli kalsiyum tuzlarında çözünürlüğe bağlı olarak emilim değerlerindeki değişimler.....	9
Çizelge 1.3.	Çeşitli tuzların kalsiyum içerikleri.....	15
Çizelge 1.4.	Tipik bir aromalı süt formülasyonu.....	16
Çizelge 1.5.	Çeşitli tatlandırıcı maddeler ve nisbi tatlandırma dereceleri...	19
Çizelge 1.6.	Aromalı sülterde kullanılabilen stabilizerler.....	20
Çizelge 1.7.	Bazı ticari laktaz enzimleri ve özellikleri.....	23
Çizelge 2.1.	Bazı kurutulmuş süt ürünlerinin standart ve rekombinasyon için önerilen bileşim değerleri.....	29
Çizelge 2.2.	Kazeinlerin ve toplam süt proteininin bileşimi.....	30
Çizelge 2.3.	Yağsız sültozu ısı sınıfları.....	32
Çizelge 2.4.	Retentat tozu ve sültozunun karşılaştırmalı bileşim değerleri.....	36
Çizelge 2.5.	Kurutulmuş ürünlerin bazı fiziksel özellikleri.....	37
Çizelge 2.6.	Yağlı ve yağsız sültozlarının bazı kimyasal özellikleri.....	39
Çizelge 2.7.	Rekombinasyon için kullanılacak kurutulmuş süt ürünlerinde bulunması istenen mineral madde miktarları.....	40
Çizelge 2.8.	Rekombinasyon için kullanılacak kurutulmuş süt ürünlerinin mikrobiyolojik nitelikleri.....	40
Çizelge 2.9.	Çeşitli rekombine süt ürünlerinin üretimi için önerilen kurutulmuş süt ürünleri.....	41
Çizelge 2.10.	Kurutulmuş süt ürünlerini rekombinasyon için seçiminde dikkate alınması gereken kalite kriterleri.....	43

Çizelge 2.11	Rekombinasyon amacıyla kullanılan şekerin bazı nitelikleri...	52
Çizelge 2.12	Rekombine ürünlerin yapımında kullanılan tuzda aranan nitelikler.....	53
Çizelge 2.13.	Rekombine pastörize süt üretiminde yararlanılan formülasyonlar ve bileşim değerleri.....	61
Çizelge 2.14.	Rekombine kahve kreması formülasyonu.....	75
Çizelge 2.15.	Krem şantiy formülasyonu.....	76
Çizelge 2.16.	Kolostrumda ve sütte bulunan başlıca biyoaktif unsurlar.....	77
Çizelge 2.17.	Hiperimmünize sığır kolostrumu ile yürütülen bazı klinik çalışmalar.....	78
Çizelge 2.18.	Ticari sığır kolostrum preparatlarının değişik süt ürünlerinde kullanımı.....	79
Çizelge 3.1.	Bazı katı ve sıvı yağların yağ asitleri kompozisyonu (%).....	87
Çizelge 3.2.	İmitasyon peynir üretiminde yararlanılan bir formülasyon.....	93
Çizelge 3.3.	İmitasyon krem şantiy formülasyonu.....	104
Çizelge 3.4.	Farklı yağ kaynakları kullanılarak üretilen krem şantiyelerin bileşimi ve dövülebilme özellikleri.....	105
Çizelge 3.5.	İmitasyon kahve beyazlatıcı formülasyonları.....	106
Çizelge 4.1.	Kadın ve inek sütünün makro bileşenleri.....	112
Çizelge 4.2.	Kadın ve inek sütündeki proteinlerin bileşimi.....	113
Çizelge 4.3.	Kadın ve inek sütündeki immünooglobülinler.....	113
Çizelge 4.4.	Kadın ve inek sütündeki yağ asitlerinin kompozisyonu.....	114
Çizelge 4.5.	Kadın ve inek sütünün ortalama mineral madde içeriği.....	115
Çizelge 4.6.	Kadın ve inek sütünün vitamin içeriği.....	116
Çizelge 4.7.	Adapte bebek mamalarının üretiminde kullanılan mineral bileşikleri.....	120
Çizelge 4.8.	Bebek mamalarının üretiminde kullanılan makro ve mikro besin maddesi kaynakları.....	123
Çizelge 4.9.	Bebek mamalarının bileşim (100 kalori için gereken miktar).....	125
Çizelge 5.1.	Süt proteinlerinin gıda sistemlerindeki işlevsel özellikleri.....	128

Çizelge 5.2.	Süt proteinleri ve bazı özellikleri.....	129
Çizelge 5.3.	Süt proteinlerinin fizikokimyasal özellikleri.....	130
Çizelge 5.4.	Asit ve rennet kazeinlerin bileşimi.....	138
Çizelge 5.5.	Sodyum ve kalsiyum kazeinlerinin bileşimi ve bazı nitelikleri.....	140
Çizelge 5.6.	Ko-presipitat lipine bağlı olarak üretim parametrelerindeki değişimler.....	141
Çizelge 5.7.	Ko-presipitatların bileşimi ve bazı nitelikleri.....	144
Çizelge 5.8.	Bazı ticari serum proteini konsantrat tozları ve bileşimleri.....	146
Çizelge 5.9.	Süt proteini ürünlerinde pH değeri ile çözünbilme arasındaki ilişki.....	150
Çizelge 5.10.	Değişik süt ürünlerinde kazein türevlerinin kullanımı.....	158
Çizelge 5.11.	Bebekler ve çocuklar için hazırlanan gıdalarda kazein türevlerinin kullanımı.....	160
Çizelge 5.12.	Diyetetik gıdalarda kazein ve türevlerinin kullanımı.....	160
Çizelge 5.13.	Gıda endüstrisinin bazı alanlarında kazein türevlerinin kullanımı.....	163
Çizelge 5.14.	Hayvan beslemede kazein türevlerinin kullanımı.....	185
Çizelge 5.15.	Çeşitli içeceklerin stabilizasyonunda kazein ve türevlerinin kullanımı.....	166
Çizelge 5.16.	Tıp ve eczacılık alanında kazein ve türevlerinin kullanımı.....	167
Çizelge 5.17.	Süt ve gıda endüstrisi dışındaki bazı alanlarda kazeinlerin kullanımı.....	168
Çizelge 5.18.	Serum proteini konsantratlarının yer aldığı gıda sistemleri ve bu sistemlerdeki işlevleri.....	169
Çizelge 6.1.	Başlıca sütü tatlı çeşitleri ve tekstürel özellikleri.....	173
Çizelge 6.2.	Bazı nişasta çeşitlerinin amiloz ve amilopektin içerikleri.....	176
Çizelge 6.3.	Süt endüstrisinde kullanılan bazı hidrokoloidlerin özellikleri.....	179

Çizelge 6.4.	UHT yöntemiyle sterilize hazır sütü tatlı yapımı için gereken optimum işleme parametreleri.....	185
Çizelge 6.5.	UHT yöntemiyle sterilize hazır sütü tatlıların tekstür kriterleri	187



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	Vücuda alınan kalsiyumla atılan kalsiyumun dengede bulunduğu bir yetişkinde kalsiyum metabolizması.....	6
Şekil 1.2.	Laktozu hidrolize süttten çikolatalı süt üretimi.....	24
Şekil 2.1.	Yağsız süttezu yapım aşamaları.....	31
Şekil 2.2.	Farklı sıcaklık derecelerinde depolanan yağlı süttezlerindeki oksidatif değişimler.....	34
Şekil 2.3.	Farklı sıcaklık derecelerinde depolanan yağlı süttezlerinde yağın hidrolizasyonu.....	34
Şekil 2.4.	30°C'de 18 ay depolanan yağlı süttezunun hidroksimetil furfural içeriğindeki değişimler.....	34
Şekil 2.5.	Retentat tozu ve süttezu üretimi akış şeması.....	37
Şekil 2.6.	Kremadan susuz süt yağı üretimi.....	46
Şekil 2.7.	Tereyağından susuz süt yağı üretimi.....	47
Şekil 2.8.	Rekombine süt formülasyonları.....	55
Şekil 2.9.	Temel rekombinasyon aşamaları.....	56
Şekil 2.10.	Toz hunisi ve pompa yardımıyla rekonstitüsyon.....	57
Şekil 2.11.	Ventüri yardımıyla rekonstitüsyon.....	57
Şekil 2.12.	Triblender sürekli akış sistemi.....	58
Şekil 2.13.	Yarı-sürekli rekonstitüsyon.....	59
Şekil 2.14.	Rekombine pastörize süt üretimi akış diyagramı.....	62
Şekil 2.15.	Rekombine yoğurt üretimi akış diyagramı.....	66
Şekil 2.16.	Rekombine tereyağı üretimi.....	68
Şekil 2.17.	Geleneksel rekombine peynir üretimi.....	70
Şekil 2.18.	Ultrafiltrasyon tekniği ile rekombine peynir üretimi.....	71
Şekil 2.19.	Retentat tozu kullanılarak rekombine peynir üretimi.....	72
Şekil 3.1.	İmitasyon peynir üretimi akış diyagramı.....	93

Şekil 3.2.	Proteince zenginleştirilmiş sürülebilir yağ (L&L) üretimi.....	98
Şekil 3.3.	Soya/süt karışımından içecek üretimi.....	103
Şekil 4.1.	Süt esaslı bebek maması üretimi.....	122
Şekil 5.1.	Sütten asit ve rennet kazein pıhtılarının eldesi.....	132
Şekil 5.2.	Kazein pıhtısına uygulanan işlemler.....	133
Şekil 5.3.	Ko-presipitat pıhtısının eldesi.....	142
Şekil 5.4.	Ko-presipitat pıhtısına uygulanan işlemler.....	143
Şekil 5.5.	Peyniraltı suyunun kesikli yöntemle ultrafiltrasyonu.....	147
Şekil 5.6.	Sürekli yöntemle ultrafiltrasyon yoluyla peyniraltı suyundan serum proteini konsantrat tozu üretimi.....	147
Şekil 5.7.	Jel filtrasyonu tekniği ile serum proteini konsantrat tozu eldesi.....	149
Şekil 6.1.	Hazır sütü tariflerinin yapımı.....	183

## TAKVİYELİ (FORTİFİYE) SÜTLER

Önemli miktarlarda ve geniş ölçüde tüketilen gıdalara vitaminler, mineral maddeler, protein gibi maddeler ilave edilerek besin içerikleri zenginleştirilebilir.

Süt, makro besin maddeleri bakımından mükemmel bir kaynaktır, fakat iz elementlerin günlük alımında düşük düzeyde bir katkıya sahiptir. Bu da, besleyici değerinin üstünlüğüne karşın, sütün yine de zenginleştirilebileceğini ifade etmektedir. Zenginleştirme tek bir besin maddesi yönünden yapılabileceği gibi, bu maddelerin birkaçı yönünden de olabilir. Ayrıca, yağsız sütün tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini artırmak üzere süt yağsız kurumaddesi ile takviye de yapılabilir.

Sütün besleyici değeri laktozu ortamdan uzaklaştırmak veya hidrolize etmek ya da yağı azaltmak suretiyle de artırılabilirdi için, takviye teriminin kapsamını tam olarak tanımlamak güçtür. Bununla birlikte, takviyeli sütler aşağıda gösterilen üç ana grupta incelenebilir:

**Besleyici amaçla:**

Vitamin ve mineral takviyeli içme sütleri  
Az yağlı içme sütleri  
Biyomanipulasyon yapılmış  tleri  
Bebek mamaları  
Hamile ve emziren kadınlara yönelik süt esaslı gıdalar  
Tamamlayıcı gıdalar  
Zayıflamaya yardımcı olan sütler  
T pik beslenenlere yönelik gıdalar

**Sunum amacı ile:**

Aromalı sıvı sütler  
Evapore ve kondanse sütler  
Protein ve/veya yağsız kurumadde içeriği takviyeli sütler

**Sağlık nedeni ile:**

Vitaminler ve mineraller içeren yağsız süt  
Düşük sodyumlu süt  
Laktozu parçalanmış süt  
Düşük karbonhidratlı süt  
Hipokolesteremik sütler  
Hipoallerjenik süt

Kaynak: Mettler, 1980.

**1.1. Besleyici Amaçla Takviye Edilen Sütler****1.1.1. Vitamin ve mineral takviyeli sütler****1.1.1.1. D vitamini takviyeli sütler**

Takviyeli sütlerin en eski şeklidir. Doğal gıdaların hemen hemen tümü D vitamini yönünden yetersiz olduğu için bu eksikliğin giderilmesi amacıyla antirazitik özelliğe sahip bu vitamin yönünden zenginleştirme yapılmaktadır. Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde bu işlem yaygın olarak yürütülmekte, Fransa dahil bazı ülkelerde ise aşırı dozda vitamin alma tehlikesi yüzünden D vitamini ile zenginleştirmeye yasal olarak izin verilmemektedir. Bebekler ve 5 yaşına kadar olan çocuklar için günde 400 Enternasyonal  nite (IU) D vitamini alımının yeterli olduğu kabul edilmektedir.

Sütün D vitamini bakımından zenginleştirilmesinde aşağıdaki yöntemler izlenmektedir:

**(a) Süt hayvanının yemlenmesi yoluyla zenginleştirme**

Amerika Birleşik Devletleri'nde yaklaşık 35 yıl önce uygulanmakta olan bir yol idi. Bu yöntem, 1 litre sütteki D vitamini miktarını 400 IU düzeyine  ıkarcak şekilde, ineğin ultraviyole işiği ile işinlanmış maya ile yemlenmesi esasına dayalıdır. Bu amaçla, işinlanmış ergosterol gibi diğer D vitamini konsantratlari da kullanılır. D vitamininin yemden süte transferi düşük orandadır. Bu nedenle yerini sütün işinlanmasına bırakmıştır.

### **(b) Sütün ışınlanması yoluyla zenginleştirme**

Ultraviyole ışığının etkisiyle deri gibi canlı dokularda ya da gıdalarda bulunan D vitamini öncülerinden D vitamini oluşur. Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya'da yaklaşık 40 yıl önce geliştirilen bir yöntemle göre, ışınlama yoluyla 1 litre sütte 150-400 IU düzeyinde D vitamini kazandırılmış olur.

Sütün ışınlanması II. Dünya Savaşına kadar rağbet gören bir yöntem idi. Günümüzde Almanya'da halen uygulanmaktadır.

Ultraviyole ışığı mikroorganizmalar üzerinde öldürücü bir etki yaratmakta, bu yüzden ışınlanmış sütün raf ömrü uzayabilmektedir.

Sütün ışınlanmasının A vitamini, karoten ve B kompleksi vitaminler üzerinde herhangi bir etkisi yoktur, fakat C vitamininde bir miktar kayba yol açmaktadır.

### **(c) Süte doğrudan D vitamini ilavesiyle zenginleştirme**

Günümüzde D<sub>2</sub> veya D<sub>3</sub> vitaminlerinin konsantrasyonlarını sütte dispers hale getirmek suretiyle zenginleştirme yapılmaktadır. Genellikle iki tip konsantrat kullanılmaktadır:

- D vitamininin sıvı yağda emülsifiye edilmiş, kutuda sterilize çözeltisi
- Emülsifiyer bir madde içeren sıvı yağdaki D vitamini çözeltisi

Direk yolla zenginleştirme basit ve etkili bir yol olup, sütün işlenmesi sırasında uygun bir aşamada gerçekleştirilebilir. Son ürünün besleyici ve diğer nitelikleri üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Amerika Birleşik Devletleri'nde şişe sütlerine ve hemen hemen tüm evapore sültere D vitamini ilave edilmektedir. İsveç, Birleşik Krallık ve Almanya'da da bu tür uygulamalar yapılmaktadır.

#### **1.1.1.2. A vitamini takviyeli sülter**

Yağsız ve az yağlı sültere, yaklaşık 230 g'lık bir porsiyonu 2000 IU A vitamini içerecek şekilde takviye yapılabilmektedir.

#### **1.1.1.3. Tamamlayıcı gıdalar**

Besin maddelerince zengin bir gıda tüketiminin istendiği durumlarda kullanılmak üzere, mineral ve vitamin içerikleri takviye edilen sül esaslı ürünlerdir. Bunların mineral içeriği genellikle tam yağlı sülünkine benzer olup, ilaveten demir ve bazı durumlarda manganez, bakır, iyot ve çinko yönünden zenginleştirme yapılmaktadır. Takviye amacıyla katılan vitaminler ise çoğunlukla A, D, B<sub>1</sub> (tiyamin) ve B<sub>2</sub> (riboflavin) vitaminleri ile nikotinik asittir. Bu ürünlerin bazılarında E, B<sub>6</sub> ve B<sub>12</sub> vitaminleri, biyotin, folik asit ve pantotenik asit takviyesi de yapılmaktadır. Ayrıca C vitamini yönünden bir ayarlama yapılabilmekle birlikte, bu vitamin işleme ve dağıtım sırasında kolayca tahrip olmaktadır.

#### 1.1.1.4. Kalsiyum takviyeli sütler

Son yıllarda gıdaların kalsiyum yönünden zenginleştirilmesi konusuna duyulan ilginin giderek arttığı dikkat çekmektedir. Bunun nedenleri birçok bireyin günlük kalsiyum ihtiyacını yeterince karşılayamaması, osteoporozun daha fazla görülmeye başlaması ve osteoporozla kalsiyum arasındaki ilişkinin pazarlama avantajı olarak kullanılmak istenmesidir.

Endüstriyel açıdan gelişmiş ülkelerde kişilerin çoğu kalsiyum ihtiyacını süt ürünleri tüketimi yoluyla karşılamaktadır. Ancak, dünya nüfusunu oluşturan bireylerin yaklaşık %80'nin laktoza duyarlılık gösterdiği ve bu nedenle sürekli süt tüketemediği tahmin edilmektedir. Ayrıca, sütten başka içeceklerin tercih edilmesi de birçok bireyin yetersiz düzeyde kalsiyum almasına neden olmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Kanada'da farklı yaş gruplarındaki bireyler için önerilen günlük kalsiyum alımına ilişkin miktarlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 1.1. ABD ve Kanada'da farklı yaş gruplarındaki bireyler tarafından günlük olarak alınması önerilen kalsiyum miktarları

Yaş grupları	Miktar (mg/gün)
0- 6 ay	210
6 - 12 ay	270
1 - 3 yaş	500
4- 8 yaş	800
9 - 13 yaş	1300
14 - 18 yaş	1300
19 - 30 yaş	1000
31 - 50 yaş	1000
51 - 70 yaş	1200
> 70 yaş	1200
Hamile kadınlar	
≤ 18 yaş	1300
19 - 50 yaş	1000
Emziren kadınlar	
≤ 18 yaş	1300
19 - 50 yaş	1000

Kaynak: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, 1997; Weaver'den 1999.

##### 1.1.1.4.1. Kalsiyum içeriği ve kalsiyumun biyoyararlılığı yönünden gıda kaynakları

Bir gıdanın kalsiyum bakımından bireye katkısı, bir porsiyonunun içerdiği kalsiyum miktarına ve kalsiyumun biyoyararlılığına bağlıdır. Biyoyararlılık, vücut tarafından emilen ve yararlanılan besin maddesinin oranını ifade etmektedir. Yararlanılabilir besin maddesinin iletimi, hücre tarafından özümlenmesi ve biyolojik olarak aktif şekle dönüştürülmesi işlemlerini

içine alan bir süreçtir. Emilim, gerçek ve görünür emilim olmak üzere iki kavramı içine almaktadır. Gerçek emilim, bağırsak boşluğundan taşınan bir gıdadaki besin maddesinden vücuda alınan oranı ifade eder. Görünür emilim ise, besin maddesinden vücuda alınan miktar ile fekal yolla atılan miktar arasındaki farklılık olarak tanımlanır. Bir besin maddesinin biyoyararlılığı üzerinde, gıdanın ya da gıdayı oluşturan unsurların özellikleri yanısıra yaş, cinsiyet gibi endojen faktörler de etkilidir. Kalsiyumun biyoyararlılığı konusu osteoporoz, yüksek tansiyon gibi kalsiyumla ilişkili kronik rahatsızlıkların önlenmesi bakımından önemli görülmektedir.

Toplam kalsiyum içeriği çoğu gıdanın iyi bir kalsiyum kaynağı olup olmadığını gösteren temel bir kriterdir. Süt ürünleri doğal olarak yüksek miktarda kalsiyum içeren gıdalar grubunda yer alır. Süt ürünlerinin yeterli düzeyde tüketilmemesi kalsiyumun yanısıra magnezyum, riboflavin, B<sub>6</sub> vitamini, B<sub>12</sub> vitamini ve tiamin eksikliğine de yol açar. Bu yüzden, kalsiyum bakımından zenginleştirme yapılırken magnezyum, riboflavin ve olasılıkla D vitamini yönünden yapılacak zenginleştirmeler de dikkate alınmalıdır.

Kalsiyumun biyoyararlılığı ıspanakta % 5 gibi düşük bir orandadır. Süt ürünlerindeki kalsiyumdan yararlanma oranı ise yüksektir. Farelerle yürütülen bir çalışmada, inek sütü ve Cheddar peynirindeki kalsiyumun biyoyararlılığının sırasıyla % 87.6 ve % 87.4 olduğu bulunmuştur. Süt ürünlerindeki kalsiyumun yüksek biyoyararlılık oranına sahip olması bu ürünlerdeki laktöz ve fosfopeptitlerden kaynaklanmaktadır.

#### 1.1.1.4.2. Kalsiyum metabolizması

Yetişkin bir insanın vücudunda yaklaşık 1200 g kalsiyum bulunur. Bunun % 99'u kalsiyum hidroksiapatit halinde iskelette, kalan % 1'lik kısım ise kanda ve yumuşak dokularda yer alır. İskeletteki kalsiyumun % 1 kandan kandaki kalsiyumla kolayca yer değiştirebilir. Plazmadaki kalsiyum konsantrasyonu normal olarak litrede 2.2-2.6 milimol (mM) arasında, dar bir aralıkta değişim gösterir. Bu miktar kalsiyumun bağırsaktan emilimi, üriner boşaltımı ve kemikten resorpsiyonu üzerinde ortak faaliyet gösteren başlıca 3 hormon tarafından homeostatik olarak kontrol altında tutulur. Bu hormonlar, paratiroid bezlerinden salgılanan paratiroid, tiroid bezinden salgılanan kalsitonin ve D vitamininin aktif formu olan kalsitriol'dür.

Plazmadaki kalsiyum 3 şekilde bulunur:

- iyonik ya da serbest kalsiyum halinde,
- Proteine, özellikle albümine bağlı halde,
- Sitrat, fosfat, bikarbonat, laktat ve sülfatlarla kompleks oluşturmuş halde.

Bunlardan homeostatik yolla kontrol altında tutulan kalsiyum, iyon halinde olanıdır. Kanın pıhtılaşması, nöromusküler uyanılma, enzimatik reaksiyonların aktivasyonu ve hormonal salgıların teşvik edilmesi gibi kalsiyuma

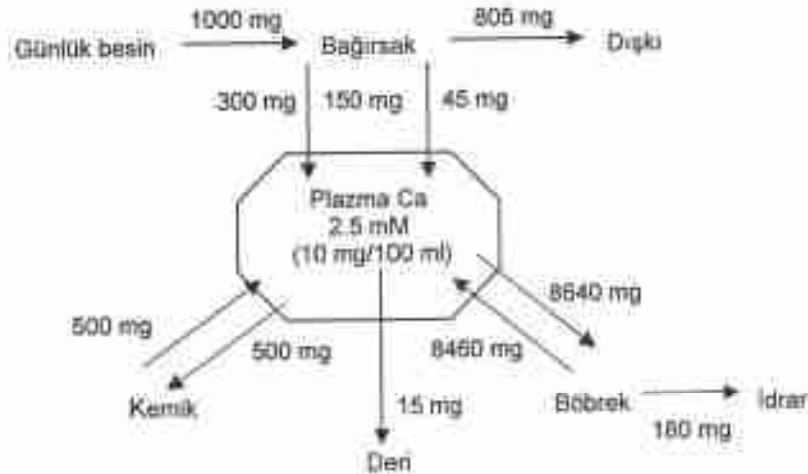
bağı birçok faaliyetin normal bir biçimde işlemesi için plazmadaki iyonik kalsiyum konsantrasyonunun korunması zorunludur.

Kalsiyumun bağırsakta emilimi iki yolla olur:

- Aktif transselüler iletim, esas olarak duodenum ve jejunumda D vitaminin aktif formu olan kalsitriol'ün öncülüğünde gerçekleşir.
- Pasif paraselüler iletim, esas olarak jejunum ve ileum'da olur.

Gıdalardan emilen kalsiyumun büyük bir kısmı gastrointestinal bariyerden pasif yolla geçer.

Alınan kalsiyumun vücuttan atılan kalsiyumu dengelediği koşullarda (Şekil 1.1), bir yetişkinin günlük besinle aldığı 1000 mg kalsiyumun yaklaşık 300 mg'ı, günlük endojen kayıpları karşılamak üzere vücut tarafından emilir. Endojen kalsiyum kaybı dışkı ve idrarda atılmak suretiyle meydana gelir. Ayrıca, deri yoluyla da önemsiz miktarda (günde 15 mg) kalsiyum kaybı olur. Fakat, aşırı terleme durumunda kayıp düzeyi artar. Kalsiyumun 150 mg kadar sindirim sıvıları ve doküntü mukoza hücreleri ile birlikte bağırsağa geçer. Bu endojen kalsiyumun yaklaşık 45 mg'ı (% 30) yeniden absorbe edilir. Dışkıdaki kalsiyum miktarı, 700 mg'ı absorbe-edilemeyen besinsel kalsiyum ve 105 mg'ı da absorbe-edilmeyen endojen kalsiyum olmak üzere toplam 805 mg'a eşittir. Kemik dokularına devredilen kalsiyum miktarı günde 250-500 mg kadardır. Difüze olabilen kalsiyum, böbreklerde, plazmadan primer idrara geçer ve daha sonra yeniden absorbe edilir. Paratiroid hormonu ve kalsitriol bu tübüler emilimi artırır. Vücudun 24 saatlik filtrasyon yükü 8640 mg'a denk olup bunun yaklaşık %98'i tübüler hücrelerden yeniden absorbe edilir ve geriye kalan 180 mg kalsiyum idrarda dışarı atılır. Kalsiyum emilimi ya da kalsiyum alımı arttığında idrarda atılan miktar da artış gösterir.



Şekil 1.1. Vücutta alınan kalsiyumla atılan kalsiyumun dengede bulunduğu bir yetişkinde kalsiyum metabolizması (Shaafama, 1998 a; Shaafama'dan, 1991).



Kemik hücrelerinin (osteoblastlar ve osteoklastlar) ortaklaşa faaliyetine bağlı olarak, kemik sürekli olarak gelişen ve yıkıma uğrayan dinamik bir dokudur. Bu süreç kemiğin yeniden biçimlenmesi olarak adlandırılmaktadır. Plazmadaki kalsiyum konsantrasyonu azaldığında paratiroid hormonu ve kalsitriol fazla miktarda salgılanmakta ve kemikten kalsiyum resorpsiyonu artmaktadır. Gelişme çağında, kemik gelişimi kemik resorpsiyonuna baskın durumdadır, 45 yaşından itibaren kemik gelişimi kemik resorpsiyonunu dengeleyememekte, bu durum daha ileri yaşlarda osteoporozu yol açabilmektedir.

#### **1.1.1.4.3. Kalsiyum metabolizmasını etkileyen faktörler**

##### **(a) Beslenme dışındaki faktörler**

###### **- Yaş ve cinsiyet**

İyi bir iskelet gelişimi sağlanabilmesi için, doğumundan erişkinliğine kadar olan süreçte, bir bireyin vücudunda yaklaşık 1200 g kalsiyum tutulması gerekir. Bu miktar vücut tarafından tutulan yaklaşık 180 mg günlük toplam ortalama kalsiyum miktarına karşılık gelmektedir. İskelet gelişiminin hızlı olduğu dönemlerde, örneğin bebeklikte ve ergenlik çağında kalsiyumun vücutta tutulumu en yüksek seviyesine erişecek ve bu nedenle kalsiyuma duyulan ihtiyaç artacaktır. Bu ihtiyaca cevap verebilmek üzere böbreklerdeki kalsitriol sentezi ve bağırsaktan kalsiyum emilimi de artış gösterir. Yaş ilerledikçe kalsiyumun bağırsaktan emilimi ya da aktif kalsiyum emilimi azalır. Kemik dokularının yaşlanmayla birlikte giderek kayba uğraması ve osteoporozu yakalanma ihtimali kısmen kalsiyum emilimindeki azalma ile bağlantılıdır. Yaşlanmayla birlikte kalsiyumun bağırsakta emilimindeki azalmanın olası nedenleri şunlardır:

- Böbreklere kalsitriol sentezinin veya kalsitriol reseptör aktivitesinin azalması.
- Kadınlarda menopoza sonrası erken dönemde östrojen hormonu seviyesinin yetersizliği ve buna bağlı olarak kemikten kalsiyum resorpsiyonunun artış göstermesi.
- Gastrik asit salgısının azalması ve bunun sonucunda bağırsak boşluğunda kalsiyum çözünürlüğünün azalması.

###### **- Hamilelik ve laktasyon dönemi**

Yeni doğan bir bebeğin vücudunda yaklaşık 25 g kalsiyum vardır ve bunun büyük bir kısmı hamileliğin son üç ayında anneden fetüse aktarılmış olan kalsiyumdur. Altı aylık laktasyon döneminde, toplam olarak 50 g kadar kalsiyum anne sütünden bebeğe geçer. Hamilelik ve laktasyon dönemlerinde vücutta sirküle eden paratiroid hormonu ile kalsitriol düzeyleri yükselir. Bu değişimler nedeniyle vücudun kalsiyum gereksinimi ve bağırsaktan kalsiyum emilimi artar.

### **- Fiziksel aktivite**

Kemik çevre koşullarına uyum sağlar ve kemiğe baskı ve güç uygulanması bağ dokusunda ve kemik yoğunluğunda artış sağlar. Kemiğin mekanik kuvvet etkisinde kalması osteoblastik (kemik dokusu oluşumuna ilişkin) aktiviteyi artırır. Fiziksel güç sarfederek iş yapan kişilerin ve maraton koşucularının hareketsiz kişilere göre daha fazla kemik kütlelerine sahip oldukları bilinmektedir. Yatakta istirahat halinde idrarla dışarı atılan kalsiyum miktarı artmakta ve bu durum iskeletten kalsiyum kaybına yol açmaktadır. Astronotlarda da uzay uçuşlarında yerçekimsizlik nedeniyle kemik kaybı meydana gelmektedir.

### **- İrk**

Siyah ırkta iskelet beyaz ırka göre daha güçlüdür ve ileri yaşlardaki kemik kaybı da daha azdır. Bu nedenle, Afrika kökenli kişilerde kemik kırıkları ve osteoporoz yaygın değildir. Siyah ırkta iskelet ve kas sisteminin güçlü oluşu genetik faktörlerin yanısıra fiziksel çalışma yükünden de kaynaklanmaktadır.

### **- Renal (Böbreklere ilişkin) fonksiyon**

Yaşlanmayla birlikte renal fonksiyon doğrusal olarak sürekli azalır. Böbrekler kalsiyum metabolizması üzerinde önemli rol oynadığından, böbrek fonksiyonundaki bozulma yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan kemik kaybında etkili bir faktör olabilir.

### **- Kalsiyum tuzlarının çözünürlüğü**

Kalsiyum tuzlarının çözünürlüğü esasen kalsiyum emilimi üzerinde fazla etkili değildir. Fakat, bağırsakta kalsiyumla birlikte çözünemeyen tuzların oluşması kalsiyum emilimini engellerken, çözünemeyen kalsiyum fosfatların oluşumunu önleyici komplekslerin meydana gelmesi emilimi artırır.

Nötr pH'daki bir suda çözünürlükten litrede 0,1-10 mM arasında olan kalsiyum tuzları ile çözünürlükleri bu sınırların dışında bulunan tuzlar arasında emilim bakımından önemli derecede farklılık olduğu saptanmıştır. Çizelge 1.2'de çeşitli kalsiyum tuzlarının çözünürlüğü ile emilimi arasındaki ilişki gösterilmiştir. Çizelgeye göre, sudaki çözünürlüğü litrede 0,1 mM'den daha az olan kalsiyum oksalatın emilimi de diğer tuzlardan çok daha düşük düzeydedir. Kalsiyum sitrat malat ile bir amino asit kelatı olan bisglisinikalsiyum ise çok yüksek miktarda çözülebilmekte ve daha fazla emilebilmektedir.

**Çizelge 1.2.** Çeşitli kalsiyum tuzlarında çözünürlüğe bağlı olarak emilim değerlerindeki değişimler

Kalsiyum kaynağı	Çözünürlüme (mM/litre)	Emilim
Kalsiyum oksalat	0,04	0,102±0,040
Kalsiyum karbonat	0,14	0,290±0,054
Trikalsiyum fosfat	0,97	0,252±0,130
Kalsiyum sitrat	7,3	0,242±0,049
Kalsiyum sitrat malat	80	0,353±0,076
Bisglisinkalsiyum	1500	0,440±0,104

Kaynak: Weaver, 1999.

### (b) Beslenme ile ilgili faktörler

#### - Öğünün etkisi

Kalsiyumun emilim oranı ile öğün sayısı arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Dolayısıyla kalsiyum gün içerisinde bölünen dozlar şeklinde alındığında, bir defada fazla miktarda alıma göre, daha fazla kalsiyum emilimi sağlanmaktadır. Ayrıca kalsiyumun günlük besinin bir parçası olarak alınması da gastrik boşaltımı yavaşlatarak emilimi artırmaktadır. Tabletlerle yapılan kalsiyum takviyesi aynı etkiyi yaratmadığından daha az yararlı olmaktadır.

#### - D vitamini

D vitamini, kalsiyum metabolizmasının düzenlenmesinde ve kemiğin mineral yükünün artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. D vitamini günlük besinle alındıktan ya da deride sentezlendikten sonra, karaciğerde kalsidiol (25-hidroksi-vitamin D) şekline, kalsidiol da böbrekte 1-alfa-hidroksilaz enzimi yardımıyla kalsitriol'e dönüşmektedir. Kalsitriol bağırsak, böbrek ve kemiklerde faaliyet göstererek plazmadaki kalsiyum ve fosfor miktarını yükseltmekte ve böylece kemiğin yeniden biçimlenmesini ve minerallerle yüklenmesini mümkün kılmaktadır.

Genel olarak, D vitamininin deride sentezlenmesi, günlük besinlerle alıma göre, vitamin ihtiyacının karşılanmasında daha fazla katkı sağlamaktadır. Vücutta sirküle eden kalsitriol'ün % 80-90'ı deride sentezlenen D vitamininden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, osteomalasia (mineral ve vitamin eksikliğine bağlı kemik yumuşaması) ve raşitizmin doğal yolla önlenmesi için D vitamininin gıdalar yerine güneş banyosu yoluyla alınması tercih edilmelidir. Muhtaç durumdaki yaşlılarda görülen kemik kaybı ve kemik kırımlarında, güneş ışığı ya da beslenme yetersizliği sonucu oluşan D vitamini eksikliğinin payı bulunabileceği belirtilmektedir. Plazmadaki kalsidiol düzeyinin osteomalasia durumundaki kalsidiol seviyesinin üzerinde tutulabilmesi için günde en az 200 IU D vitamini alınması gerektiği tahmin edilmektedir.

### **- Laktoz**

Laktozun insanlarda ve kemirgenlerde kalsiyumun pasif intestinal letimini artırdığı bilinmektedir. Bunun olası nedeni, laktozun bir kısmının bağırsağın sonuna kadar ulaşarak burada fermentasyonu teşvik etmesi, bağırsak boşluğunun pH değerini düşürmesi ve kalsiyumun çözünürlüğünü artırmasıdır. Ancak, laktozun bu etkisi her zaman görülmeyebilir. Bunun nedenlerinden birisi, Kafkas kökenli insanların bağırsaklarında laktaz aktivitesinin genellikle yüksek olması ve laktozun yalnızca az bir kısmının bağırsağın sonuna ulaşabilmesidir. İkinci nedeni ise, pasif kalsiyum letimindeki artış nedeniyle aktif intestinal kalsiyum letimi sağlayan komponentin geri tlebilmesidir.

### **-Yağ**

Yağ asitlerinden özellikle uzun zincirli doymuş yağ asitleri kalsiyumla çözünemez formda bileşikler oluşturabilir ve kalsiyumu yarayışsız hale getirebilirler. Yağ alımı, kalsiyumun biyoyararışlılığı açısından sağlıklı bireylerde fazla bir önem taşımaz, fakat, yağ malabsorbsiyonu görülen bireylerde, kalsiyumun sabunlaşmasına bağlı olarak kalsiyum emilimi azaldığı için önemli görülmektedir. Kadın sütünde palmilik asitin %85'i trigliserid molekülünün 2. kolunda yer alır ve monogliserid halinde emilir. Bu nedenle anne sütündeki kalsiyumun biyoyararışlılığı, trigliseridin 1. ve 3. kollarında palmitat bulunduran mamalarınkinden daha fazladır.

### **- Protein**

Protein yönünden zengin bir beslenme tarzı vücudun kalsiyum ve fosfor ihtiyacını artırabilmektedir. Günlük besindeki protein miktarı arttığında idrarla atılan kalsiyum miktarı da artış göstermektedir. Bunun nedenleri, insülinin fazla miktarda salgılanması ve kükürlü amino asitlerin oksidasyonu sonucu daha fazla miktarda sülfatın açığa çıkmasıdır. Protein alımına bağlı olarak idrarla atılan kalsiyum miktarındaki artışın kemik kütlesindeki kayıp bakımından önemli bir faktör olmadığı sanılmaktadır. Bu konuda daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

### **- Fosfopeptitler**

Belirli amino asitler, özellikle lizin ve kazeinin sindirimi sırasında oluşan kazeino-fosfopeptitler bağırsak boşluğunda kalsiyumla çözünür kompleksler oluşturabilir ve hücre içi pasif kalsiyum absorpsiyonunu artırır.

### **- Sodyum ve fosfor**

Protein gibi sodyum da diğer kalsiyum miktarını artırır. Bozulan kalsiyum dengesinin korunması için, gıdadan daha fazla miktarda kalsiyum emilimi gerekir. Aksi takdirde, azalan kalsiyum biyoyararışlılığı iskeletten kalsiyum resorbsiyonu yoluyla telafi edilir. Bu durum menopoz sonrası dönemdeki kadınlar açısından önemli bir noktadır.

Besindeki fosforun (polifosfat veya fitat fosfor halinde olmayan) kalsiyumun biyoyararlılığını azalttığına dair herhangi bir kanıt bulunmamaktadır. Kalsiyum bağırsakta fosforla birlikte çözünemez bileşikler oluşturarak fosfor emilimini azaltmakta birlikte, bu durumun emilen kalsiyum miktarında herhangi bir olumsuzluk yaratmadığı bildirilmektedir.

#### **- Lifli besinler**

Selüloz, hemiselüloz, lignin, karragenan, pektin gibi liflerle amiloz fraksiyonları, şeker alkolüleri ve sindirilemeyen oligosakkaritler çözünür veya çözünemez kalsiyum bileşikleri oluşturarak kalsiyum emilimini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Amiloz fraksiyonları ve şeker alkolüleri bağırsak boşluğunun pH değerini düşürerek ve fermentasyonu teşvik ederek ileum ve kolonda kalsiyum emilimini artırabilmektedir.

Besin liflerinden bazılarının yapısında bulunan negatif yüklü karboksil grupları hücre içi kalsiyumu bağlayabilmekle birlikte, sindirim işlemiyle yeterli miktarda kalsiyum serbest hale geçebilmektedir.

Lif içeriği yüksek ve aynı zamanda fitik asit bulunduran gıdalar kalsiyum emilimi üzerinde olumsuz etki yarattığı için fazla miktarda tüketilmemeleri önerilmektedir.

#### **- Fitat ve okzalit**

Kalsiyum emilimini engellediği bilinen maddelerden birisi okzalik asittir. Okzalik asit ıspanak, tatlı patates ve baklagiller familyasına dahil sebzelerde bol miktarda bulunmaktadır. Fakat, okzalit içeriği ile kalsiyum emilimi arasında doğrusal bir ilişki mevcut değildir. Örneğin, okzalit içeriği yüksek olan soya fasulyesindeki kalsiyumun biyoyararlılığı da yüksektir. Bunun nedeni henüz bilinmemektedir.

Kalsiyum emilimini olumsuz yönde etkileyen diğer bir madde fitik asittir. Fitik asit bakliyat ve hububatlarda bol miktarda bulunur, kalsiyum, magnezyum ve çinko ile çözünemez bileşikler oluşturarak kalsiyumun yararlılığını azaltabilir. Bu durum kalsiyumca zenginleştirilmiş ekmekler ve kahvaltılık gevrekleri açısından önemli bir noktadır. Örneğin, buğday kepeğinden yapılan kahvaltılık gevreği güçlü bir kalsiyum bağlama kapasitesine sahip olduğu için kalsiyumun öğünlere bölünerek alınması bile emilimin artırılmasında fayda sağlamamaktadır. Fitatin fermentasyon yoluyla, proteinlerin selektif presipitasyonu ile ya da fitaz spreyleri yardımıyla parçalanması veya ortamdaki uzaklaştırılması kalsiyum emilimini engelleyici etkisini önemli derecede azaltabilmektedir.

#### 1.1.1.4.4. Kalsiyum ve sağlık ile i lişkisi

##### (a) Kalsiyum ve osteoporoz

Osteoporoz, en basit tanımlamayla, kemiğin daha gözenekli hale gelmesi yüzünden kırılmaya karşı daha fazla duyarlık ve daha az dayanım göstermesi durumudur. Her iki cinsten ve bütün ırklarda yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan bir durum olmasına karşın, menopozun olumsuz etkisi ve ortalama ömürlerinin daha uzun olması nedeniyle kadınlarda erkeklerden daha fazla görülebilmektedir. Cinsiyet ve yaş dışındaki diğer risk faktörleri kortikosteroid fazlalığı, hipertiroidizm, hareketsizlik, alkol, sigara, kafein, bazı diüretikler ve kalıttır. Osteoporozdaki başlıbaşına risk faktörü menopozdur ve menopoz sonrası osteoporozda kalsiyum eksikliğinin olası rolü en fazla dikkat çeken konu olmuştur.

Memeli canlılarda organizma o şekilde gelişmiştir ki, ekstraselüler sıvıdaki iyonize kalsiyum konsantrasyonunun korunması iskeletin korunmasına göre önceliğe sahiptir. İskelet vücudun hem mekanik desteği hem de kalsiyum deposudur. Vücutta alınan kalsiyumdan daha fazlasının vücuttan atıldığı negatif kalsiyum dengesi durumunda, bu eksikliğin iskelet tarafından giderilmesinin osteoporozu yol açabileceği sanılmaktadır. Tabletlerle ya da süt ürünleri tüketimiyle yapılan kalsiyum takviyesi menopoz sonrası dönemdeki kadınlarda kemik kaybını önemli derecede engellemektedir. Östrojen tedavisinin kemik üzerinde direkt etkili olduğu belirtilmekle birlikte bu konudaki risk faktörlerinin belirlenmesi üzerinde daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

##### (b) Kalsiyum ve hipertansiyon

Hipertansiyon, sağlık ile ilgili diğer sorunlara yol açabilen ve ölümlü riskini artıran ciddi rahatsızlıklardan birisidir. Yüksek kan basıncı, 140 mm Hg basıncından yüksek sistolik kan basıncı ve 90 mm Hg basıncından yüksek diyastolik kan basıncı olarak tanımlanmaktadır. Yaşlanma, yüksek miktarda alkol tüketimi, aşırı kilo alma, fiziksel aktiviteden yoksun yaşam tarzı, genetik predispozisyon ve yüksek miktarda sodyum ve/veya düşük miktarda kalsiyum alımı hipertansiyona ilişkin risk faktörleridir.

Son yıllardaki çalışmaların hemen hemen tümü günlük besinden kalsiyum alımı ile hipertansiyon arasında zıt yönlü bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Buna göre, günlük kalsiyum alımının eşik değeri olan 500-600 mg'ın altında kalması halinde kan basıncı artma eğilimi göstermektedir. Ancak eşik değeri yaşa, günlük besin alımına, hormonal salgılara ve hamilelik gibi yüksek miktarda kalsiyum tüketimi gerektiren durumlara bağlı bir değişim gösterebilmektedir.

Kan basıncı yüksek bireylerde iyonik kalsiyum miktarında azalma; eritrositler, lenfositler ve trombositlerdeki intraselüler kalsiyum düzeyinde artma; paratiroid hormon düzeyinde artma ve idrarla atılan kalsiyum miktarında artma gibi belirtilere sıklıkla rastlanmaktadır. Beslenme ve sağlık uzmanlarına göre, yeterli miktarda kalsiyum, potasyum ve magnezyum alımı kan basıncının düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Kalsiyum alımının günlük alınması gereken



miktarda üzerine çıkarılması ile ortalama kan basıncı düzeyinde az bir değişim yaratılmakta, fakat bu değişimler bñe kalp hastalığı, felç ve morbidite (ölüm) riskini önemli ölçüde azaltabilmektedir.

Sağlık uzmanları kalsiyum ihtiyacının ilaçlarla takviyeden ziyade kalsiyumca zengin gıdalardan karşılanmasını önermektedir. Böylece, sodyum alımındaki kısıtlamanın potasyum ve magnezyum gibi diğer önemli minerallerde yarattığı eksiklik de giderilebilmektedir. Gıdalar yoluyla günlük 1000-1500 mg kalsiyum alımı hem hipertansiyon hem de osteoporoz riskini azaltabilmektedir. Süt ürünleri bu bakımdan yararlı gıdalardır. Birçok araştırmanın sonuçları, hipertansif bireylerin süt ürünlerini fazla miktarda tüketmediklerini ve süt ürünleri tüketiminin artırılmasıyla kan basıncının düşürülebileceğini göstermiştir.

### (c) Kalsiyum ve böbrek taşı oluşumu arasındaki ilişki

Böbrek taşlarının oluşumunu artıran risk faktörleri pre-üriner ve üriner faktörler olmak üzere iki grupta toplanır. Pre-üriner faktörler cinsiyet, yaş, meslek, sosyal sınıf, mevsim, iklim koşulları, refah düzeyi, günlük besin ve sıvı alımı, metabolizma ve genetik eğilimdir. Üriner faktörler ise, artan kalsiyum ve oksalat konsantrasyonu, yüksek idrar pH'sı ve düşük idrar hacmidir.

Böbrek taşlarının % 63-90'ını kalsiyum oksalatları, % 4-5 kadar ise kalsiyum fosfatları oluşturmaktadır.

Taş oluşumuna ilişkin başlıca 3 teori mevcuttur:

1. Presipitasyon teorisine göre, luminal sıvının kalsiyum oksalatla aşırı doygun hale gelmesi sonucu böbrek kanalları boşluğunda mikroskopik kristaller oluşur. Bu kristaller daha sonra kanal hücrelerinin yüzeyine tutunur ve taşın boyutu büyür.
2. İnhibitörlerin eksikliği teorisinde, sitrat, magnezyum, pirofosfat ve glikozaminoglikan gibi idrarda bulunabilen inhibitörlerin kristallerin gelişimini ve agregasyonunu önlediği varsayılmaktadır.
3. Matriks teorisine göre, ilk kristal oluşumunda belirli proteinlerin rolü bulunmaktadır.

Böbrek taşı oluşumuna yönelik çalışmalar, kalsiyum alımı ile taş oluşumu arasında zıt yönlü bir ilişki bulunduğunu göstermiştir. Kalsiyumun taş oluşumundaki kritik bileşen olan oksalatla bağışmakta kompleks oluşturarak çözünemeyen tuzlar meydana getirdiği ve böylece böbrek taşı oluşumuna karşı koruma sağladığı düşünülmektedir. Ancak, bu yararın sağlanabilmesi için kalsiyumun gıdalardan alınması gerekmektedir. Böbrek taşı oluşma riski bulunan bireylerin günlük kalsiyum alımını kısıtlamak yerine oksalat alımını azaltmaları, bunun için de ıspanak, çilek, buğday kepeği, pancar, çikolata, çay, kabuklu yemişler gibi oksalat yönünden zengin gıdaları daha az miktarda tüketmeleri önerilmektedir. Diğer taraftan, süt ve ürünleri gibi kalsiyumca zengin gıdaların gün içinde öğünlere bölünerek alınması, idrarla atılan oksalat miktarının azaltılması bakımından yararlı görülmektedir.

#### (d) Kalsiyum ve bağırsak kanseri arasındaki ilişki

Günümüzde bazı toplumlarda kanserin neden olduğu ölümlerde ikinci sırayı kolorektal kanseri almaktadır. Bağırsak kanseri vakalarındaki artışın yüksek miktarda yağ, yüksek miktarda fosfor ve düşük miktarda kalsiyum ve D vitamini içeren bir beslenme tarzıyla bağlantılı olduğu iddia edilmektedir. İnsanlar ve hayvanlarla yürütülen deneylerin sonuçları, kalsiyum alımı ile bağırsak kanseri riski ve kolon mukozasındaki hücre büyümesi arasında zıt bir ilişki bulunduğunu öne süren hipotezi destekler yöndedir. Gıdalardan kalsiyumun emilmesi ve vücudun kalsiyumdan yararlanması üzerinde olumlu etkiye sahip olan D vitamini de bağırsak kanseri riskini ve hücre büyümesini azaltmaktadır.

#### 1.1.1.4.5. Takviye amacıyla kullanılacak kalsiyumun seçimi

Gıdaların zenginleştirilmesi amacıyla kullanılacak kalsiyum kaynağının seçiminde aşağıdaki noktalar dikkate alınmalıdır:

- Vücut tarafından yüksek düzeyde emilebilirdir.
- Kemik kütlesinde artış sağlamaya elverişli olmalıdır.
- Ucuz olmalı ve güvenli bir şekilde kullanılabilir.
- Taşiyici gıdanın nitelikleri üzerinde olumsuz bir etki yaratmamalıdır.

Çeşitli kalsiyum kaynaklarından kalsiyumun emilebilirliği ile bu tuzların çözünürlüğü arasındaki bağlantıya daha önce değinilmiş idi.

Takviye amacıyla kullanılan kalsiyum kaynağı bireyin gelişme çağında kemik kütlesinde en yüksek düzeyde artış sağlayacak ve ileri yaşlarda kemik kaybını azaltabilecek bir etkiye sahip olmalıdır. Bu bakımdan kalsiyum sitrat malatın kalsiyum karbonat'tan daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca laktoglukonat gibi süt ekstraktlarının da takviye amacıyla yararlanılabilecek ideal kaynaklar olduğu bildirilmektedir.

Emilim bozuklukları olan bireylerde düşük molekül ağırlıklı kalsiyum tuzlarının kullanımı önerilmektedir. Molekül ağırlığı 100 kilodalton'dan az olan kalsiyum karbonat ve kalsiyum oksalat gibi tuzlar D vitaminine dayalı aktif absorpsiyon mekanizmasından ziyade pasif difüzyon yoluyla absorbe edilebilmektedir.

Zenginleştirme amacıyla kullanılacak kalsiyum kaynağı katıldığı gıdanın nitelikleri üzerinde olumsuz herhangi bir etki yaratmamalıdır. Çözünürlüğü yüksek olan kalsiyum tuzlarından fazla miktarda kullanılabilir, çünkü bunlar katıldığı gıdalarda depolama aşamasında sediment oluşturmaz. Diğer taraftan kalsiyum yönünden zengin olan tuzlardan daha az miktarda kullanılabilir. Aşağıda Çizelge 1.3'de değişik kalsiyum tuzlarının kalsiyum içerikleri gösterilmiştir.



Çizelge 1.3: Çeşitli tuzların kalsiyum içerikleri

Kaynak	%
Kalsiyum sitrat malat	30
Karbonat	40
Sitrat	21
Dikalsiyum fosfat	31
Dolomit	22
Glubiyonat	15
Glukonat	9
Laktat	13
Trikalsiyum fosfat	38

Kaynak: Weaver, 1999.

Çizelgede yer alan tuzlar arasında kalsiyum karbonatın zengin bir kaynak olduğu anlaşılmaktadır. Kalsiyum karbonat aynı zamanda ucuz bir kaynaktır. Fakat, çözünürlüğü düşük orandadır ve ısıtma işlemleri sırasında kalsiyum karbonattan karbondioksit açığa çıkmaktadır. Bu da çoğu zaman gıdalarda istenmeyen bir durumdur.

#### 1.1.2. Az yağlı sütler

Sütün yağının çekilmesi, yağsız besin maddelerinin tümünde bir artış yaratarak besleyici değeri de artıracaktır için zenginleştirme olarak kabul edilebilir. İçme sütleri bazı ülkelerde aşağıdaki yağ oranlarında satışa sunulmaktadır:

- Yağ içeriği en az % 3.5 olacak şekilde standardize edilen sütler,
- Standardize edilmeyen, en az % 3 yağ içeren sütler,
- Yağ içeriği % 1.5 - 1.8 arasında değişen yarım - yağlı sütler,
- En fazla % 0.3 yağ oranına sahip yağsız sütler.

Yağ içeriği azaltılan sütler tam yağlı süt kadar lezzetli bir tada sahip değildir. Yağ içeriğinin % 2.5'in altına düşürülmesi ile lezzetteki azalma belirgin bir hale gelmektedir. Az yağlı sütlerde karşılaşılan bu olumsuzluğu giderebilmek için izlenebilecek yollar şunlardır:

- Toplam yağsız kurumadde içeriği % 11 dolayında olacak şekilde, kısmen yağ çekilmiş süte yağsız sütozu ya da koyulaştırılmış yağsız süt ilave edilebilir.
- Ultrafiltrasyon tekniği ile sütün protein içeriği % 5.5'e çıkarılabilir. Bu yolla üretilen % 1.5 yağlı sütün, % 3.5 yağlı sütünkine yakın duyuşsal niteliklere sahip olduğu görülmüştür.
- Yağ içeriği % 1.5 olan sütte toplam protein içeriği % 4.3 olacak şekilde, peyniraltı suyu protein konsantratu kullanılabilir. Bu yolla, % 2.8 yağlı veya tam yağlı sütün zenginleştirilmesi tadı olumsuz yönde etkileyebilir.

- % 3.7 civarında yağ içeren sıvı süt, % 2 yağlı bir ürün elde etmek üzere yayıkaltı (tatlı kremadan) içinde emülsifiye edilir.

### 1.1.3. Zayıflamaya yardımcı sütler

Kilosunu kontrol altında tutmak isteyen tüketicilere yönelik, fakat aynı zamanda 1 litre sütteki esansiyel besin maddelerinin tümünü karşılayan sütlerdir. Suyu veya süte (yağsız/yağlı) karıştırılarak kullanılabilen toz halinde ve pastörize ya da sterilize sıvı halinde üretilebilirler. Bir öğünde sağladıkları enerji 125-230 kilokalori arasında değişir. Süt ve süt kurumaddesine ilaveten çoğunlukta soya ürünleri, mısır özü yağı, nişasta ve aroma maddeleri bulunur.

## 1.2. Sunum Amacıyla Takviye Edilen Sütler

### 1.2.1. Aromalı sütler

İçme sütlerinin aromalı olarak piyasaya sunulması daha geniş bir tüketici kitlesi tarafından kabul görmesini sağlamaktadır. Yağ içeriği düşük, yağsız kurumaddede içeriği yüksek içme sütleri aromalı olarak üretilebilmektedir. Aşağıdaki çizelgede tipik bir aromalı süt formülasyonu gösterilmiştir.

Çizelge 1.4. Tipik bir aromalı süt formülasyonu

Katılan unsurlar	Miktarlar, %
Süt	95.00
Aroma maddesi	0.10
Renk maddesi	0.01
Tatlandırıcı	5.00
Stabilizer (isteğe bağlı)	0.05
Diğer katkı maddeleri (isteğe bağlı)	-

Kaynak: Werry, 1984.

### 1.2.1.1. Aromalı süt üretiminde kullanılan maddeler

#### 1.2.1.1.1. Aroma maddeleri

Temel olarak bir aroma, çözücü bir sistemde çözündürülmüş aroma materyallerinin karışımından oluşur. Kullanılan aroma materyalleri esansiyel yağlar (nane yağı gibi), turuncgüç yağları (portakal veya mandalin yağı), meyve suları (çilek suyu), yumuşak meyveler ve ekstraktlar (vanilya ekstraktı)dir. Bunların dışında baharatlar da kullanılabilirler.

Kimyasal kökenli aroma materyalleri hidrokarbonlar, alkol, aldehitler, asitler, esterler, ketonlar ve laktonlardır. Bunların birçoğu doğada bulunanlara özdeş maddelerdir. Doğada mevcut olmayan, fakat güvenli bir şekilde kullanılabilen aroma materyalleri de vardır. Etil vanilin bu tipte bir aroma materyalidir.

Çözücü olarak kullanılan maddeler ise propilen glikol, etanol veya gliserol diasetatdır.

İçme sütlerinin aromalandırılmasında karşılaşılan sorunlar iki grupta toplanabilir:

**(a) Süt bileşenlerinin niteliğinden kaynaklanan sorunlar.** Süt, proteinler, şekerler ve tuzların oluşturduğu sulu fazda yağ emülsiyonu halinde olan bir sistemdir. Bu nedenle, önce aromanın hangi fazda çözünür olması gerektiğine karar verilmelidir. Aroma maddelerinin çoğunluğu suda çözünmediği için, genellikle sulu faz seçilir. Bununla birlikte, lipofil karakterli aroma maddeleri yağ globüllerine doğru göç edebilir, bu da lezzetli tat sağlayıcı etkilerinin maskelenmesine yol açar ve depolama sırasında tüm tat profili değişebilir.

Sütün yağ oranı da önemli bir noktadır. Yağ oranı %0.8'in altında olduğu takdirde tatsız ve kıvamı az bir ürün elde edilir. Bu sorunu bir dereceye kadar çözebilmek için ürünün şeker içeriği artırılabilir veya belirli stabilizerler katılarak kıvamda biraz artış sağlanır. Krema veya aroma maddeleri ilavesiyle de ürünün ağızda bıraktığı lezzet artırılabilir.

**(b) Süte uygulanan işlemlerin yol açtığı sorunlar.** Sütün ısı ileme tabii tutulması  $\beta$ -laktoglobülünün denatürasyonuna ve bunun sonucunda da yüksek düzeyde sülfidril grubunun açığa çıkmasına yol açar. Sülfidril grupları reaktif durumda oldukları için, geleneksel ve UHT yöntemiyle sterilize sütlerde pişmiş tadın kısmen sorumlusu olabilen hidrojen sülfür, merkaptanlar, sülfürler ve disülfürler gibi bileşikler oluşturmak üzere reaksiyonlara girerler. O nedenle bu tip sütlerin tadı yaratırken sülfür içeren aroma materyallerinin elemine edilmesine ya da az düzeyde kullanılmasına dikkat edilmelidir.

Birçok aroma materyali pastörizasyonda uygulanan sıcaklık ve süre koşullarında stabil durumdadır. Fakat UHT yöntemiyle sterilizasyonda değişik aroma materyalleri birbirleriyle ya da süt bileşenleri ile reaksiyonlara girebilirler. Ayrıca, UHT sütün kendine özgü tipik bir tadı vardır. Bu yüzden katılacak aroma maddelerinin bu tade uygun ya da onu maskeleyecek nitelikte olması gerekir. Bunlardan başka, direk yöntemle UHT sterilizasyon işleminin soğutma aşaması da sorunlar yaratabilir. Sterilizasyon sıcaklığına ısıtmanın direk buhar enjeksiyonu yoluyla gerçekleştirildiği bu yöntemde süte karışan buhar yoğunlaşarak sütün su içeriğinde bir artışa yol açar. Vakumla soğutma aşamasında fazla su süttten su buharı halinde ayrılır. Bu işlem bir nevi buhar destilasyonu sayıldığından su buharıyla taşınabilen uçucu bileşikler bu esnada kayba uğrar. Aroma maddelerinin seçiminde bu hususa dikkat edilmelidir.

Çikolataı sütlerin çoğu kakao tozu kullanılarak üretilir. Kakao tozu suda çözünemediği için kutunun dibinde tortu oluşturabilir. Bunu önlemek için stabilizer kullanımı zorunludur. Stabilizer süte ayrı olarak katılabilir veya önceden stabilize edilmiş kakao tozundan yararlanılır. Homojenizasyon işlemi bu sütlerin üretiminde kullanılan bazı stabilizerler üzerinde kısmen

tahrip edici bir etki yaratabilir ve ayrıca sütün renginin açılmasına neden olabilir. Renkteki açığa tam yağlı sütlerde daha belirgin olarak meydana gelir. Renk maddeleri ilavesiyle ya da "Dutch tipi" kakao tozu kullanılarak daha koyu renkte ve kabul edilebilir niteliği yüksek bir ürün elde edilebilir. "Dutch tipi" kakao tozu, kakao tanelerinin alkali bir çözeltide ısıtılması suretiyle elde edilir. Bu işlem kakao tozunun daha koyu renkli ve daha az acı olmasını sağlar.

Çikolatalı sütlerde kakao tozu kullanımı tat profilinin tam olarak sağlanmasında yetersiz kalır. Kakao tozu ile uyumlu bir aroma maddesi seçilerek hem üstün nitelikte bir ürün elde edilebilir hem de kullanılacak kakao tozunun miktarında bir azaltma sağlanarak üretim maliyeti düşürülebilir.

#### 1.2.1.1.2. Renk maddeleri

Renk maddeleri piyasada suda çözünen toz ya da sıvı halinde bulunmaktadır. Renk maddelerinin seçiminde etkili olan faktör, kullanılacağı ürünün sahip olduğu koşullarda stabilitesini koruyabilmesidir. Aromalı sütlerde renk maddesinin stabilitesi üzerine etkili faktörler şunlardır:

**Işık:** Tüm renk maddeleri kuvvetli güneş ışığına maruz kaldıklarında renklerini bir dereceye kadar yitirirler.

**pH değeri:** Birçok renk maddesi kimyasal indikatörler gibi faaliyet gösterir ve belirli pH değerlerinde rengini değiştirir.

**İşleme sıcaklığı:** Yüksek sıcaklık dereceleri genellikle rengi bozar.

**İndirgen maddelerin varlığı:** Depolama sırasındaki fermentatif işlemler veya belirli şekerlerin indirgen faaliyeti renk maddelerini etkileyebilir.

Aromalı sütlerde en fazla kullanılan doğal renk maddeleri şunlardır:

- **Carmine,** kırmızı renk maddesidir. Orta Amerika ülkelerinde yaşayan bir böcekten elde edilir. Hemen hemen tüm pH değerlerinde çözünebilir, fakat düşük pH değerlerinde presiplasyona uğrayabilir. Isıl işlem sırasında stabilitesini korur.
- **Annatto,** sarı renk oluşturur. Tropik bir badur ağacın tohumundan elde edilir. Suda çözünebilmesi için, önce yağda çözünen annatto ekstrakte edilir, daha sonra bu form sodyum ya da potasyumu tuz haline dönüştürülür. Suda çözünebilir annatto nötral pH değeri ile yüksek pH değerlerinde stabildir. Isıya orta düzeyde dayanım gösterir.
- **Karamel,** kahve rengi oluşturur. Doğal şekerlerin bir katalizör eşliğinde ısıtılması suretiyle üretilir. İyi bir stabiliteye sahiptir.

### 1.2.1.1.3. Tatlandırıcılar

Bu maddelerin aromalı sütlerdeki fonksiyonları şnlardır:

1. rn tatlandırmak.
2. Karbonhidratın sağladığı kaloriyi daha da artırmak.
3. rne iyi bir yapı kazandırmak ve lezzetini artırmak.
4. Stabilizerlerin ve toz halindeki aroma maddelerinin sütte dispers hale gelmesine yardımcı olmak.

Yukarıdaki fonksiyonları yerine getirmek üzere kullanılacak maddelerle bunların tatlandırma dereceleri aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 1.5. Çeşitli tatlandırıcı maddeler ve nisbi tatlandırma dereceleri

Tatlandırıcı	Nisbi tatlandırma derecesi
Frktoz	175
Invert şeker	125
Sakaroz	100
Glikoz (dektroz)	75
Sorbitol	60
Yüksek frktozlu mısır şurubu	30
Laktoz	15
Sakarın, siklamatlar, vb.	-

Kaynak: Werry, 1984.

Sakaroz asitlendirilmeyen sütlü içeceklerde, çocuklar ve yetişkinlere göre değişmek üzere, sırasıyla ortalama % 4-6 ve % 2.5-3.5 oranlarında kullanılır. Asitli içeceklerde kullanım oranı genellikle % 5-10 arasındadır. Sterilize sütlerde tatlandırıcıların kullanımı Mallard reaksiyonuna yol açabilir. Fakat, sakaroz indirgen şekerler veya serbest monosakaritler bulundurmadığı için esmerleşmeye yol açmaz.

Glikoz, früktoz ve invert şeker belirli amaçlarla tüketicilerin ürünlerin üretiminde kullanılır.

Laktoz kullanımı, aynı zamanda bir yan ürün olan peyniraltı suyunun değerlendirilmesi bakımından avantajlıdır. Olumsuz yönleri ise şnlardır:

- Tatlandırma derecesinin sakarozdan az olması nedeniyle daha fazla laktoz kullanımına gerek duyulması ve bu yüzden ürünün laktoz içeriğinin yüksek olması.
- Düşük oranda çözünürlüğe sahip olduğu için kristalizasyona uğrayabilmesi ve üründe kumlu bir yapıya yol aması.

Mısır şurupları, çikolatalı sülterde sakarozdan daha iyi sonuç verirler, çünkü çikolata aromasını daha az maskeleyici etkiye sahiptirler. Sterilize sülterde kolaylıkla esmerleşmeye yol açarlar.

#### 1.2.1.1.4. Stabilizerler

Stabilizerler ve kıvam artırıcıların çoğunluğu doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir. Bununla birlikte, bazıları, belirli bir özellik kazandırmak amacıyla kimyasal olarak değişime uğratılabilir. Süt endüstrisi açısından önem taşıyan stabilizerler polisakkaritlerdir. Stabilizerlerin tümü hidrofilik oldukları ve çözeltide kolloidal bir dağılım gösterdikleri için genellikle hidrokoloid olarak anılmaktadır. Hidrokoloidler güçlü lipofil ve hidrofil özelliklerin kombinasyonundan yoksun oldukları için emülsifierler gibi işlev görmezler. Suda yüksek bir çözünürlük gösterir ve viskoziteyi artırabilirler.

Aromalı sülterde en fazla kullanılan stabilizerlerden bazıları Çizelge 1.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 1.6. Aromalı sülterde kullanılabilen stabilizerler

Elde edildiği kaynak	Stabilizer
Deniz yosunlarından elde edilen ekstraktlar	Karragenan Aljinatlar Fursellaran (Danimarka agarı)
Tohumdan elde edilen sakızlar	Keçi boynuzu sakızı Guar sakızı
Bitki ekstraktları	Pektin
Biyosentetik sakızlar	Ksantan sakızı
Selüloz türevleri	Karboksimetil selüloz
Niştalar	Modifiye mısır niştası Modifiye tapiyoka niştası

Karragenan, İrlanda yosunundan elde edilen doğal bir stabilizerdir. Elle toplandığı için fiyatı yüksektir, fakat az miktarlarda kullanılması bu olumsuzluğu dengeler. Karragenanın en önemli özelliği kazeinle reaksiyona girebilmesidir. Kazein misellerinin agregasyon düzeyini değiştirebilme yeteneğine bağlı olarak, kakao ve diğer taneciklerin sülte süspansiyon halinde kalmalarını mümkün kılar. Düşük miktarlarda, örneğin %0.03 oranında kullanıldığında sülün viskozitesini bir miktar artırır. Viskozitedeki bu hafif artış, az yağlı sülterin tadında da bir artış yaratabilir. Karragenanın yüksek oranlarda (% 0.15) kullanımı güçlü jel oluşumu ile sonuçlanır.

Ticari aljinatlar, mekanik yolla hasat edildikleri için karragenandan daha ucuzdur. En önemli özellikleri, ortamda kalsiyum gibi iki değerli iyonların var olması halinde jelleşmeye neden olmalarıdır. Çikolatalı sülterde kakao tozunu

stabilize etmek amacıyla kullanılan sodyum aljinat, sütte doğal olarak bulunan kalsiyumun bir kısmı ile reaksiyona girerek süspansiyonun çökelme (sedimentasyon) oranını azaltır ve aynı zamanda viskoziteyi artırır.

Fursellaran (Danimarka ağarı), taşıdığı özellikler bakımından karragenana fazla benzerlik gösterir. Çikolatalı sütte, yaklaşık % 0.04 oranında kullanıldığında, iyi bir stabilizasyon sağlar. Asitli ortamlarda karragenandan daha stabil bir durum sergiler.

Keçi boynuzu sakızı, jelleşme özelliği göstermez, fakat geniş bir pH aralığında viskozitesi bir miktar değişebilir. Düşük pH değerine sahip sütlü içeceklerde genellikle karragenana birlikte kullanılır.

Guar sakızı, keçi boynuzu sakızına benzer özelliklere ve kullanım alanına sahiptir. Farklılığı, soğuk sütte keçi boynuzu sakızından daha hızlı bir şekilde ve tamamen hidratize olmasıdır.

Pektin sakızları, turunçgil kabuğundan ve elma meyvesinin etli kısmından elde edilir. Ticari pektinler esterleştirme derecelerine göre sınıflandırılır. Yüksek metoksil pektinlerde esterleştirme derecesi genellikle % 50-80 arasında, düşük metoksil pektinlerde de % 20-50 arasında değişir. Kazenin izoelektrik noktasının (pH 4.6) altındaki pH değerlerinde kazein miselleri pozitif, yüksek metoksil pektinler ise negatif elektrik yüküdür, bu nedenle asidik ortamlarda oluşan kazein-pektin kompleksi presipitasyona karşı dayanıklıdır. Düşük metoksil pektinler ise, kalsiyum iyonları yardımıyla pektin zincirlerinin birbirine bağlanması sonucu jel oluştururlar.

Ksantan sakızı, uzun süreli ısıtma işlemlerinde ve düşük pH değerlerinde olağanüstü bir dayanım gösterir. Bu yüzden düşük pH değerine sahip sütlü içeceklerin stabilizasyonunda yarar sağlar.

Karboksimatli selüloz, pH değeri 4 - 6.5 arasında olan sütlü içeceklerde stabilite sağlamak ve dolgun bir yapı ve tat özelliği kazandırmak amacıyla, karragenan veya propilen glikol aljinatla birlikte kullanılır.

Nişastalar, önceden jelatinize edilmiş mısır nişastası ve tapiyoka nişastası halinde çikolatalı sütleri stabilize etmek için kullanılır.

#### **1.2.1.1.5. Diğer katlı maddeleri**

Ekşi tada sahip sütlü içeceklerin üretimi için ortama tampon tuzlar ilave edilebilir. Böylece sütün pıhtılaşmasına meydan vermeden istenen tadın yaratılması mümkün olabilir. Meyve sularınıninkine benzer bir tat oluşturmak için sitrik asit/trisodyum sitrat sisteminden, yoğurt benzeri bir tat oluşturmak için de laktik asitten yararlanılır. Bu amaçla uygulanabilecek diğer bir yol konuyu hidrokoloidlerin kullanımınıdır.

Aromalı sütler protein yönünden zenginleştirilebilir. Ancak bu durumda proteini ısıtma işlemi ve depolamanın olumsuz etkilerine karşı korumak için süte genellikle fosfatlar ve/veya sitratlar da katılır. Zenginleştirme amacıyla



kullanılabilen protein ürünleri, sodyum kazeinat, modifiye kazeinden türetilen glikoproteinler, serum proteini izolatları ve mısır nişastası ile kısmen kompleks oluşturmuş halde bulunan, yağından ayrılmış ve koyulaştırılmış peyniraltı suyudur.

Aromalı sültere, özellikle yüksek sıcaklığa sahip yörelerde, daha uzun raf ömrüne sahip olması için doğal koruyucu bir madde olan nisin katılabilir.

Aromalı sültere sıklıkla katılan vitaminler B-kompleksi vitaminler (tiyamin, riboflavin ve nikotink asit), A vitamini ve askorbik asittir. Bazı ölkelerde D vitamini de katılır. Minerallerden demir ve iyot yönünden zenginleştirmek için ferrik amonyum sitrat ve potasyum iyodürden yararlanılır.

### **1.3. Sağlık Nedeni İle Takviye Edilen Sülter**

#### **1.3.1. Kalp rahatsızlığı bulunan bireylere yönelik sülter**

Bazı kalp rahatsızlıklarında günlük besindeki sodyum düzeyinin azaltılması gerekir. Böyle durumlarda, nisbeten yüksek düzeydeki sodyum içeriği sütün istenmeyen bir gıda haline gelmesine yol açar. Sodyum içeriği düşük süt üretimi için, iyon değişimi veya elektrodiyaliz tekniklerinden yararlanılır. Fakat bu yolla kalsiyum ve magnezyum düzeylerinde de azalma meydana gelebilir.

Kalp rahatsızlığı ile kolesterol düzeyi arasında kesin bir ilişki bulunmamakla birlikte, hipokolesteremik besinleri tüketmek isteyen bireylere yönelik ürünlerin hazırlanmasında, sütte aşağıdaki adaptasyonlar yapılmaktadır:

- Toplam yağ içeriğinin azaltılması.
- Biyomanipülasyon yoluyla ya da bazı bitkisel yağlar kullanarak çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinin artırılması.
- Kan kolesterol düzeyini azaltıcı bir etki yaratmak amacıyla yaykaltı kullanarak yağ globül membran materyalinin artırılması.

#### **1.3.2. Laktoz intoleransı görülen bireylere yönelik ürünler**

Laktoz intoleransı, doğuştan veya bir enfeksiyon ya da yetersiz beslenme sonucu laktaz enziminin yokluğu veya eksikliğinden ileri gelen bir rahatsızlık halidir. Bu durumda, laktoz parçalanmamakta ve artan laktoz yoğunluğuna bağlı olarak bağırsakta yüksek bir ozmotik basınç oluşmaktadır. Oluşan bu basınç, bağırsak boşluklarına doğru bir su akımı yaratarak şişkinlik, bağırsakta gaz birikimi, sancı ve ishal gibi rahatsızlıklara neden olmaktadır.

Laktoz intoleransı görülen bireylere yönelik ürünlerin üretiminde, uygun enzimler yardımıyla laktozun glikoz ve galaktoza parçalandığı süt ve/veya peyniraltı suyundan yararlanılmaktadır. Laktozun parçalanması ile aynı zamanda sütün tatlılık düzeyinde de bir artış meydana gelir. Bunun nedeni, glikoz ve galaktozun laktozdan daha tatlı olmasıdır. Laktozun hidrolizasyon



düzeyine bağlı olarak artan tatlılık bu tip sütün aromalı süt ve ürünlerinde de kullanılabilmesine olanak sağlar. Böylece süte katılması gereken sakaroz ve kakao tozu miktarları azaltılabilir. Bu da, aromalı süt ve ürünlerinin başlıca tüketicisi olan çocuklarda aşırı şeker alımının ve diş çürüklerinin önlenmesi bakımından yararlı görülmektedir.

Laktaz olarak bilinen  $\beta$ -galaktozidaz enzimi laktozun  $\beta$ -galaktozid bağlarının parçalanmasında katalizör görevi görür. Bu enzim bazı küller, bakteriler ve mayalar tarafından üretilir. Ticari olarak *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces lactis*, *Kluyveromyces fragilis* ve *Escherichia coli* den elde edilir. Bunlardan *Saccharomyces* ve *Kluyveromyces* enzimlerinin GRAS (Generally Regarded as Safe) statüsü onaylanmıştır. Aşağıdaki çizelgede bazı ticari laktaz enzimleri ve özellikleri verilmiştir.

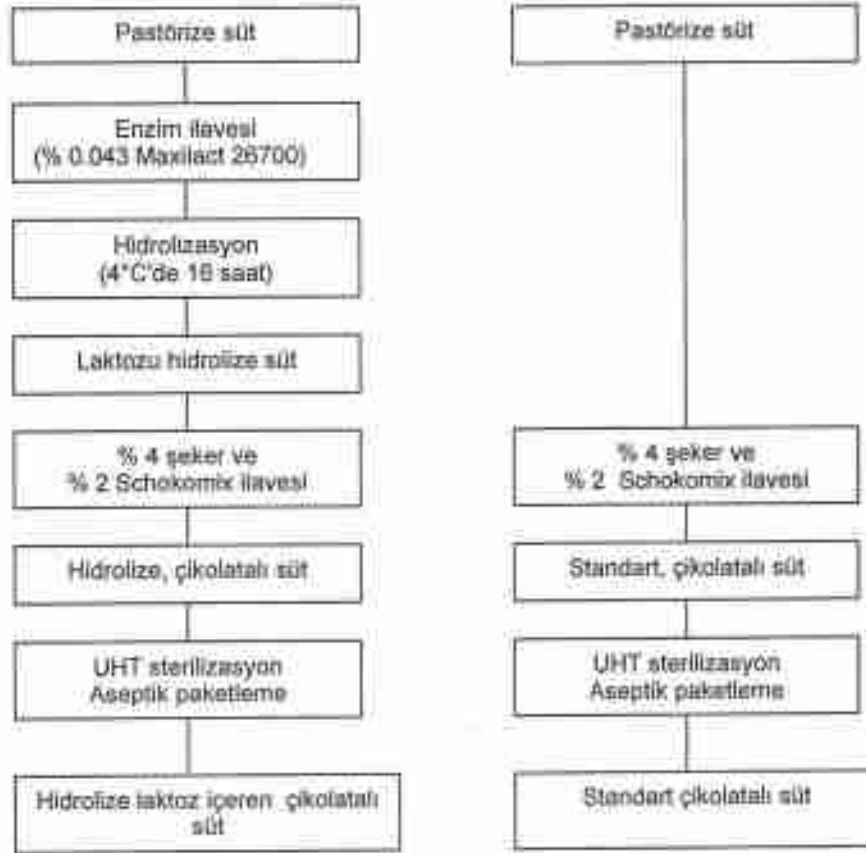
**Çizelge 1.7.** Bazı ticari laktaz enzimleri ve özellikleri

Enzim	Ticari adı	Çalışma sıcaklığı	Optimum aktivite	Optimum stabilite	Kullandığı ürün
<i>A.niger</i> laktazı (asit laktaz)	Lactase LP	55°C	pH 4 - 4.5	pH 3 - 7	Asit peyniraltı suyu
<i>S.lactis</i> laktazı (nötral laktaz)	Maxilact L2000	35°C	pH 6.8 - 7	pH 6 - 8.5	Süt Maya peyniraltı suyu
<i>Kluyveromyces fragilis</i> laktazı	Lactozym 3000L	45°C'ye kadar	pH 6 - 7		Süt, Peyniraltı suyu

Shah (1999) ve Olesen (1982)'e göre düzenlenmiştir.

Laktozu hidrolize süt üretimi için, "Tetra Lacta" olarak adlandırılan bir işleme göre, çok az miktardaki laktaz enzimi, UHT yöntemiyle sterilizasyondan sonra kutulara aseptik dolun yapılırken, steril bir filtreden geçirilerek süte katılır. Sütün depolanması sırasında, 7-8 gün içerisinde enzimin faaliyeti ile laktoz kendini oluşturan monosakkaritlere parçalanır. Süte katılacak enzim miktarı laktozun hidrolizasyon derecesine ve hidrolizasyonun gerçekleştiği sıcaklık/süre koşullarına bağlı olarak değişir. Enzim miktarı ve hidrolizasyon sıcaklığı arttıkça hidrolizasyon oranı da artar.

Laktozu hidrolize edilen süten çikolatalı süt üretiminde ise, süt pastörize edilir ve ön denemelerle belirlenen miktarda enzim süte katılır. Sütü sürekli karıştırmak suretiyle hidrolizasyon 4 - 6°C'de 12 - 16 saat içerisinde gerçekleştirilir. Bu sırada laktozun % 75 - 90'ını glikoz ve galaktoza parçalanır. Hidrolizasyondan sonra süte çikolata miksi ve sakaroz ilave edilir. Homojenizasyon ve UHT yöntemiyle sterilizasyon işlemlerinden sonra aseptik paketeleme yapılır. UHT işlemi sırasında enzim inaktif hale gelir. Şekil 1.2'de hidrolize laktoz içeren süten çikolatalı süt üretim aşamaları, bir karşılaştırma yapmak amacıyla, standart çikolatalı süt üretim aşamaları ile birlikte verilmiştir.



Şekil 1.2. Laktözü hidrolize süttten çikolatalı süt üretimi (Reimerdes, 1982).

Laktözü hidrolize dondurma üretimi için, miks pastörizasyondan önce 40°C'de 2 saatte veya olgunlaştırma sırasında 5°C'de hidrolize edilebilir. Ayrıca, miksın hazırlanmasında süt yerine hidrolize laktöz içeren peyniraltı suyundan yararlanılabilir.

Cheddar ve Cottage gibi peynirlerin yapımında da laktözü hidrolize süttten yararlanılabilir. "Lactozym" enzimi yardımıyla laktözün % 55-80 oranında hidrolize edildiği süttten üretilen Cheddar peynirinde hızlı bir tat gelişimi sağlandı ve peynirin 3-4 ay sonunda geleneksel yolla üretilerek 6-8 ay depolanan peynirdekine benzer bir tat, yapı ve tekstüre sahip olduğu bildirilmektedir.

Laktözü sindiremeyen bireylerin tüketimine sunulacak ürünlerin yapımında izlenen diğer bir yol ise, süte veya peyniraltı suyuna ultrafiltrasyon gibi işlemlerin uygulanması suretiyle laktöz içeriğinin azaltılmasıdır.

### 1.3.3. Süt proteini alerjisi bulunan bireylere yönelik ürünler

Alerjik reaksiyonlara yol açan süt proteinin genellikle serum proteinleri ve özellikle de  $\beta$ -laktoglobulin olduğu kabul edilmektedir.  $\beta$ -laktoglobulinin kazeinle kompleks halde bulunması alerji sorununu en aza indirmektedir. Bu nedenle sütü hypo-alerjen hale getirmek için başvurulan yollardan birisi süte ısıtma işlemidir. Isı işlem uygulaması  $\beta$ -laktoglobulinin, midede kazeinle kompleks halinde, % 99'a ulaşan oranda presipite olmasını sağlayacak bir düzeyde olmalıdır.

### 1.3.4. Vitamin veya mineral eksikliği durumunda yararlı olan ürünler

A ve D vitaminlerinin eksikliği, sırasıyla körlük ve raşitizm gibi sorunlara yol açmaktadır. Böyle durumlarda söz konusu vitaminlerle zenginleştirilmiş yağsız süttozlarından yararlanılmaktadır. Bu vitaminler kurutma aşamasından önce katılabilir, ancak bu durumda stabilite sorunları ile karşılaşılabilir. O nedenle, kurutma işleminden sonra süttozuna dışı jelatinle kaplı kapsüller halinde katılmaları daha yaygın bir uygulamadır. Zenginleştirme için 100 gram süttozuna retinol halinde 1500 mikrogram A vitamini ve kolkalsiferol halinde 12.5 mikrogram D vitamini ilave edilmektedir.

## KAYNAKLAR

- JONES, V.A., W.J.HARPER, 1976.** General Processes for Fluid Milks. In: "Dairy Technology and Engineering". Ed. by W.J.Harper and C.W.Hall. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, USA. pp.141 - 184.
- KON, S.K. 1975.** Treated liquid milk and milk products. In: "Milk and Milk Products In Human Nutrition". Second ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. pp. 39 - 41.
- McCARRON, D.A. 1998.** Diet and blood pressure in adults -The paradigm shift. In: "Dairy Foods in Health". Int. Dairy Fed. Bull. No: 336. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 28 - 30.
- MCINTOSH, G.H. 1997.** Calcium and colon cancer prevention. In: "Dietary calcium in health". Int. Dairy Fed. Bull. No: 322. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 16 - 18.
- METTLER, A.E. 1980.** Fortified milk and supplements. J.Soc. Dairy Technol., 33: 150 - 158.
- MILLER, G.D., S.M.GROZIAK. 1997.** Calcium and blood pressure. In: "Dietary calcium in health". Int. Dairy Fed. Bull. No: 322. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 25 - 28.
- NORDIN, B.E.C. 1997.** Calcium and osteoporosis. In: "Dietary calcium in health". Int. Dairy Fed. Bull. No: 322. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 4 - 10.

- OLESEN, T. 1982.** Enzymatic modification of milk. In: "Dairy ingredients in foods". Seminar Proceedings, Luxemburg- May 1981. Int. Dairy Fed. Document 147, Int. Dairy Fed., 41 Square Vergote, 1040 Brussels, Belgium. pp. 12 - 15.
- REIMERDES, E.H. 1982.** Chocolate milk - A possible application of lactose hydrolysis. In: "Dairy ingredients in foods". Seminar Proceedings, Luxemburg- May 1981. Int. Dairy Fed. Document 147, Int. Dairy Fed., 41 Square Vergote, 1040 Brussels, Belgium. pp. 27 - 30.
- ROHTWELL, J. 1982.** Dairy products. In: "Dairy ingredients in foods". Seminar Proceedings, Luxemburg- May 1981. Int. Dairy Fed. Document 147, Int. Dairy Fed., 41 Square Vergote, 1040 Brussels, Belgium. pp. 77- 81.
- SCHAAFSSMA, G. 1997.** Bioavailability of calcium. In: "Dietary calcium in health". Int. Dairy Fed. Bull. No: 322. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 20 - 24.
- SCHAAFSSMA, G. 1991.** Extracellular calcium homeostasis. In: "Dietary calcium and health". Int. Dairy Fed. Bull. No: 255. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 26 - 30.
- SCHAAFSSMA, G. 1983.** The significance of milk as a source of dietary calcium. In: "Nutrition and metabolism". Int. Dairy Fed. Bull. No: 166. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 19 - 32.
- SCHAAFSSMA, G., B.A. ROLLS, P.BLAKEBOROUGH. 1990.** Effects of milk versus plant proteins on bioavailability of micronutrients. In: "Role of milk protein in human nutrition". Int. Dairy Fed. Bull. No: 253. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 55 - 60.
- SIEBER, R. 1997.** Calcium and kidney stone formation. In: "Dietary calcium in health". Int. Dairy Fed. Bull. No: 322. Int. Dairy Federation, Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium. pp. 29 - 32.
- WEAVER, C.M. 1999.** Calcium in food fortification strategies. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41 Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp. 108 - 116.
- WERRY, P. 1984.** Flavours and other additives for flavoured milks. J. Soc. Dairy Technol., 37: 107 - 112.

## REKOMBİNE SÜT ÜRÜNLERİ

Süt üretiminin olmadığı veya gelişmediği, ya da üretimin talebi karşılayamadığı yörelerde taze süt yerine ya da süt açığını kapatmak amacıyla, kurutulmuş toz haline getirilen süt ürünlerinden yararlanılabilir. Sütün daha dayanıklı bir şekli olan sütozu tüketim alanına yakın noktalarda, yeniden sıvı formuna dönüştürülmek üzere su ile karıştırılabilir, ya da süt yağının dayanıklı bir şekli olan susuz süt yağı ile karıştırılarak çeşitli süt ürünlerine dönüştürülebilir. Bu işlemlerden ilki "rekonstitüsyon", ikincisi ise "rekombinasyon" olarak bilinir. Toz halindeki ürün ihtiyacı duyulan süt yağsız kurumaddeyi karşılarken, susuz süt yağından da yağ sağlanır.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) / Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Süt ve Süt ürünleri Komitesi tarafından **REKONSTITÜE** ve **REKOMBİNE** ürünlerin tanımı aşağıdaki şekilde yapılmıştır (Anonymous 1973; Barth'den 1990):

**\*REKONSTITÜE** süt ürünü, belirli su/kurumadde oranını yeniden oluşturmak için gereken miktarda suyun, sütozuna ya da konsantre haldeki süte ilavesiyle elde edilen ürün" dir.

**\*REKOMBİNE** süt ürünü, üretilecek ürüne özgü yağ/yağsız kurumadde ve kurumadde/su oranını yeniden oluşturacak şekilde süt yağı ve yağsız süt kurumaddeyi bir veya birden fazla değişik formunda, su ilavesiyle ya da su ilave etmeksizin, biraraya getirmek suretiyle elde edilen ürün" dir.

Yapımlarında izlenen yola göre, rekombine süt ve ürünleri iki grupta toplanabilir:

- Uygun hammaddelerin birlikte ilavesiyle ve normal bir ürünün standartlarına uygun bir işleme yöntemi uygulayarak doğrudan üretilenler.
- Değişik konsantrasyonlardaki rekombine sütten indirek yolla üretilenler, örneğin peynir yapımında, önce hammaddeler karıtılarak rekombine süt hazırlanır ve bundan peynir üretilir.

Rekombinasyon işleminin sağladığı yararler Şunlardır:

- Üretimde, su içeriği azaltılmış ürünler kullanıldığı için taşıma giderlerinden büyük ölçüde tasarruf sağlanabilir.
- Hammaddelerin taşınması ve depolanması sırasında, genellikle soğukta muhafazaya ihtiyaç duyuılmaz.
- Hammadde ve işçilik maliyeti azaldığından, pakelleme giderleri de azalır.
- Yerel endüstrinin gelişmesine katkıda bulunur.

Rekombine süt ve ürünlerini üreten işletmeler, özellikle Güney Doğu Asya, Orta Amerika ve Orta Doğu lkeleri ile Hindistan'da fazla sayıda bulunmaktadır. Rekombinasyon işlemi, başlangıçta, yalnızca pastörize ve sterilize içme sütü üretmek amacıyla uygulanmış, daha sonra, rekombine evapore ve Şekerli koyulatırılmı sütlerin üretimine de geçilmiştir. Günümüzde, tereyağı, peynir, yoğurt, dondurulmuş tatlılar gibi çok çeşitli ürünler rekombinasyon tekniği ile retilabilmektedir.

## **2.1. Rekombinasyon işleminde Kullanılan Hammaddeler**

### **2.1.1. Süt rnleri**

#### **2.1.1.1. Kurutulmuş süt rnleri**

Rekombine süt endüstrisinde kullanılan başlıca kurutulmuş süt ürünleri, yağsız süttozu, tam yağlı süttozu ve yayıkaltı tozudur. Bunların, standart ve rekombinasyon için önerilen bileşim değerleri izelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı kurutulmuş süt ürünlerinin standart ve rekombinasyon için önerilen bileşim değerleri

Ürün çeşidi	Amerikan Süt Ürünleri Enstitüsü (ADPI) (Anon., 1992)	Rekombinasyon için önerilen değerler (Anon., 1963; Jensen'den 1990)
Yağsız süttezu Yağ, % Su, % Protein, % Laktoz, % Kül, %	0.6 - 1.25 3.0 - 4.0 34 - 37 49.5 - 52.0 8.2 - 8.6	En fazla 1.00 En fazla 4.00
Yağlı süttezu Yağ, % Su, % Protein, % Laktoz, % Kül, %	26 - 28.5 2 - 4.5 24.5 - 27 36 - 38.5 5.5 - 6.5	26 - 28 En fazla 2.5
Yayıkaltı tozu Yağ, % Su, % Protein, % Laktoz, % Kül, %	4.5 - 7.0 3.0 - 4.0 ≥30 - 33 46.5 - 49 8.3 - 8.8	4.5 - 5.5 En fazla 4.0

Bunların dışında, yeni üretim teknolojilerinin gelişiminin bir sonucu olarak yağ, protein laktoz ve mineral madde içerikleri modifiye edilmiş toz ürünlerden de rekombinasyon teknolojisinde yararlanılabilmektedir.

Kazeinatlar, toplam süt proteinleri ve serum proteinleri gibi süt proteini izolasyon da rekombine süt endüstrisinde çoğunlukla katkı maddesi olarak kullanılabilen ürünler grubunu oluşturmaktadır. Bu ürünlerden bazılarının bileşim değerleri Çizelge 2.2'de verilmektedir.

**Çizelge 2.2.** Kazeinatlarn ve toplam süt proteininin bileşimini

Bileşen	Sodyum kazeinat	Kalsiyum kazeinat	Potasyum kazeinat	Toplam süt proteini
Protein, %	En az 95	En az 94.5	En az 95	64.0
Yağ, %	En fazla 1.0	En fazla 1.0	En fazla 1.0	2.0
Laktoz, %	En fazla 0.2	En fazla 0.2	En fazla 0.2	23.0
Kl, %	3.3	3.5	3.3	7.5
Rutubet, %	En fazla 5.0	En fazla 5.0	En fazla 5.0	En fazla 3.5

Kaynak: Jensen, 1990.

#### 2.1.1.1.1. Kurutulmuş rnlerin üretimi ve depolanmasına ilişkin bazı hususlar

##### (a) Yağsız süttozu

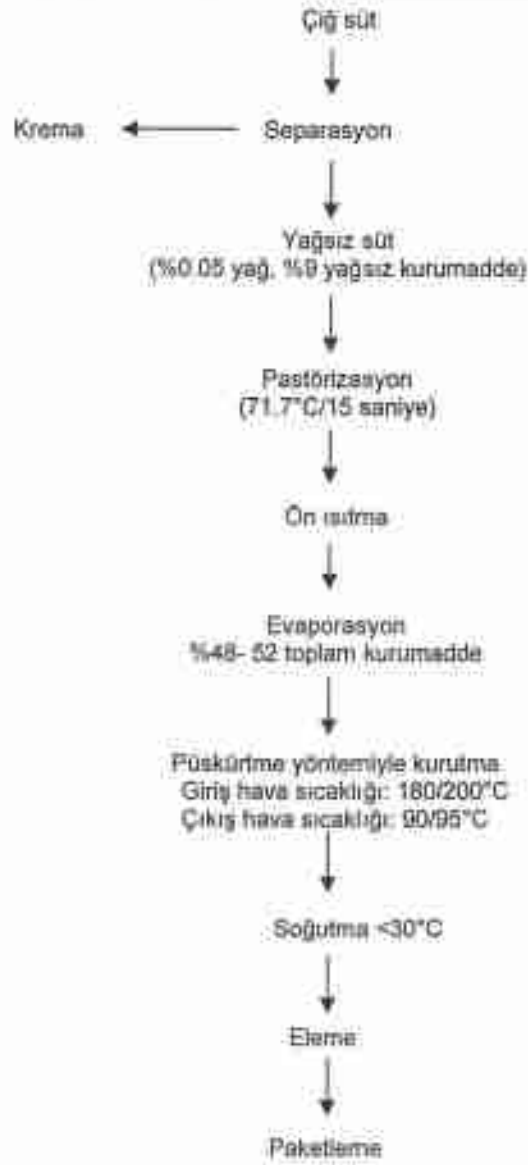
Yağsız süttozu üretiminde uygulanan temel işlem aşamaları Şekil 2.1'de verilmiştir.

Sttozunun zellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olan ve tozun rekombine ürün yapımına uygunluğunu etkileyen işleme koşulları Şunlardır:

YAĞSIZ SÜTTOZU	
<b>İŞLEM AŞAMALARI:</b> Yağ ayrılması Pastrizeasyon n ısıtma Konsantrata uygulanan ısı işlem normu Kurutma	<b>ETKİLEDİğİ KALİTE FAKTÖRLERİ:</b> Randıman, yağ yüzdesi Mikrobiyolojik kalite İsı sayısı, znebilme, ısı stabilitesi Mikrobiyolojik kalite Rutubet içeriği, yanmış parikller (znebilme)

Kaynak: Wade, 1990.





Şekil 2.1. Yağsız sütozu yapım aşamaları (Wade 1990).

Yağsız sütozu üretiminde süte uygulanan ön ısıtma işleminin şiddetine bağlı olarak serum proteinleri değişik düzeylerde denatürasyona uğrar. Isıl işlemin şiddetindeki artışla birlikte serum proteinlerinin denatürasyon düzeyindeki artış, sütozlarının belirli ısı sınıflarına ayrılmasının esasını oluşturur. Isı sınıfları, sütozurunun belirli bir amaçla kullanıma uygun olup olmadığı konusunda tahmin yürütülmesine yardımcı olur.

İsi sınıflarının oluşturulmasında Amerikan Süttozu Enstitüsü (ADMI) tarafından "serum proteini azotu indeksi" (WPNI) olarak adlandırılan ve denatüre olmayan serum proteini azotunun miktarını gösteren bir yöntemden yaygın olarak yararlanır. Diğer bir yöntem, "kazein sayısı" ya da "isi sayısı" olarak bilinen yöntemdir. İsi sayısı, yüzde olarak, pH 4.8'de çözünemeyen protein azotunun (kazein+denatüre serum proteini) toplam azota oranıdır. Bunların dışında "sistein sayısı" ve "tiyol sayısı" olarak bilinen ve denatüre serum proteinlerinin indirek olarak miktarını belirten yöntemler de kullanılmaktadır. Aşağıda Çizelge 2.3'de yağsız süttozunun isi sınıfları gösterilmektedir.

Çizelge 2.3. Yağsız süttozu isi sınıfları

Kriter	İsi sınıfları					Kaynak
	Ekstra düşük	Düşük	Orta	Orta-yüksek	Yüksek	
Isıl işlem normu	<70°C/ 15 sn	70°C/ 15 sn	85-90°C/ 20-30 sn	95-124°C/ 30 sn	≥ 135°C/ 30 sn	Anon., 1996
Serum proteini azotu indeksi, mg UDWPN/g	-	≥ 6	5.99 - 4.5	4.4 - 1.5	≤ 1.4	Anon., 1971
İsi sayımı, %	-	≤ 50	60.1 - 83.0	83.1 - 88.0	> 88.1	Anon., 1962
Sistein sayısı, %	24 - 31	31 - 38	38 - 48	48 - 62	> 62	Anon., 1962
Tiyol sayısı, %	> 8	< 7.5	7.5 - 8.4	9.4 - 13.3	> 13.3	Mrowetz ve Kloosmeyer, 1977

UDWPN: Denatüre olmayan serum proteinleri azotu.

Yağsız süttozu, rutubet içeriği %4'ün altında olacak şekilde üretilir ve saklanırsa uzun süre niteliklerini koruyabilir. Depolama sırasında kolayca nem çekebilir. Rutubet içeriği arttıkça çözünürlüğü azalır ve istenmeyen tatlar gelişebilir. Rutubet artışı, nem geçirmeyen uygun ambalaj materyali kullanılarak önenebilir. Bu amaçla, 25 kg'lık, polietilen iç astarlı, çok katlı kağıt torbalardan yararlanılmaktadır. Astar katmanı neme karşı bir engel oluşturmakta, dış torba ise mekanik zararlara karşı koruma sağlamaktadır. Torbanın elle kapatılmasında, önce, içteki kısmın ağzı kıvrılıp ikiye katlanır ve kalın lastik bir bant veya polietilenle kaplı bir başcık yardımıyla bağlanır, daha sonra dıştaki torba dikilir. Otomatik paketleme sistemlerinde ise, içteki torba genellikle ısıya yapıştırılır, dış kısım ya dikilerek ya da sıcak bir zambk yardımıyla kapatılır. İçteki polietilen astarlı torbanın dış torbadan ayrılabilir olmasında yarar vardır. Bu şekilde, içteki torba açılmadan önce dıştaki torba çıkarılabilir ve süttozunun karıştırma tankına boşaltılması anında olabilecek bulaşmalar en aza indirilebilir.

Depolama sırasında, süttozunda böceklenme de olabilir. Dıştaki kağıt torbada yağsız süttozu bulaşıklarının bulunması böceklenmeye yol açabilir. Ayrıca, süttozu paketi, rutubetli bir ortamda bırakılırsa küf gelişimi de teşvik edilir. Nakliye ve kullanım aşamalarında torbaların hasar görmesi, diğer

torbaların dışının da sütte ile bulaşmasına neden olabilir. Bu nedenle, nakliye sırasında, sütte paketlerinin ıslanmamasına dikkat edilmelidir.

Sütte paketleri, temiz ve kuru ortamlarda saklanmalı, düzenli olarak kontrol edilebilmeleri için dikkatli bir şekilde istiflenmeli ve işletmeye ilk gelen ambalajın önce kullanılmasına özen gösterilmelidir.

#### **(b) Yağlı sütte**

Depolama stabilitesi nisbeten kısa olduğu için, rekombine ve rekonstitüe ürünlerin yapımında yaygın bir şekilde kullanılmamaktadır. Rekombinasyon amacıyla kullanılacak yağlı sütünün genel nitelikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (bkz. 2.1.1.1).

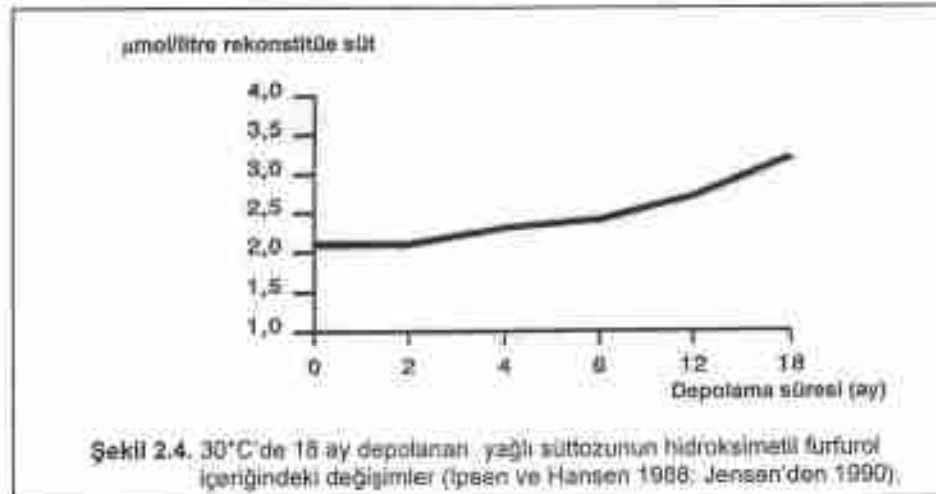
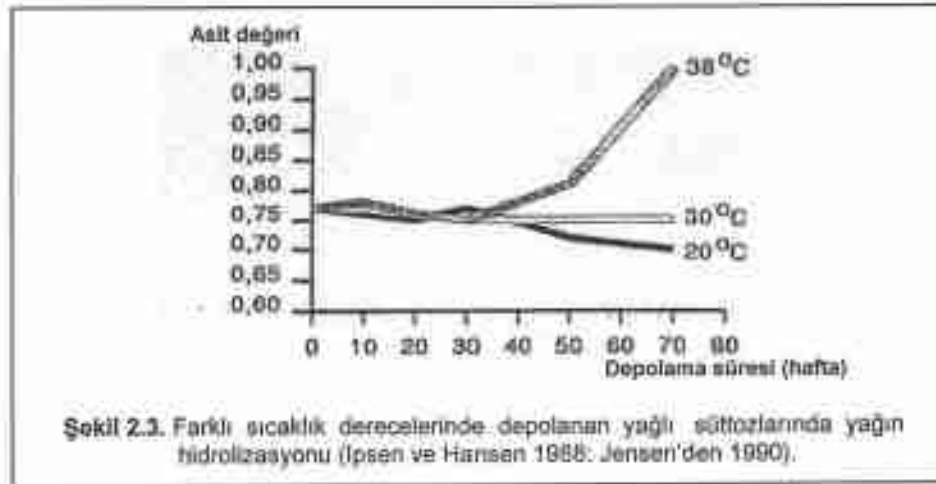
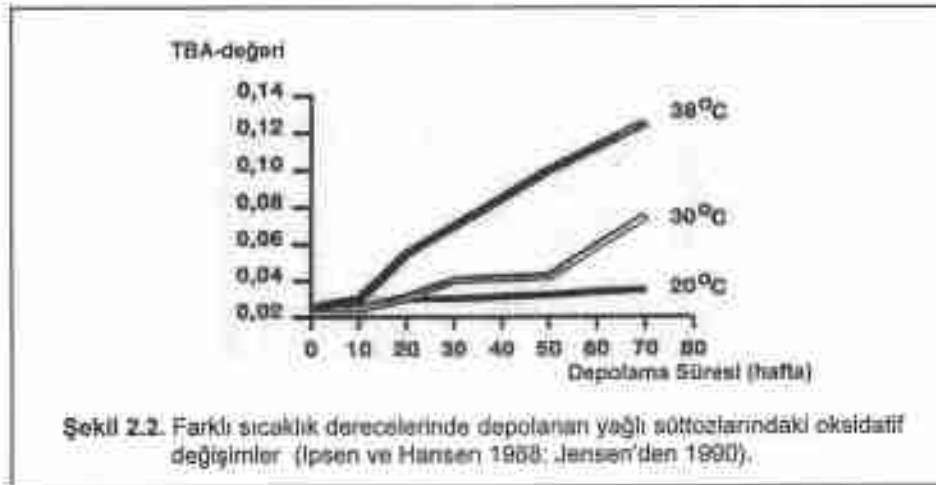
Yağlı sütte üretiminde, yüzey aktif bir madde olan lesitin ile kaplama işlemi uygulanmalıdır. Bunun için, sütte, birinci ve ikinci akışkan yataklar arasından geçerken, saf sütte yağı (butter oil)<sup>1</sup> içinde çözündürülmüş durumda olan lesitin tozun üzerine püskürtülmekte ve toz yüzeyinin kaplanması sağlanmaktadır.

Yağlı sütte, normal olarak yağsız sütünün paketiendiği 25 kg'lık çok katlı kağıt torbalara paketlenmektedir. Ayrıca, azot gazı ile kapatılmış küçük metal kutulardan da yararlanılmaktadır. Ancak, bu tip küçük ambalajlar daha çok ev içi tüketime uygun paketlerdir.

Yağlı sütünün raf ömrü, normal koşullarda en fazla 6 ay kadardır. Rutubet içeriği düşük olsa bile, 20°C'den yüksek sıcaklık derecelerinde uzun süre depolanan yağlı süttealarında oksidasyon, hidrolizasyon ve Maillard tipi esmerleşme gibi kimyasal reaksiyonlara bağlı tat bozuklukları meydana gelebilmektedir. Şekil 2.2, Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'de farklı depolama sıcaklık ve sürelerinin yağlı süttealarında neden olduğu değişimler gösterilmiştir. Ayrıca, sütünün ışığın etkisine maruz kalması da yukarıda belirtilen değişimleri hızlandırmaktadır.

---

<sup>1</sup> Butter oil, yalnızca tereyağından ya da ekşi kremadan yapılabilen ve susuz sütte yağı (anhidro sütte yağı) özelliklerini taşımayan saf sütte yağıdır.



### (c) Yayıkaltı tozu

Yayıkaltı tozu, ucuz bir süt-yağsız kurumadde kaynağıdır. Rekombine süt ürünlerinin yapımında genellikle, süt yağsız kurumaddesinin %10-15'ni sağlayacak oranda kullanılır. Ayrıca, rekombinasyon sırasında ortama katılan yağın yeniden emülsiyon haline getirilmesine yardımcı olur ve kullanıldığı ürünlerde taze sütünkine yakın bir tat olugunu sağlar.

Kremadan tereyağı veya susuz süt yağı üretimi sırasında, yan ürün olarak geriye kalan yayıkaltının kurutulması ile elde edilir. Kremanın direk olarak susuz süt yağına dnstrlmesi sırasında tüm fosfolipid kompleksi seruma geçtiği için, bu yolla elde edilen yayıkaltı geleneksel yayıkaltına kıyasla yaklaşık 2 kat fazla fosfolipid bulundurur. Dolayısıyla geleneksel yayıkaltı tozundan daha iyi bir işleve sahiptir.

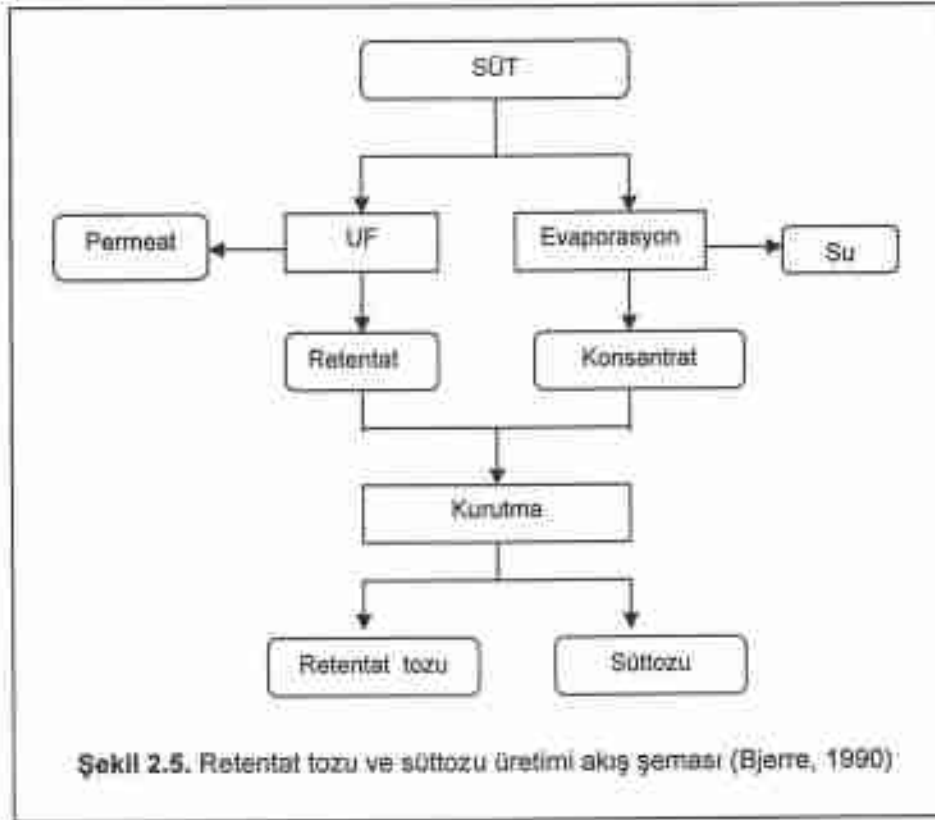
Raf mr 3 ay kadardır. Yağ içeriği %4.5-10 arasında değiştiğinden, oksidatif bozulmalara karşı duyarlıdır. Yağsız süttozunun paketlenmesinde kullanılan ambalaj materyali yayıkaltı tozu için de kullanılabilir.

### (d) Modifiye tozlar

Bu ürünlerden laktozu-hidrolize tozlar, laktoz intoleransı görülen alanlarda kullanılabilir. Laktozun parçalanma düzeyine bağlı olarak glikoz ve galaktoz düzeyindeki artış, bu tip tozların daha tatlı olmasına yol açar, bu ise aromalı süt ve ürünlerinde rahatlıkla kullanılabilmelerine olanak sağlar. Fakat, normal depolama koşulları, hidrolize laktoz içeren tozların niteliklerini olumsuz yönde etkileyebilir ve Maillard reaksiyonunun bir sonucu olarak besleyici değerlerinde kayba yol açabilir.

Yüksek protein içerikli tozlar, diğer bir modifiye ürün grubunu oluşturmaktadır. Bunlardan retentat tozu, sütün ultrafiltrasyonundan elde edilen retentatın kurutulması suretiyle üretilen bir üründür. retiminde yağlı ya da yağsız sütten yararlanılabilir. Ultrafiltrasyonla süt retentat ve permeat olmak üzere iki kısıma ayrılır. **Retentat** esas olarak sütün proteinini bulunduran konsantre kısımdır. **Permeat** ise, laktoz, tuzlar ve protein olmayan azot gibi suda gznen maddeleri içeren kısımdır. Aşağıda Şekil 2.5'de bu ürünün üretim akış Şeması ve Çizelge 2.4'de de bileşim değerleri verilmiştir. Süttozu ile retentat tozu arasındaki başlıca farklılık retentat tozunun daha düşük laktoz içeriğine sahip olmasıdır. Fakat, ultrafiltrasyon işlemi sırasında permeata geçen laktozun yerine maltodekstrin ilave edilebilir. Laktozla aynı tatlılık derecesine sahip olan maltodekstrinin avantajı proteinle reaksiyona girmemesidir.

Retentat tozu, rekombine peynir yapımında süttozu yerine kullanılabilir. Ayrıca, laktoz içeriği düşük olduğu için laktoz intoleransı görülen bölgelerde bu üründen yararlanılabilir.



**Çizelge 2.4.** Retentat tozu ve süttozunun karşılaştırmalı bileşim değerleri

	Yağlı süt (%12 toplam kurumaddeli ve %3.14 yağlı)		Yağsız süt (%0.21 toplam kurumaddeli)	
	Retentat	Süt	Retentat	Süt
Protein, %	41.7	27.0	74.3	35.6
Laktoz, %	9.4	37.6	11.8	49.5
Kül ve asit, %	5.2	7.6	8.5	10.3
Yağ, %	41.7	25.6	1.4	0.6
Kurumadde, %	98.0	98.0	98.0	98.0
Kurumaddede yağ, %	42.6	26.1	-	-
Kg toz/100 kg süt	7.53 kg	12.25 kg	4.33 kg	9.59 kg

Kaynak: Bjerre, 1990.

### 2.1.1.1.2. Kurutulmuş ürünlerin genel özellikleri

#### (a) Fiziksel kimyasal ve duyuşsal özellikleri

Kurutulmuş ürünlerin yasal açıdan taşımaları gereken fiziksel özellikleri rekombinasyon için istenen değerlerle birlikte Çizelge 2.5'de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Kurutulmuş ürünlerin bazı fiziksel özellikleri

Fiziksel nitelik	Yağsız sütte		Yağlı sütte		Yayılabılme oranı
	Y	R	Y	R	
Çözünebilirlik indeksi, m/50ml rekonstitüe süt	En fazla 1,25	En fazla 0,25	En fazla 0,5	En fazla 0,1	En fazla 0,5
Kütle yoğunluğu, g/cm <sup>3</sup>		0,5 - 0,6		0,45 - 0,55	0,5 - 0,6
Partikül boyutu, µ		< 100		< 200	
Akışkanlık, apr*		30 - 40		45 - 55	
Yarımsı partiküller, mg	En fazla 15	En fazla 7,5	En fazla 15	En fazla 7,5	En fazla 7,5

Kaynak: Jensen, 1990

Y: Yasal olarak istenen değerler

R: Rekombinasyon için önerilen değerler

Rekombinasyon süt ürünlerinde kullanılacak olan süttezinin rekonstitüe olabılme niteliği yüksek olmalıdır. Bir süttezinin rekonstitüe olabılme niteliği aşağıdaki kavramları içine almaktadır:

- **Islanabılme:** Bu özellik, su yüzeyi ile temas eden toz taneceklerinin ıslanabılme yeteneğini ifade etmektedir. Otuz saniyeden daha kısa sürede ıslanabılme bir tozun, bu bakımdan iyi bir niteliğe sahip olduğu kabul edilmektedir. Islanabılme düzeyi, toz tanesinin hacmine ve tozun bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Instant süttezinin ıslanabılirliği fazladır. Tanecek büyüklüğündeki artış da ıslanabılirliği artırmaktadır.
- **Batabılme:** Toz tanesinin suya batma hızını belirtmek üzere kullanılmaktadır. Kütle hacminin ve partikül büyüklüğünün bir fonksiyonudur. Instant süttezin normal olarak en iyi batabılme özelliğine sahiptir.
- **Değişabılme:** Suyla ilave edilen bir tozun, herhangi bir topak oluşturmadan tek tek partiküller halinde dağılıma göstermesidir. Rekombinasyonda kullanılacak olan bir toz en az %90 oranında değişabılirliğe sahip olmalıdır. Üretimde kullanılan çiğ süt kalitesi, tozun tipi (ekstra düşük ısı, düşük ısı, orta ısı, orta-yüksek ısı, yüksek ısı), toz yapım yöntemi (atomizer tipi, instant olup olmadığı), laktozun kristalizasyon düzeyi, tozun depolama süresi ve rutubet içeriği gibi faktörler süttezinin değişabılirliği üzerinde

etkilidir. Yüksek miktarda denatüre serum proteini içeren tozların dağıtılabilirliği iyi değildir.

- **Çözünürlük:** Bu nitelik, sütte tozunun çözünme ve stabil bir süspansiyon oluşturma yeterliğini belirtmektedir. Çözünürlük, büyük ölçüde, tozun üretimi sırasında uygulanan teknolojiye bağlı bulunmaktadır. Çözünmeyen tortu (sediment) miktarı 50 ml rekonstitüe sütte 0.25 ml'yi geçmeyen sütte tozlarının iyi bir çözünürlük indeksine sahip olduğu kabul edilmektedir.

Kurutulmuş ürünlerde yasal ve rekombinasyon tekniği açısından aranan bazı kimyasal özellikler de Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Fosfataz ve peroksidaz testlerinin sonuçları, patojen bakterilerin yok edilmesine yetecek düzeyde bir ısı işlem uygulandığını ortaya koymalı, asitlik ve pH değerleri de (Çizelge 2.6) üretimde taze sütte yararlanıldığını göstermelidir.

Kurutulmuş süt ürünleri, görünüş, renk ve tat gibi duyu özellikleri yönünden herhangi bir kusur taşımamalıdır. Olası tat kusurlarını ortaya koymak amacıyla, tiyobarbitürik asit değeri, asit değeri ve hidroksimetil furfural miktarları saptanmalı ve belirlenen değerler Çizelge 2.6'daki kabul edilebilir sınır değerlerini aşmamalıdır.



Çizelge 2.6. Yağlı ve yağsız süttezinin bazı kimyasal özellikleri

Nitelik	Yağsız süttezi		Yağlı süttezi	
	Y	R	Y	R
Fosfataz aktivitesi, µg fenol/ml Pastörizasyon Yüksek derecede ısıt işlem	En fazla 4 0	En fazla 4 0	En fazla 4 0	En fazla 4 0
Peroksidaz aktivitesi Pastörizasyon Yüksek derecede ısıt işlem		Pozitif Negatif		Pozitif Negatif
Titrasyon asitliği, %		En fazla 0.15	En fazla 0.15	En fazla 0.15
PH	6.6 – 6.7			6.6 – 6.7
Hidroksimetil furfural, µmol/litre rekonstitüe sütte		En fazla 10		En fazla 15
Tiyobarbitürik asit değeri mg malonaldehid/kg		En fazla 0.030		En fazla 0.030
Asit değeri, ml KOH/100 g yağ		-		En fazla 1.1
Antioksidanlar ve nötrleyiciler		Bulunmamalı		Bulunmamalı
Asidik gelişime özelliği		Kontrol sütündeki gibi		Kontrol sütündeki gibi
Mayalanabilirne		%10'dan az bir azalma		%10'dan az bir azalma
Antibiyotikler		Bulunmamalı		Bulunmamalı
Pestisidler		Bulunmamalı		Bulunmamalı

Kaynak: Jensen, 1980.

Y: Yasal olarak istenen değerler

R: Rekombinasyon için önerilen değerler

Rekombinasyon amacıyla kullanılacak kurutulmuş sütte ürünlerinde bulunması istenen mineral madde miktarları da Çizelge 2.7'de verilmiştir.

**Çizelge 2.7.** Rekombinasyon için kullanılacak kurutulmuş süt ürünlerinde bulunması istenen mineral madde miktarları

Mineral madde	Yağsız süttozu	Yağlı süttozu	Kazematlar		
			Sodyum	Kalsiyum	Potasyum
Mg, mg/g	1,2 - 1,5	0,9 - 1,0			
Na, mg/g	4,1 - 5,4	3,0 - 3,8	12,0	1,0	0,6
K, mg/g	16,0 - 17,7	11,4 - 12,6	0,2	1,0	16,5
Cl, mg/g	8,6 - 11,5	6,2 - 8,0			
Ca, mg/g	11,5 - 14,9	11,5 - 14,9	1,0	10-14	3,0
P, mg/g	9,1 - 10,6	9,1 - 10,6			
NO <sub>3</sub> , mg/g	En fazla 50	En fazla 50			
Cu, mg/kg	En fazla 1,0	En fazla 1,0	En fazla 5	En fazla 5	En fazla 5
Fe, mg/kg	En fazla 5	En fazla 5	En fazla 20	En fazla 20	En fazla 20
Hg, mg/kg	En fazla 0,01	En fazla 0,01			
Pb, mg/kg	En fazla 0,2	En fazla 0,2	En fazla 5	En fazla 5	En fazla 5
Cd, mg/kg	En fazla 0,02	En fazla 0,02			
Zn, mg/kg	35 - 49	35 - 49			
Sitrik asit, mg/g	15	14			

Kaynak: Jensen, 1990.

#### (b) Mikrobiyolojik nitelikleri

Rekombinasyon amacıyla kullanılacak kurutulmuş süt ürünleri mikrobiyolojik açıdan Çizelge 2.8'de verilen değerlere uygunluk göstermelidir.

**Çizelge 2.8.** Rekombinasyon için kullanılacak kurutulmuş süt ürünlerinin mikrobiyolojik nitelikleri

Bakteri	Yağsız süttozu	Yağlı süttozu	Yayıkaltı tozu	Kazematlar
Toplam, adet/g	En fazla 10 000	En fazla 10 000	En fazla 10 000	En fazla 5000
Termofilik, adet/g	En fazla 1000	En fazla 1000	En fazla 1000	-
Koiform, adet/g	En fazla 10	En fazla 10	En fazla 10	En fazla 1
Maya-küf, adet/g	En fazla 10	En fazla 10	En fazla 50	En fazla 50
<i>Bacillus cereus</i> , adet/0,01 g	0	0	0	0
Süfit indirgeyici Clostridia, adet/0,01 g	0	0	0	0
Koagülaz pozitif <i>Staphylococcus</i> , adet/g	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> , adet/50 g	0	0	0	0 (25 g'da)

Kaynak: Jensen, 1990.

Yasal olarak süttozunda en fazla 50 000 adet/g toplam bakteri bulunmasına izin verilmektedir. Çiğ süt kalitesinin kötü olduğu veya toz yapımının hijyenik koşullarda gerçekleştirilmediği durumlarda tozun bakteri içeriği bu sınır değerine ulaşmaktadır. Yüksek bakteri içeriği, aynı zamanda,

bakteriler tarafından üretilen enzim miktarında da bir artış olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, rekombinasyon amacıyla kullanılacak sütozlarının daha yüksek mikrobiyolojik kaliteye sahip olması ve bakteri içeriğinin gramda en fazla 10 000 adet olması istenmektedir.

#### 2.1.1.1.3. Kurutulmuş süt ürünlerinin rekombinasyon için seçiminde dikkate alınan kriterler

Değişik rekombine süt ürünlerinin üretimi için kullanılacak yağsız sütozunun seçiminde dikkate alınması gereken en önemli kriter o tozun yer aldığı ısı sınıfıdır. Çünkü, üretilecek ürün çeşidine özgü nitelikler ancak belirli bir ısı sınıfındaki yağsız sütozunun kullanımıyla sağlanabilir. Çizelge 2.9'da ısı sınıflarına göre farklı rekombine süt ürünleri için önerilen yağsız sütozları ile üretimde yararlanılabilecek kurutulmuş ürün çeşitleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.9. Çeşitli rekombine süt ürünlerinin üretimi için önerilen kurutulmuş süt ürünleri

Rekombine ürün çeşidi	Isı sınıfına göre yağsız sütozu	Yararlanılabilecek kurutulmuş süt ürünleri
Pastörize sıvı sülter	Ekstra düşük, düşük, orta	Yağsız sütozu, yağlı sütozu, yayıkaltı tozu
UHT süt ürünleri	Düşük, orta-yüksek	Yağsız sütozu, yağlı sütozu, yayıkaltı tozu
Fermente süt ürünleri	Orta, yüksek	Yağsız sütozu, yağlı sütozu, Yayıkaltı tozu, sodyum kazeinat
Peynir	Ekstra düşük, düşük	Yağsız sütozu, yağlı sütozu, yayıkaltı tozu, kalsiyum kazeinat, retentat tozu
Dondurma	Düşük, orta	Yağsız sütozu, yağlı sütozu, yayıkaltı tozu, serum proteini konsantrati
Evapore-süt	Yüksek	Yağsız sütozu, yağlı sütozu, yayıkaltı tozu
Şekerli koyulaştırılmış süt	Düşük, orta ısıli	Yağsız sütozu, yağlı sütozu, yayıkaltı tozu
Tereyağı	Yüksek	Yağsız sütozu, yağlı sütozu, yayıkaltı tozu
Bebek mamaları	Orta	Yağlı sütozu, yayıkaltı tozu, krma tozu, kazeinatifler, serum proteini konsantrati Yağsız sütozu, yağlı sütozu, serum proteini konsantrati, demineralize peyniraltı suyu tozu

Uraz (1980) ve Jensen (1990)'e göre düzenlenmiştir.

Isı sınıfının dışında, yağsız süttezinunun diğer fonksiyonel özelliklerinin, örneğin rekombine peynir üretiminde mayalanabilme yeteneğinin, ya da şekerli koyulaştırılmış süt üretiminde viskozite üzerindeki etkisinin bilinmesi gerekmektedir.

Rekombine pastörize süt ürünlerinde kullanılacak olan süttezunda ısıyla teşvik edilen tatlara rastlanmamalıdır. Bu nedenle, ekstra düşük, düşük ve bir dereceye kadar da orta ısıli yağsız süttezlarına gereksinim duyulmaktadır. Toz, optimum düzeyde rekonstitüe edilebilme özelliği göstermeli ve yüksek mikrobiyolojik kaliteye sahip olmalıdır. Yağlı süttezundan yararlanıldığında, rekombinasyonun uygun koşullarda yürütülebilmesi için, emülsiyon oluşturma kapasitesinin<sup>11</sup> korunması ve yeterli bir emülsiyon stabilitesi<sup>12</sup> sağlanması zorunludur.

Rekombine UHT süt ve kremlerde genellikle düşük ve orta ısıli toz kullanımı önerilmektedir, bazı özel uygulamalarda yüksek ısıli tozdan da yararlanılmaktadır. Tozun rekonstitüe edilebilirliği ve ısı stabilitesi özellikle önemlidir. UHT işleminin optimum koşullarda yürütülebilmesi ve son ürünlerdeki olası stabilite kusurunun önlenmesi açısından yağ emülsiyon stabilitesi optimum düzeyde olmalıdır. Mikrobiyolojik niteliği yüksek olmalı, son üründe acı ve ransid tat gelişimine ve ayrıca tatlı pıhtılaşmaya yol açabilen proteaz ve lipaz enzimleri düşük düzeyde bulunmalıdır.

Yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde, belirli bir kıvamın sağlanması ve pıhtının iyi bir depolama stabilitesi göstermesi için orta, orta-yüksek ve yüksek ısıli süttezları kullanılmalıdır. Yararlanılan toz, fermentasyon sırasında yeterli düzeyde asitlik gelişimine imkan vermeli ve starter kültürünün faaliyetini engelleyebilecek herhangi bir inhibitör madde bulundurmamalıdır.

Peynir yapımında rekombine süt kullanımı; pıhtılaşma süresi, pıhtı sıklığı ve peyniraltı şuyunun süzülmesi gibi önemli üretim parametreleri üzerinde değişikliğe yol açabilir. Yeterli düzeyde bir pıhtılaşma hızı ve pıhtı sıklığı sağlanması için, düşük ısıli süttezu kullanılmalıdır, çünkü bu tip tozlar yüksek ısıli olanlara göre daha fazla iyon halinde kalsiyum bulundurmaktadır. Ayrıca, tozun mayalanabilme ve fermente olabilme özellikleri test edilmelidir. Süte kalsiyum klorür ilave ederek ve sütün pH değerini ayarlayarak peynir yapım koşullarında gerekli iyileştirmeler sağlanabilir. Retentat tozu kullanıldığında, peynir bileşiminin doğru bir şekilde ayarlanması zorunludur.

Dondurmada istenen yapı, stabilite ve tat özelliklerinin sağlanabilmesi için, dövülebilme ve yüksek kapasitede emülsiyon oluşturabilme nitelikleri dikkate alınmalı ve bu amaçla düşük ve orta ısıli tozlar kullanılmalıdır.

<sup>11</sup> Emülsiyon oluşturma kapasitesi, standart miktardaki bir proteinin belirli koşullarda emülsifiye edebileceği en fazla yağ miktarıdır.

<sup>12</sup> Emülsiyon stabilitesi, bir proteinin belirli bir sıcaklık ve sürede değişmeden kalan bir emülsiyon oluşturabilme yeteneğidir.

Evapore sütlerde, ısı stabilitesi önemli olduğundan şiddetli ısı işlem uygulanmış sttozundan yararlanılmalıdır. Evapore edilecek rekombine sütün ısı stabilitesinin artırılması için normal olarak, ön ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Böylece, sterilizasyon sırasında pıhtılaşma ihtimali güvence altına alınarak istenen viskoziteye sahip bir ürün elde edilebilmektedir. Şekerli koyulaştırılmış sütlerde viskozite önemli kalite kriterlerinden birisidir. Süttozu retimi sırasında uygulanan ısı işlem protein üzerinde etkili olduğu için sonuçta viskoziteye ilişkin özellikler üzerinde de belirleyici rol oynamaktadır. Diğer bir kalite parametresi, tozun iyi bir rekonstitüsyon özelliğine sahip olmasıdır.

Bebek mamalarında kullanılacak olan toz ürünlerde bakteri sayısı, ısıya dayanıklı enzimlerin düzeyi ve saflığı bozan yabancı maddelerin miktarı çok düşük, rekonstitüsyon özellikleri ve ısı stabilitesi yüksek olmalıdır.

Tereyağı retiminde yağlı süttozu, yayıkaltı tozu ve krema tozunun emülsiyon oluşturma ve su bağlama kapasitesi büyük öneme sahiptir. Depolama sırasında meydana gelebilecek tat kusurlarının önlenmesi için ısıya dayanıklı enzimlerin miktarının sınırlı düzeyde olmasına dikkat edilmelidir.

Aşağıdaki izelgede, değişik rekombine ürünlerin yapımında kullanılacak kurutulmuş ürünlerin seçiminde dikkate alınması gereken kalite kriterleri toplu olarak gösterilmiştir.

**Çizelge 2.10.** Kurutulmuş süt ürünlerinin rekombinasyon için seçiminde dikkate alınması gereken kalite kriterleri

Rekonstitüye edilebilirlik	Emülsiyon oluşturma kapasitesi	Yağ emülsiyonunun stabilitesi	Mikrobiyolojik nitelik	Tat kalitesi	Isıya dayanıklı enzimlerin düzeyi	Fermentasyon kabiliyeti	Su bağlama kapasitesi	Kıvamlaştırma kabiliyeti	Mıyılanabilirlik	Drlebilirlik	Isı stabilitesi	Saflık	Blieşim	
X	X	X	X	X										R. pastörize süt
X		X	X		X									R. UHT sterilize süt
					X	X	X							R. fermente süt rnleri
					X			X					X	R. peynir
	X								X					R. dondurma
							X			X				R. evapore süt
X							X							R. şekerli koyulaştırılmış süt
X			X	X						X	X			R. bebek mamaları
	X			X	X									R. tereyağı

Jensen (1990) ve Wilcek (1990)'e göre düzenlenmiştir.

### 2.1.1.2. Süt yağı ürünleri

Rekombine ürünlerin yapımında kullanılan başlıca yağ kaynakları, susuz süt yağı, tuzsuz tereyağı, dondurulmuş krema ve süt yağının erime noktası düşük gliseridlerini içeren yumuşak fraksiyondur.

Yağlar depolama sıcaklığına göre iki grupta toplanabilirler:

- Çevre sıcaklığında depolanabilenler, susuz süt yağı ve süt yağının yumuşak fraksiyonu.
- Dondurulmuş halde bulunanlar, tuzsuz tereyağı ve dondurulmuş krema.

Rekombinasyon amacıyla kullanılacak hammadde yağın seçiminde, tat kalitesi, maliyet ve muamele kolaylığı etkili olmaktadır. Susuz süt yağı en fazla kullanılan hammadde dir. Ancak, küçük işletmeler açısından, çelik variller içerisine ambalajlanmış olan susuz süt yağının kullanımı ekonomik avantaj sağlamamaktadır. Küçük işletmelerde ve az miktardaki kullanımlar için, direk olarak UHT kremadan yararlanılabilir. Böyle koşullarda, dondurulmuş krema (%40-80 yağ oranı) kullanımı da tercih edilebilir. Bunun sakıncaları ise, dondurulma ve paketlenme işlemlerinin biraz pahalı olması ve dondurulma ve çözme aşamalarında bir miktar serbest yağın ayrınmasıdır.

Bazı ülkelerde, süt yağı yerine hindistan cevizi yağı, humma yağı, susam yağı gibi yerel bitkisel yağlardan da yararlanılmaktadır. Yapım teknolojisi rekombine ürünlerin üretimine benzer olmakla birlikte, bitkisel yağlarla üretilen ürünlere "filled" süt ürünleri adı verilmektedir.

#### 2.1.1.2.1. Susuz süt yağı

Susuz süt yağı, taze kremadan ya da indirek olarak tereyağından elde edilebilen ve 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda sıvı halde bulunan bir üründür. Normal çevre sıcaklığında niteliklerini koruyabildiği için, rekombinasyonun geleneksel süt yağı kaynağıdır.

Rekombine süt ürünlerinde kullanılacak olan susuz süt yağı aşağıdaki niteliklere sahip olmalıdır:

Süt yağı, %	En az	99.8
Rutubet, %	En fazla	0.1
Serbest yağ asitleri, oleik asit eşdeğeri	En fazla	0.3
Peroksid değeri, mek O <sub>2</sub> / kg yağ	En fazla	0.2
Bakır, ppm	En fazla	0.05
Demir, ppm	En fazla	0.2
Koliform bakteri, adet/g	1 gramda bulunmamalı	
Notürteyici madde	Bulunmamalı	

Kaynak: Anon., 1977.

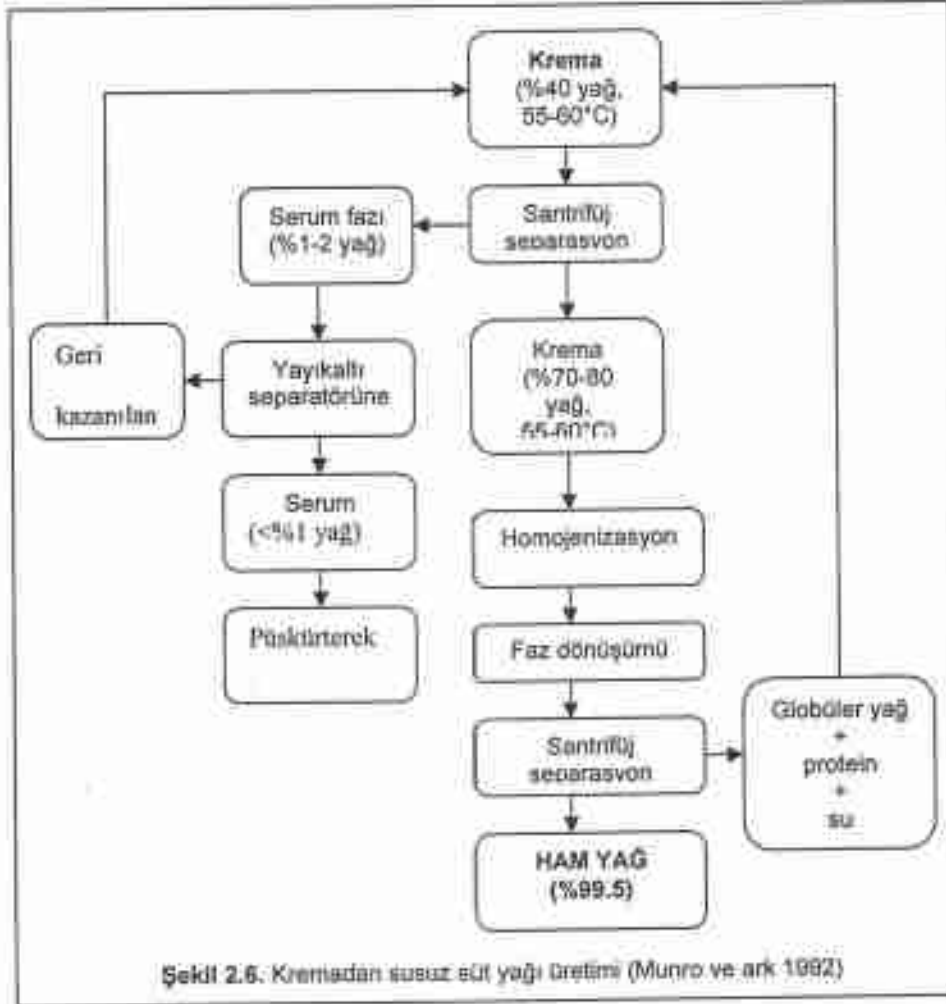
Susuz süt yağı, genellikle evre sıcaklığında depolandığı için, kolayca okside olabilir. Bu nedenle bakır, demir gibi oksitleyici maddeleri düşük düzeyde bulundurulmalıdır. Fakat, pratik açıdan, pakelleme sırasında yağa hava girişi oksidasyon üzerinde demir ve bakırdan daha önemli bir etkiye sahiptir. Susuz süt yağı üretiminde, dehidrasyon işlemiyle hem suyun geri kalanı ayrılmakta hem de çözünen oksijenin büyük bir kısmı ortamdaki uzaklaştırılmış olmaktadır. Ürünün uzun bir raf ömrüne sahip olması için çözünen oksijen düzeyinin doldurma sırasında korunmasına dikkat edilmelidir.

### Üretim

Tereyağı yapımı sırasında, yağ globül zarı parçalanır ve yağ globlnn "ekirdeği" (merkezi) tereyağına dönüşür, yağ globül zarını oluşturan unsurlar ise yayıkaltına geçer. Bu nedenle, tereyağından üretilen susuz süt yağı, bileşim yönünden, yağ globlnn çekirdeğine benzerlik gösterir. Kremadan susuz süt yağı üretiminde ise, yağda çözünemeyen membran unsurları (rneğin, protein ve bir kısım lipidler) su ile yıkama ve santrifüj separasyon işlemleri sırasında ortamdaki uzaklaştırılır. Bununla birlikte, bazı lipidler, özellikle de fosfolipidler çekirdekteki yağda znebildiğinden, susuz süt yağında kalabilir.

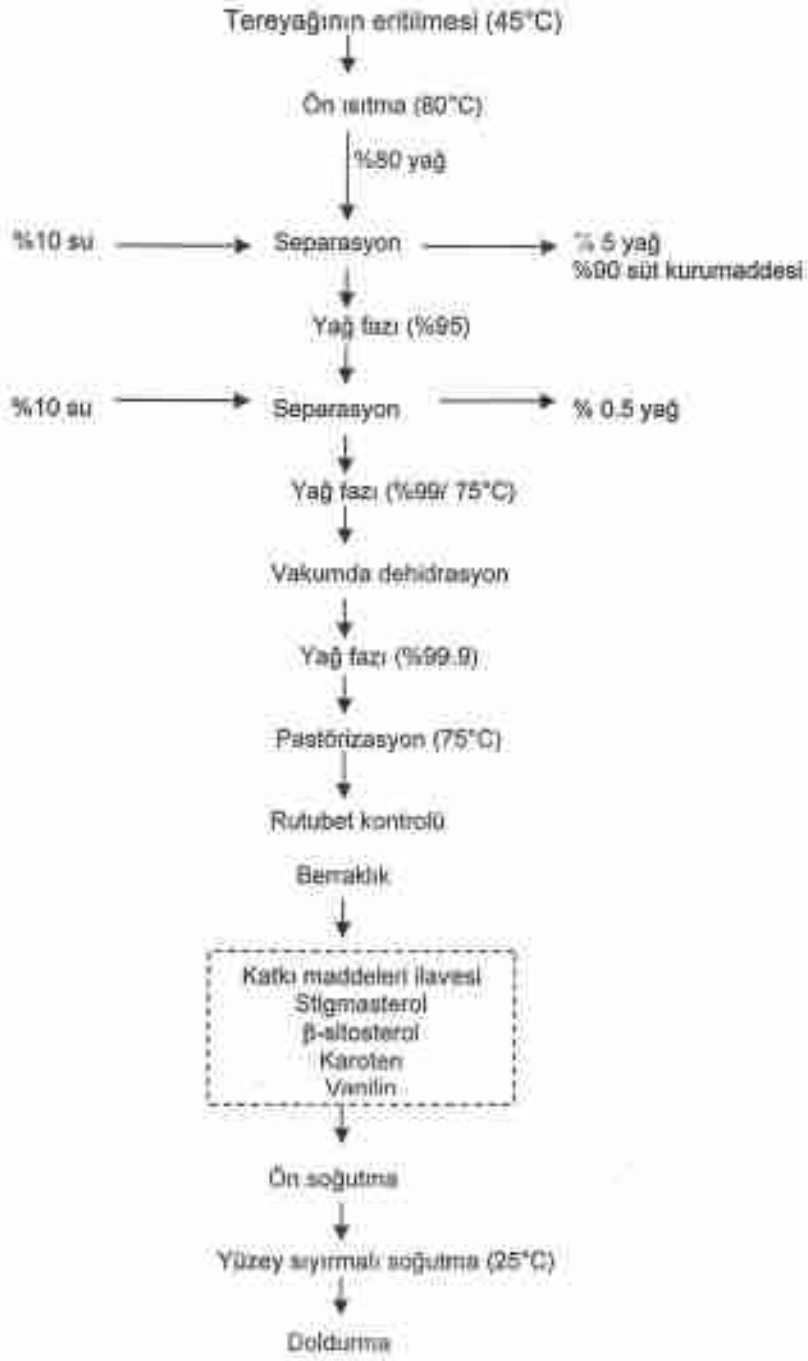
Kremadan susuz süt yağı üretimi akış şeması Şekil 2.6'da gösterilmiştir. Üretim aşamaları arasında en önemlisi, suda-yağ emülsiyonunun yağda-su emülsiyonu haline dönüştürüldüğü faz dönüşüm aşamasıdır. Bu işlem, homojenizatörde yağ globül membranını yüksek basıncın etkisiyle parçalamak suretiyle gerçekleştirilir. Faz dönüşümünü etkileyen faktörler şunlardır:

- Homojenizasyon basıncı
- Kremanın yağ oranı
- Kremanın serbest yağ içeriği
- Sıcaklık derecesi



Tereyağından susuz süt yağı üretimi akış şeması da Şekil 2.7'de verilmiştir.





Şekil 2.7. Tereyağından susuz süt yağı üretimi (Wade, 1990).

Yeterli kalitede bir tereyağından susuz süt yağı üretiminde, son ürünün niteliklerini etkileyen işlem aşamaları şunlardır:

SUSUZ SÜT YAğI	
<b>İşLEM AşAMALARI:</b> Yıkama ve yağ separasyonu Vakumda kurutma Pasterizasyon Yüzey sıyrılmalı soğutma Doldurma	<b>KALİTE FAKTÖRLERİ:</b> Rendiman, rutubet yüzdesi Rutubet yüzdesi Lipofilik aktivite Yağ kristalizasyonu Raf mr

Kaynak: Wade, 1990.

### **Paketleme ve depolama**

Susuz süt yağı, oksijen ve işik geçirmeyen ambalajlar içinde saklanmalıdır. Paketlemede, normal olarak, içi laklı 200 litrelik elik variller kullanılır. Sıvı haldeki susuz süt yağının, standart ağırlıkta örneğin 196 kg gelecek şekilde varillere doldurulması sırasında varilin üst kısmında az bir tepe boşluğu bırakılmalıdır. Çünkü, süt yağının soğuyup kristalize oldukça hacmen küçülmesi bu boşluğu artırır. Tepe boşluğundaki oksijen miktarı %2'den az olmalıdır. Bunu sağlamak için, doldurma işleminde önce, varilin iinin azot gazı ile yıkanması, doldurulduktan sonra da tepe boşluğuna yine azot gazı verilmesi genel bir uygulamadır. Doldurma işlemi, varilin tabanına kadar uzanan bir bağlik ile yağ içerisine hava girişine izin verilmeyecek şekilde dikkatlice yapılırsa ilk yıkamaya gerek kalmayabilir.

Susuz süt yağı, evre sıcaklığında taşınabilir ve bir süre depolanabilir, ancak, sıcaklık derecesi yükseldikçe bozulma hızı artar. Bu nedenle, buhar kazanı yakınında ya da direk gün işiği altında saklanmamalıdır. Dayanımı 4°C civarındaki depolama koşullarında uzun süredir.

Susuz süt yağı taşıyan variller, işletmeye kabul sırasında ve kullanılmadan önce gözden geçirilmeli ve herhangi bir yağ sızıntısı gösterenler ayrılarak yağın oksidasyon düzeyi araştırılmalıdır.

Susuz süt yağı rekombinasyona hazırlanırken, genellikle kullanılmadan 24 saat önce orijinal ambalajı içerisinde, 40°C sıcaklığındaki bir odada bekletilir. Eriyen yağ, izolasyonlu bir boru hattından, 45°C sıcaklığındaki çift cidarlı, karıştırıcılı bir depolama tankına portatif bir pompa yardımıyla pompalanır.

#### **2.1.1.2.2. Tuzsuz tereyağı**

Susuz süt yağı, serum fazını bulundurmadığı ve evre sıcaklığında depolama sırasında bayatladığı için bir süre sonra taze krema tadını yitirir. Böyle koşullarda, susuz süt yağının yerine tuzsuz tereyağı kullanımı tercih edilmektedir. Tatlı kremadan, en fazla % 15 oranında rutubet içerine sahip olacak şekilde üretilir. Raf mr -10°C'nin altındaki depolama koşullarında en

az 2 yıldır. Soğukta depolamaya ihtiyaç gösterdiğinden fazla kullanılmamaktadır.

Dondurulmuş haldeki tereyağı rekombinasyon için hazırlanırken, genellikle 20°C'yi aşmayan bir sıcaklık derecesinde çözündürülür. Yağın sıcaklığı, 3 - 5 gün içerisinde 0 - 10°C'ye çıkar. Bundan sonra, geciktirilmeden eritme işlemi uygulanmalıdır. Erimiş haldeki tereyağında mezofilik ve termofilik mikroorganizmalar gelişebilir. Bu bakteriler ısıya dayanıklı lipaz ve proteaz enzimleri üretirler, bu nedenle proteinlerin presipitasyonuna ve sonuçta ısı değıştirici yüzeylerde yanmaya neden olabilirler.

#### 2.1.1.2.3. Dondurulmuş krema

Dondurulmuş krema üretimi, tuzsuz tereyağı kullanımında karşılaşılan sorunlara karşı bir çözüm oluşturmak amacıyla Yeni Zelanda'da geliştirilmiştir. Üretiminde tereyağımsı tadın en yüksek düzeyde alınulması amaçlanmaktadır. Susuz söt yağı üretiminde izlenen yapım yöntemiyle, yalnızca kremadan üretilir. Taşıma ve depolama işlemleri -15°C'nin altında gerçekleştirildiği için genel olarak tercih edilmemektedir. Aşağıdaki niteliklere sahip olmalıdır:

Söt yağı, %	En az 44.0
Titrasyon asitliği, % laktik asit	0.08 - 0.11
Bakır içeriği, ppm	En fazla 0.25
Toplam bakteri, adet/ml	En fazla 50 000
Koliform bakteri, adet/ 0.1 g	Buluramamalı
Antioksidan madde	Buluramamalı

Kaynak: Sanderson, 1979.

#### 2.1.1.2.4. Yumuşak fraksiyon

Yüksek çevre sıcaklıklarında sıvı halde bulunan bir üründür. 1980'li yıllardan itibaren rekombine ürünlerde kullanılmak üzere piyasaya sunulmuştur. Söt yağının fraksiyonlarına ayırma işlemi Avrupa'da 1972 yılından bu yana ticari olarak yürütülmekte olup, yüksek erime noktasına sahip söt yağı fraksiyonları özel unlu gıdalarda; düşük erime noktasına sahip fraksiyon ise çoğunlukla susuz söt yağı ile karıştırılarak ya da susuz söt yağı yerine kullanılmaktadır.

Erimiş durumdaki söt yağı kontrollü koşullarda kristalize edildikten sonra yüksek ve düşük erime noktasına sahip söt yağı fraksiyonları (sırasıyla sert ve yumuşak olarak da adlandırılmaktadır) filtre edilerek birbirinden ayrılmaktadır. Fraksiyonlara ayırma fiziksel bir işlem olduğu için her bir fraksiyon kendi özelliklerini korumaktadır.

Yumuşak fraksiyonda, düşük erime noktasına sahip gliseridler söt yağındakinden daha yüksek oranda bulunmaktadır. Ancak, doymamış gliseridlerin yüksek oranda bulunması, susuz söt yağına göre daha az stabilite göstermelerine neden olmaktadır. Yüksek erime noktasına sahip gliseridlerin

mevcut olmaması nedeniyle, yumuşak fraksiyon, rekombine tereyağı ve rekombine krem şantiy üretimine uygun değildir.

### 2.1.2. Su

Suyun güvenilir saflıkta ve yeterli miktarda temini önemli bir noktadır. Çünkü su, hem alet ve ekipmanların çabırtılması, temizliği ve dezenfeksiyonunda, hem de rekombine ürünlerin yapımında kullanılmaktadır.

Rekombine ürün yapımında yararlanılan su, gözle görülebilir süspansiyon maddeler taşınamalı, rengi, kokusu ve tadı normal olmalı ve sağlığa zararlı mikroorganizmalar, mineraller ve organik maddeler bulundurmamalıdır.

Bu niteliklerin sağlanması için, su, "iyi korunan bir kaynaktan" alınmalı ve etkin bir arıtma sistemine iletilmelidir. Arıtma sistemlerinin bulunmadığı ve ham suyun az çok kirlilik gösterebildiği yerlerde, bu kirliliği tamamen giderecek bir üniteden yararlanılmalıdır. Yeni bir kaynaktan temin edilen su, mikrobiyolojik ve kimyasal yönden ayrıntılı olarak test edilmelidir.

Su, önce, çökeltilir, süzülür, daha sonra dezenfekte edilir. Dezenfeksiyon işlemi en az 1 saat süreyle yürütülür. Bunun için suya klor, klor dioksit ya da ozon enjekte edilir veya su ultraviyole ışığının etkisine maruz bırakılır. Okside olabilen organik maddelerin çok yüksek miktarda bulunduğu sularda, klor veya oksitlenabilen diğer dezenfeksiyon maddeleri etkili olmayabilir.

Suyun mikrobiyolojik kalite kontrolünde indikatör bakteri olarak, yaygın şekilde, *Escherichia coli* ve koliform grubu bakterilerden yararlanılmaktadır. Genel olarak, dezenfeksiyon sonunda, suyun 100 mililitresinde koliform mikroorganizma bulunmamalıdır.

Sudaki virüsler serbest klorla ya da okside olabilen diğer maddelerle inaktif hale getirilebilir. Kalıntı halindeki serbest klor miktarının korunamadığı sularda canlı koliform bakteri bulunmayabilir fakat virüsler aktif durumda olabilir. O nedenle, virüslerin inaktivasyonu için, dezenfeksiyon işlemi sonunda suda en az 0.5 mg/litre düzeyinde serbest klor bulunması gerekmektedir.

Suyun biyolojik kontrolü, kabul edilemeyen tat ve kokuların ve ayrıca dağıtım boruları ile filtrelerdeki tıkanıklık nedenlerinin belirlenmesi bakımından önemlidir. Çökeltilme ve süzme işlemleri uygulanan suların biyolojik kalitesi yönünden herhangi bir sorunla karşılaşmaz. Çünkü, bazı parazitler, klorlamaya karşı dayanıklı olmakla birlikte, etkili bir süzme yoluyla ayrılabilirler.

Kimyasal yönden, çözünür maddelerin miktarı ve bileşimi, örneğin, toplam çözünür katı maddelerin miktarı, sertlik derecesi, toksik unsurların düzeyi gözden geçirilmelidir. Mineral maddeler, rekombine sterilize, evapore ve koyulaştırılmış sütün viskozitesini ve ısı stabilitesini etkilediğinden, kullanılacak suyun tuz dengesine özellikle dikkat edilmelidir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından kabul edilen standartlara göre, içme sularındaki toksik maddeler aşağıdaki sınır değerlerini aşmamalıdır.

İÇME SULARINDA BULUNMASINA İZİN VERİLEN TOKSİK MADDE MİKTARLARI, mg/litre	
Arsenik (As)	En fazla 0.05
Kadmiyum (Cd)	En fazla 0.01
Siyanit (CN)	En fazla 0.05
Kurşun (Pb)	En fazla 0.1
Civa (Hg)	En fazla 0.001
Selenyum (Se)	En fazla 0.01

Kaynak: Leighton, 1979.

İçme suları için kabul edilen bu değerler rekombinasyon amacıyla kullanılacak sular için de geçerlidir. Ayrıca, su kaynaklarının pestisitlerle bulaşmamasına dikkat edilmelidir, çünkü suyun geleneksel yöntemlerle arıtılması pestisit kalıntılarını gidermemektedir.

Rekombinasyon amacıyla kullanılacak suyun toplam sertliği ile klor, sülfat ve nitrat içerikleri aşağıdaki değerlere uygun olmalı ve belirtilen değerden daha fazla sertliğe sahip sular kısmen veya tamamen yumuşatılmalıdır. Şehir şebekesi sularında nitrat içeriği açısından bir sınırlandırma bulunmamakla birlikte, litresinde 45 miligramdan fazla nitrat ( $\text{NO}_3$  olarak) bulunduran içme suları, bebek sağlığı açısından sakıncalı görülmektedir. Bu yüzden rekombine süt ürünleri ve bebek mamalarının yapımında kullanılacak suların nitrat içeriğine sınırlandırma getirilmektedir.

REKOMBİNASYON İÇİN KULLANILACAK SUDA ARANAN BAZI ÖZELLİKLER	
Toplam katı maddeler, mg/litre	500
Toplam sertlik ( $\text{CaCO}_3$ ), mg/litre	En fazla 100
Klor (Cl), mg/litre	En fazla 100
Sülfat ( $\text{SO}_4$ ), mg/litre	En fazla 100
Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), mg/litre	En fazla 45

Kaynak: Leighton, 1979.

### 2.1.3. Şekerler

#### 2.1.3.1. Sakaroz

Rekombine şekerli koyulaştırılmış süt üretiminde kullanılacak olan sakaroz az miktarda yabancı madde içermeli, mikroorganizma bulundurmamalı

ve fazla koyu bir renge sahip olmamalıdır. "Beyaz" ve "Rafine" olmak üzere iki grupta toplanan sakarozun taşınması gereken nitelikler Çizelge 2.11'de verilmiştir.

Çizelge 2.11. Rekombinasyonu amacıyla kullanılan şekerin bazı nitelikleri

Nitelikler	Beyaz şeker <sup>1)</sup>	Rafine şeker <sup>2)</sup>
<b>Kimyasal nitelikler :</b>		
Sakarozy, %	En az 99.80	En az 99.90
İndirgen şekerler, %	En fazla 0.05	En fazla 0.03
Kül, %	En fazla 0.05	En fazla 0.02
Rutubet, %	En fazla 0.05	En fazla 0.04
pH (%50'lik çözeltisinin)	En az 5.50	
SO <sub>2</sub> , ppm	En fazla 20	
Ağır metaller, ppm	En fazla 5	
Renk (Whatman 42 filtre kağıdından süzülen %50'lik çözeltinin 420 nm'de okunan optik yoğunluğu)	En fazla 0.150	En fazla 0.04
<b>Yabancı madde (250 g'da):</b>		
Toplam katı madde, disk değeri olarak	4'den az	En fazla 1
Kı, böcek parçası	Bulunmamalı	Bulunmamalı
<b>Mikrobiyolojik Nitelikler :</b>		
Toplam bakteri, adet/g	En fazla 20	En fazla 200
Maya, adet/g	En fazla 3	En fazla 1
Küf, adet/g	En fazla 2	En fazla 1
Ozmoofilik maya, adet/g	En fazla 2	
Ozmoofilik küf, adet/g	En fazla 0.1	

Kaynak: Jones, 1979 a.

<sup>1)</sup> Örnek hacmi 10-15 g olmalı; kimyasal analizler için 50-100 tonluk partinin her 1 tonunda alınan örneklerin karışımı kullanılmalı; mikrobiyolojik analizler için 50-100 tonluk partinin her 2-3 tonunda alınan örneklerde ozmoofilik maya ve küf sayımı yapılmalı, bu örneklerin birinin ardına döndürülenlerin karışımında diğer sayımlar yapılmalıdır.

<sup>2)</sup> Analizler için her üretimdeki torbaların sayısının kare köküne eşit her bir torbadan alınan örneklerin karışımı kullanılmalıdır.

### 2.1.3.2. Laktoz

Rekombine şekerli koyulaştırılmış sütte % 10-12 oranında laktoz bulunmaktadır. Eğer dışarıdan laktoz ilavesi yapılmazsa, rekombine üründeki bu miktarın yaklaşık 1/3'ü oda sıcaklığında kristalize hale geçebilir. Kristaller 10-20 µ uzunluğundadır, dilde hemen hissedilebilir ve son üründe istenmeyen kumlu bir tekstür oluşumuna neden olur. Laktoz ilavesiyle, büyüklüğü 5 mikronu geçmeyen küçük kristallerin oluşumu teşvik edilerek ürünün pürüzsüz tekstürü korunmaya çalışılır. Bu amaçla, ince zerreli saf laktozdan ya da laktoz içeriği yüksek bir üründen yararlanılabilir. Rekombine sütün 1000 kilogramına 0.5 kilogramı aşmayacak miktarda laktoz katılarak, 1 mm<sup>3</sup> rekombine şekerli koyulaştırılmış sütte en az 1 milyon laktoz kristali oluşumu sağlanmalıdır.

Tohum laktoz çekirdeği çok küçüktür, rutubet mevcudiyetinde hemen topekleşir. Soğuk haldeki laktoz ılık ve nemli havayla karşılaştığında nem çekebilir ve nem laktoz üzerinde yoğunlaşır. Laktoz ilavesinden beklenen başarının sağlanması için, laktoz oda sıcaklığında, nem geçirmeyen ambalajlar içerisinde saklanmalıdır.

#### 2.1.4. Tuz

Rekombine tereyağı, peynir ve diğer ürünlerin üretiminde kullanılan tuz aşağıdaki çizelgede verilen niteliklere uygun olmalıdır.

Çizelge 2.12. Rekombine ürünlerin yapımında kullanılan tuzda aranan nitelikler

Nitelik	Miktar, mg/kg
Rutubet	2000
Suda çözünmeyen madde	300
Alkalinite ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ olarak)	300
Kalsiyum	800
Magnezyum	250
Sülfat	3000
Bakır	1
Demir	10
Kurşun	2
Arsenik	1
Kekleşmeyi önleyici katkı maddesi (potasyum ferrosiyanat gibi)	15

Kaynak: Jebson, 1979 b.

Nisbi nem oranı % 75'in üzerinde olan ortamlarda saklanan tuz nem çekebilir ve sonuçta kekleşebilir. Bu nedenle, polietilen ya da benzeri bir maddeyle astarılanmış torbalarda paketlenmelidir. Tuz stokları, rotasyona tabi tutulmalı, torbası yırtılmış ya da hasara uğramış tuzlar kullanılmamalıdır. Çok ince zerrelili tuzlar, rutubet oranının çok düşük olduğu koşullarda bile hızla nem çekebildiğinden, belirli aralıklarla ve sınırlı miktarlarda satın alınmalıdır.

#### 2.1.5. Diğer katkı maddeleri

Rekombine süt ürünlerinde kullanılan diğer katkı maddeleri stabilizerler, emülsifiyerler, tat ve renk maddeleri ve vitaminlerdir. Tüm katkı maddeleri, FAO/WHO tarafından kabul edilen standartlarda belirtilen niteliklere uygun olmalıdır.

##### 2.1.5.1. Stabilizerler ve emülsifiyerler

Birçok rekombine ürün suda-yağ emülsiyonu halindedir. Bunların kabul edilebilir bir raf ömrüne sahip olmaları için stabilize edilmeleri gerekir. Bazı ürünlerde, hammadde olarak kullanılan süt ürünlerindeki doğal unsurlar stabilizasyon için yeterli olabilir. Fakat bazı rekombine ürünlerde emülsifiyer kullanımı gerekebilir. Rekombine evapore süt üretiminde, ısı stabilitesi sağlamak amacıyla fosfatlar sıklıkla ilave edilmektedir. Rekombine süttten peynir yapımında da istenen nitelikte pıhtı oluşumu sağlamak için, kalsiyum tuzlarından yararlanılmaktadır.

Rekombine süt ürünlerinde kullanılan stabilizer ve emülsifiyer maddeler Şunlardır:

Kalsiyum klorür  
Sodyum sitrat  
Sodyum fosfat, monobazik (monosodyum dihidrojen ortofosfat)  
Sodyum fosfat, dibazik (disodyum monohidrojen ortofosfat)  
Sodyum tripolifosfat (pentasodyum trifosfat)  
Sodyum alĖinat  
Karragenan  
Lesitin (soya fasulyesinden)  
Mono- ve diğliseridler  
Polisorbat 60 (Tween 60)  
Sorbitan monostearat  
Jelatin

#### 2.1.5.2. Aroma ve renk maddeleri

Bazı rekombine ürünlerin doğal bir tada sahip olması istenirken, bazılarının tadı bir katkı maddesi yardımıyla güçlendirilir. Kullanılan tat maddeleri, doğal, doğala zdeŖ ve yapay aroma maddeleri olmak üzere gruplandırılabilir. Birinci gruptakiler, doğal ürünlerden ekstraksiyon yoluyla elde edilir. İkinci gruptakiler, doğal olanlara kimyasal bakımdan eŖdeĖerlik gösterir. Sonuncular da, doğal olanların tadına benzatlerek üretilen sentetik maddelerdir.

En çok kullanılan aroma maddeleri Şunlardır:

Tereyağı tadı verenler  
Peynir tadı verenler  
Vanilya (aromalı sütlerde)  
Ėikolata (dondurmada)  
Meyve aromaları (fermente süt rnlerinde)

Renk maddeleri doğal ya da yapay olabilir. Süt rnleri aÇısından önem taŖıyan doğal renk maddeleri, annatto dahil, suda çözünen karotenoidler ve yağda çözünen karotenierdir. Annatto, peynir yapımında;  $\beta$ -karoten de tereyağı üretiminde kullanılmaktadır.

#### 2.1.5.3. Vitamınler

Yağda znen A ve D vitamınleri özellikle filled rniere katılmaktadır.

### 2.2. Rekombinasyon İŖlemi ve Kullanılan Ekipmanlar

#### 2.2.1. Rekombinasyon olanakları

Rekombine sütün hazırlanmasında genellikle yağsız süttozu, susuz süt yağı ve iyi nitelikte su kullanılır. Tam yağlı taze süt tadı kazandırmak amacıyla bu karŖıma bazen yayıkaltı tozu ilave edilebilir.



Yağsız sütte ve yağ kullanıldığında, yeni oluşan yağ emülsiyonunun stabilitesini sağlamak üzere, yasaların izin verdiği durumlarda, süte emülsifiyer katılır.

Süt yağsız kurumadesi ve süt yağı kaynağı olarak tek başına yağlı sütte bulunmaz. Bu durumda emülsifiyer ilavesine gerek kalmaz.

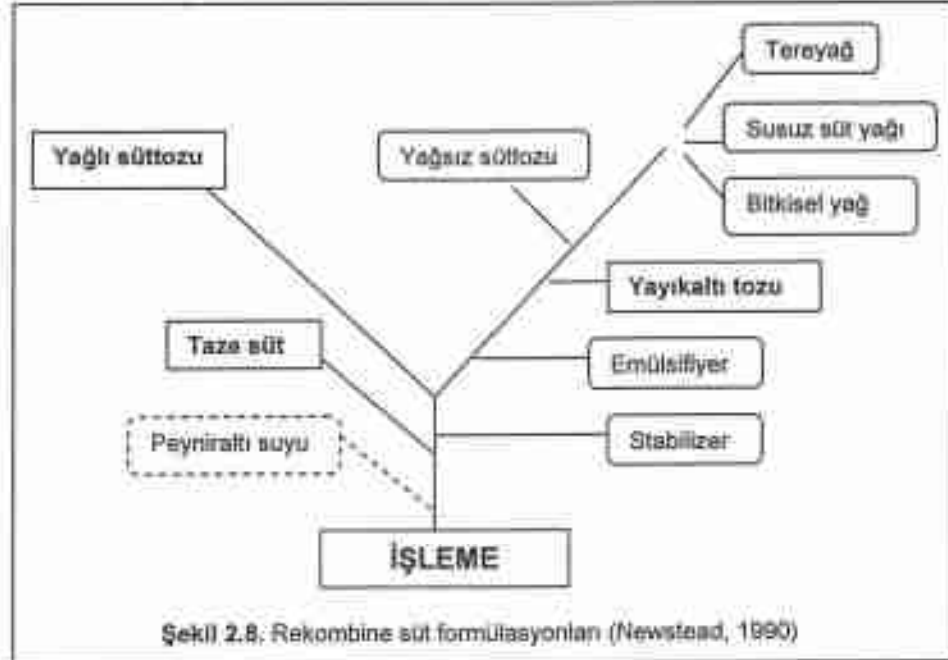
Hazırlanan rekombine ya da rekonstitüe süt taze sütle karıştırılabilir. Ayrıca, peyniraltı suyu ilave edilmek suretiyle ürün çeşitlenmesine de gidilebilir.

Bir veya birkaç stabilizerin ilavesi genel bir uygulamadır. Bu amaçla, karragenan, zamlar ve fosfat tuzlarından yararlanılır. Stabilizerler süten tadını ve stabilitesini artırıcı bir etki yaratırlar.

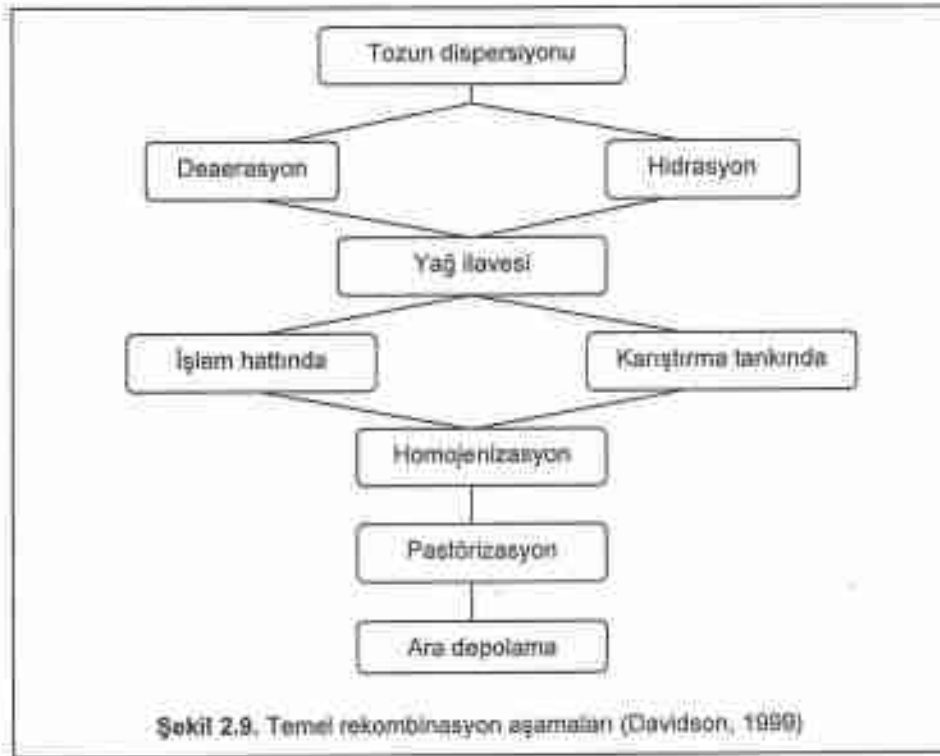
Rekombinasyondaki formülasyon olanakları Şekil 2.8'de şema halinde gösterilmiştir.

### 2.2.2. Rekombinasyon aşamaları

Çeşitli süt ürünlerinin yapımında kullanılacak olan rekombine sütte birbirine benzer yöntemlerle hazırlanır. Tüm yöntemler, tozun rekonstitüsyonu, stabil bir emülsiyonun oluşturulması ve son olarak ısı işlem uygulamaları aşamalarından oluşur. Rekombinasyonda izlenen aşamalar genel olarak Şekil 2.9'daki gibi şematize edilebilir.

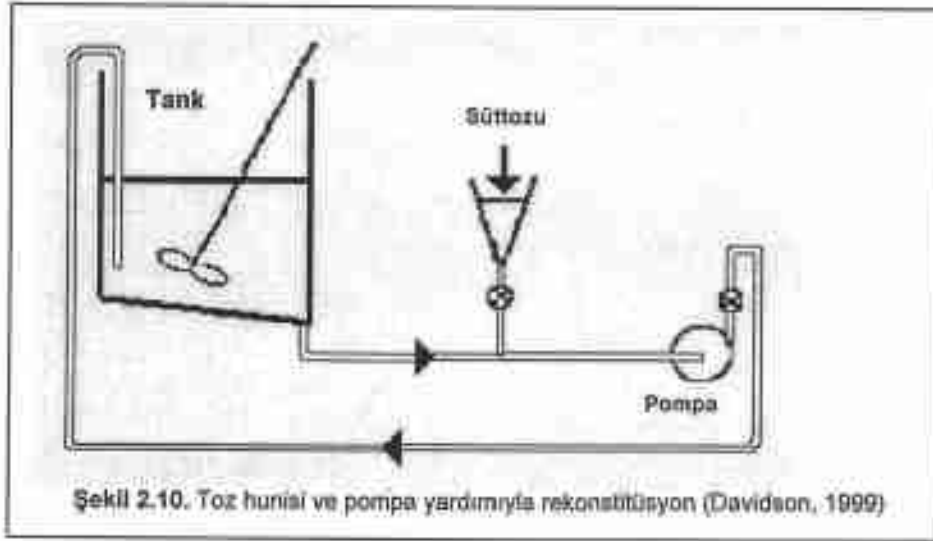


Şekil 2.8: Rekombine süt formülasyonları (Newstead, 1990)



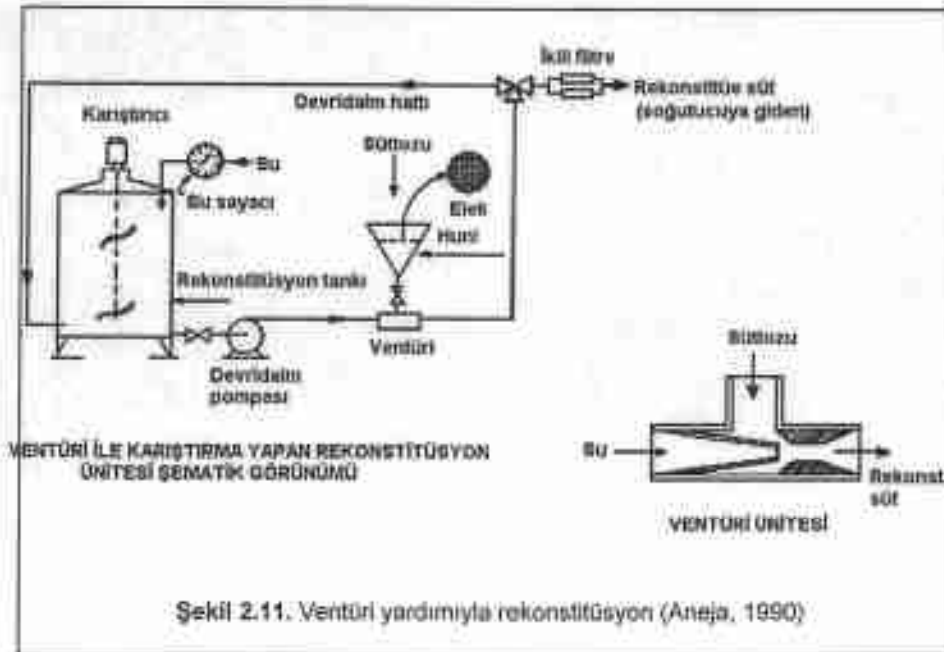
Rekombinasyonun ilk aşaması tozun suda dispers hale getirilmesi, diğer bir ifadeyle sütünun su ile karıştırılmasıdır. Bu amaçla uygulanabilen yollar şunlardır:

- Tankta karıştırma:** Küçük ölçekli (1000 - 2000 litre) üretim için en uygun karıştırma şeklidir. Bu amaçla, iki ayrı hızda karıştırma yapabilen bir karıştırıcıya sahip, çift cidarlı tanklar yararlanır. Tankın ısıtma ve soğutma yapabilen donanımları bulunmalıdır. Rekonstitüsyon için, su tanka alınır ve sıcaklığı 45 - 50°C'ye çıkarılarak bir pompa ile sirküle ettirilirken aynı zamanda sütünun da tanka ilave edilir. Karıştırıcı çalıştırılarak tozun çözünmesi sağlanır. Sütünun tamamen çözüldükten sonra karıştırıcı durdurulur ve su-toz karışımı 20 dakika kendi halinde bekletilir. Böylece karışımın hidrasyonu ve köpüğün sönməsi sağlanmış olur.
- Toz hunisi ve pompa yardımıyla karıştırma:** Süt kurumaddesinin % 20'ye kadar çıkabildiği karışımlar için uygundur. Karıştırma tankına doğru olan sirkülasyon hattı üzerine bir huni ve santrifüj pompa ilave edilmiştir. Sütünun, Şekil 2.10'da gösterildiği gibi, huniden sirkülasyon hattına boşaltılır ve pompayla tekrar tanka sirküle ettirilebilir. Huniye boşaltılan sütünun tanelikleri, tankın çıkışında ve huninin altında bulunan vanaların elle açıp kapamak suretiyle topaklaşmaya meydan vermeden suya karıştırılır. Sirkülasyon hattında ve tankta oluşan türbülens ve girdaplar tozun hızlı bir şekilde karışmasına yardımcı olur.



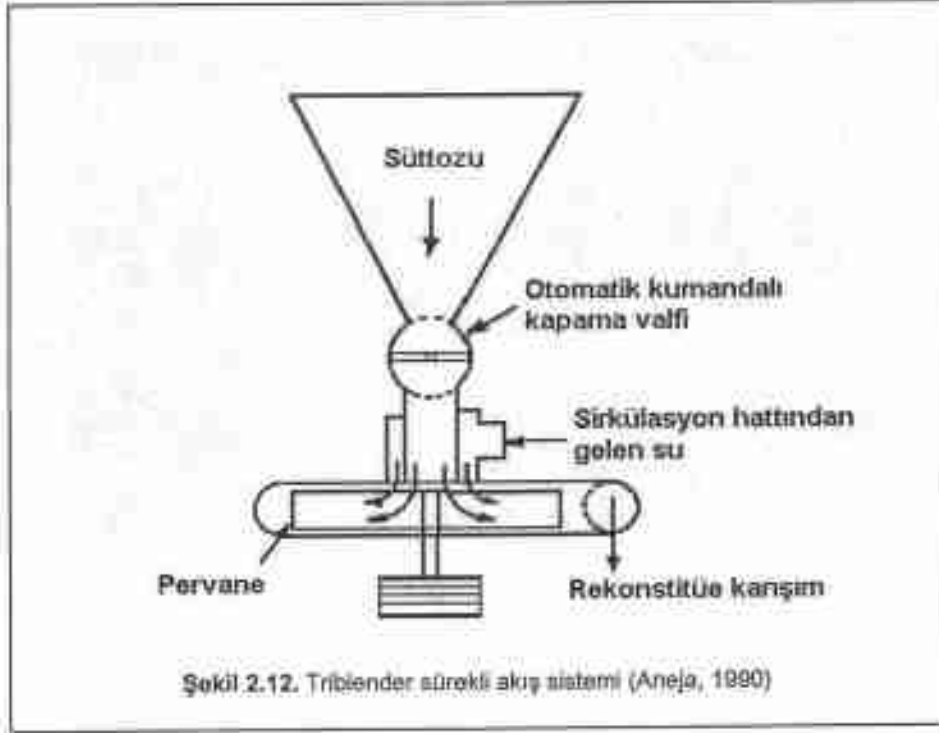
Şekil 2.10. Toz hunisi ve pompa yardımıyla rekonstitüsyon (Davidson, 1999)

- c) Toz hunisinin altına bir seviye sondası takılabilir. Bu sonda, toz hunisi boşaldığı zaman valfin kapanmasını ve karışıma hava girmesini engeller.
- d) **Ventüri dağıtıcı:** Süttozu, pompanın basma hattında yer alan bir ventüriden geçirilebilir (Şekil 2.11). Ventüri dağıtıcı ile tozun daha etkili şekilde dağılması sağlanır, ayrıca % 20'den biraz daha yüksek kurumadeli karışımlar elde edilebilir.



Şekil 2.11. Ventüri yardımıyla rekonstitüsyon (Aneja, 1990)

- e) "Triblender" sürekli akış sistemi: Dakikada 40 kg'a kadar çıkan dispersiyon hızına sahip sürekli akış sistemlerde "Triblender" olarak bilinen çok yüksek devirli bir pervaneden yararlanır (Şekil 2.12). Huniye boşaltılan süttozu huninin altındaki otomatik kumandalı kelebek valften geçerek pervanenin tam ortasındaki açıklıktan suya kanşır, pervanenin yarattığı vakum tozun hemen suya kanşmasına yardımcı olur. Diğer kanştırma sistemlerindeki gibi, bu sistemde de sirkülasyon rekonstitüsyon tankından yaptırılır. Eğer yağ rekonstitüe süte homojenizasyondan önce dozlanıyorsa, tanktaki kanştırma işleminin fazla bir önemi yoktur. Bu tip kanştırıcıların en basiti ile % 30 ve daha fazla süt kurumaddesi içeren kanşımalar hazırlanabilir. Uygun bir pompayla kombine hale getirildiklerinde konsantrasyonu % 60'a kadar çıkabilen kanşımalar elde edilebilir. Konsantre haldeki bu kanşımalar, daha sonra su ile istenen bileşime seyretilebilir.



Şekil 2.12. Triblender sürekli akış sistemi (Aneja, 1990)

Süttozunun en az topak oluşturacak şekilde suda dağılabilmesi için en uygun su sıcaklığı 40 - 50°C arasında değişir. Ancak, yukarıda belirtilen venturi dağıtıcı ya da turbo kanştırıcı gibi dispersiyon cihazları ile sıcaklığı 15 -20°C arasında değişen soğuk su kullanımı mümkün olmaktadır.

Süttozu suda çözündürülürken kanşımaya hava girebilir ve bu durum köpürmeye neden olabilir. Tankın çıkışında ve huninin altında yer alan kelebek valfler yardımıyla çevreden rekonstitüe süte hava girişi önenebilir. Ancak, toz tanesinin içindeki boşluklarda bulunan hava da sıvının köpürmesine neden olur. Rekonstitüe sütteki havaı ya da köpüğü hızlı bir şekilde uzaklaştırmak için

deaaratörlerden yararlanılabilir. Deaarasyon işlemi homojenizasyonun etkinliği bakımından önemli görülmekle birlikte pratikte nadiren uygulanmaktadır.

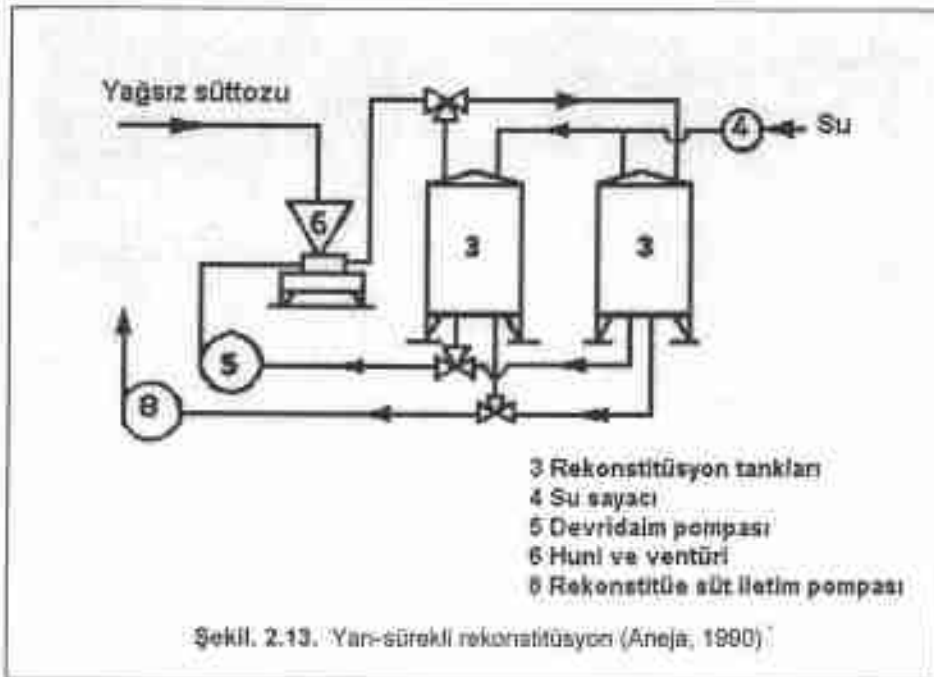
Süttozundan ileri gelen kiracimsi ya da tozumsu tadın azaltılabilmesi için en az 15 - 20 dakikalık bir hidrasyon süresine ihtiyaç vardır. Koşullar elverdiği takdirde, rekonstitüe yağsız süt 4°C'de bir gece bekletilmelidir, böylece daha iyi bir hidrasyon sağlanarak sütün tadı önemli düzeyde artırılabilir. Ayrıca hidrasyon aşamasında köpüğün sönmesi ya da havanın ayrılması da sağlanmış olmaktadır.

Yağın rekonstitüe süte ilavesi bir tankta ya da homojenizasyondan önce direk olarak işlem hattında gerçekleştirilebilir.

Hazırlanan rekombine süt diğer ürünlere işlenmeden önce 4 - 5 saatten daha uzun süre bekletilecekse pastörize edilmeli ya da 82°C'de 15 saniye süreyle termizasyona tabi tutulmalıdır. Bulaşmayı önlemek amacıyla sütün homojenizasyonu pastörizasyondan önce yapılmalıdır.

Süt son olarak 7°C'nin altına soğutulup işleneceği zamana kadar soğukta saklanmalıdır.

Orta ölçekli işletmelerde rekonstitüsyon işlemi çoğunlukla kesikli yöntemle yapılmaktadır. İşlemi yarı-süreklî hale getirmek için sirkülasyon hattına ikinci bir tank daha ilave edilebilir (Şekil 2.13). Böylece, tanklardan birisi işlem hattına süt girişi sağlarken, diğer tank ile bir sonraki üretime hazırlık yapılır.



Polietilen astarlı, çok katlı kağıttan yapılmış 25 kg'lık standart torbalarda bulunan süttozları, genellikle asansörlerle ya da mekanik bir taşıma sistemiyle depodan huninin bulunduğu alana taşınır. Torbaların ağız kesilerek açılır ve süttozu elle huniye boşaltılır. Bu sırada toz zerrecikleri havaya dağılır ve bu durum insan sağlığı, işletme hijyeni ve ürünün bileşimi açısından sorunlar yaratabilir. Bu nedenle, tozu boşaltma işlemi kuru alan olarak adlandırılan ayrı bir bölmede gerçekleştirilir. Orta ve büyük ölçekli işletmelerde kuru alandaki tozu uzaklaştırmaya yarayan sistemler mevcuttur.

### **2.3. Rekombine Ürün Çeşitleri**

#### **2.3.1. Rekombine sıvı sütler**

##### **2.3.1.1. Rekombine pastörize süt**

Yağsız kurumadde içeriği % 8 - 9.5, yağ içeriği de % 2.8 - 4.0 arasında değişim gösterebilir. Genellikle homojenize edilir, fakat istenirse kaymak tabakası bulunduracak şekilde de üretilebilir. Üretiminden hemen sonra rekombine pastörize sütte hafif tebeşirimsi bir tat hissedilir, ancak bu tat birkaç saat sonra kaybolur. Raf ömrü buzdolabında 4 - 5 gün kadardır. Etkili dağıtım sistemlerinin mevcut olduğu ve arzın talebi kolaylıkla karşılayabildiği kalabalık merkezler için uygun bir ürün çeşididir.

Taze sütünkine yakın ve tam bir aromaya sahip rekombine pastörize süt üretiminde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Serum proteini azotu indeksi (WPNI) 4 mg/g ya da üzerinde olan düşük veya orta ısılı yağsız süttozu kullanmak.
- Süt yağsız kurumadde oranını % 10'a kadar çıkarmak.
- Yağsız kurumaddenin en fazla % 10'u kadar yayıkaltı tozu ilave etmek.
- Susuz süt yağı yerine tuzsuz tereyağı kullanmak.
- Çok az miktarda sodyum klorür veya sodyum sitrat (0.25 g/kg) veya sakaroz (1 g/kg) ilave etmek.

Bu ürünün yapımında yararlanılan formülasyonlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.13. Rekombine pastörize süt üretiminde yararlanılan formülasyonlar ve bileşim değerleri

Kullanılan Hammaddeler	Formülasyon, kg/ton		
	Rekombine süt	Rekombine süt (Yağsız tozu katkı)	Rekonstitüe süt (Yağlı süttozu)
Yağsız süttozu	89.5	80.5	-
Yağsız tozu	-	9.7	-
Susuz süt yağı	34.1	33.3	-
Yağlı süttozu	-	-	123.7
Su	876.4	876.5	876.3
Ürün bileşimi, %			
Toplam kurumadde	12.0	12.0	12.0
Yağ	3.5	3.5	3.3
Yağsız kurumadde	8.5	8.5	8.7

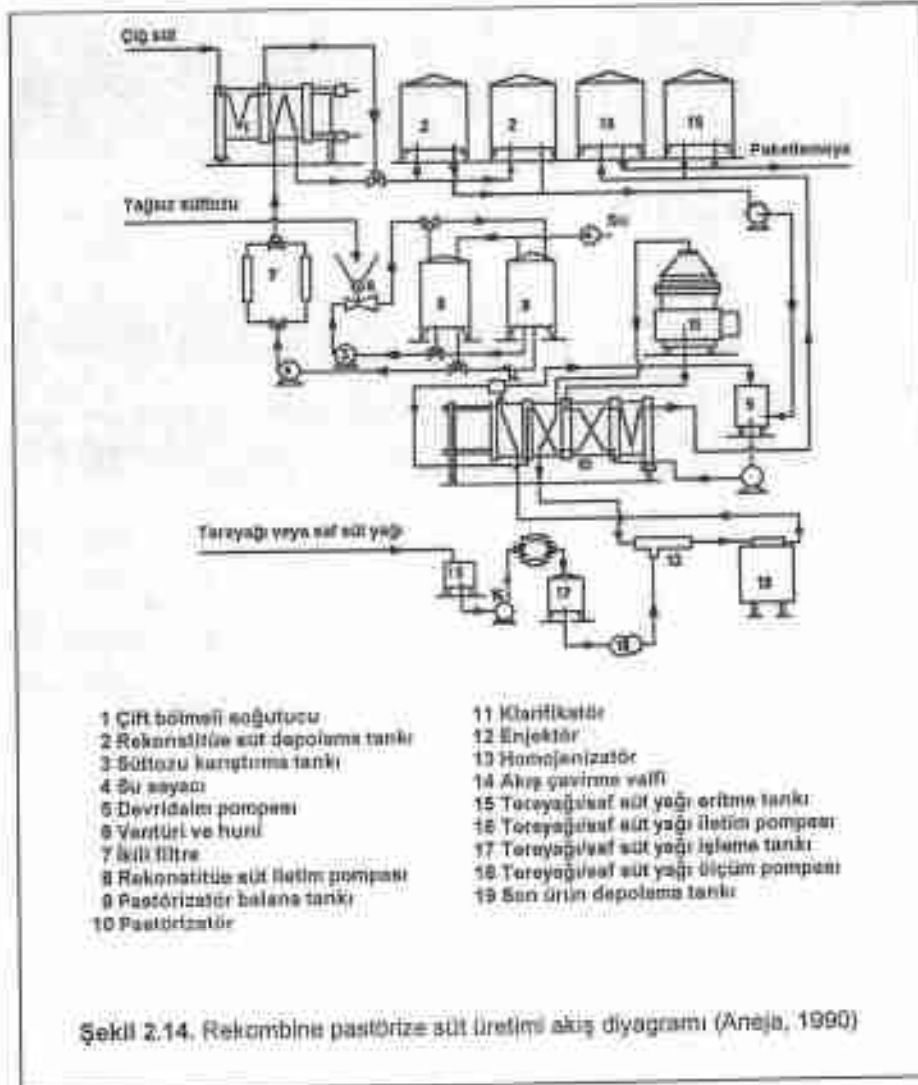
Kaynak: Newstead ve ark., 1979.

### İşleme

Rekombine pastörize süt üreten bir işletmenin akış diyagramı Şekil 2.14'de gösterilmiştir. Üretimde izlenen aşamalar şöyledir:

1. Amaca uygun nitelikte su, bir sayaçtan sürekli şekilde çift cidarlı ve genellikle karıştırıcısı bulunan rekonstitüsyon tankına alınır. Ölçülü miktarda su tanka dolduğunda, su giriş otomatik olarak kesilir. Huniye boşaltılan süttozu tanecikleri, huninin altındaki borudan geçerek su ile karışır. Santrifüj pompa yardımıyla su ya da rekonstitüe süt tankın altındaki valften tekrar tanka doğru sirküle ettirilir.
2. Çözünmeyen süttozu parçacıklarını ve diğer yabancı maddeleri ayırmak amacıyla rekonstitüe süt bir pompa ile filtre düzeninden geçirilir. Filtre düzeninin ikili olmasında yarar vardır, böylece filtrenin biri kullanımda iken diğeri temizlenerek bir sonraki kullanıma hazır hale getirilir.
3. Süttozu tamamen çözüldükten sonra tozun hidrasyonu için rekonstitüe süt 15 dakika kadar bekletilir.
4. Rekonstitüe süt hidrasyon süresinin sonunda pastörizatörün balans tankına pompalanır, ön ısıtma ve klarifikasyon işlemleri uygulanır, daha sonra sıcaklığı 50-60°C'ye yükseltir.
5. Sıcaklığı 60-65°C olan enmiş durumdaki yağ bir dozaj pompası ve enjektör kullanılarak homojenizasyondan önce süte karıştırılır. Süt yağı filtrasyon işleminden önce de katılabilir. Bu takdirde yağın süte ilavesi orijinal karıştırma tankında yapılır ve homojenizatöre gönderilirken yeknesak bir bileşime sahip olması için iyice karıştırılır.

6. Rekombine süt tek veya iki kademede homojenize edilir. Tek kademeli homojenizasyonda 55 - 85°C'de 175 kg/cm<sup>2</sup> ; iki kademeli homojenizasyonda birinci kademede 145 - 250 kg/cm<sup>2</sup> ve ikinci kademede 20 - 70 kg/cm<sup>2</sup> basınç uygulanır.
7. Homojenizasyondan sonra rekombine süt 72°C'de 15 saniye, 71 - 74°C'de 40 - 45 saniye veya 85°C'de 8 - 15 saniye süreyle pastörize edilir. Pastörizasyon işlemiyle patojen bakteriler yok edilmeli, soğukta gelişen psikrotrof bakteriler öldürülerek raf ömrü uzatılmalı, aynı zamanda sütün besleyici niteliği zarar görmemeli ve taze süt tadı korunmalıdır.
8. Pastörize süt şişelere veya geri dönüşsüz plastik ya da karton kutulara doldurulur, 4°C'de depolanır.





### 2.3.1.2. Rekombine sterilize süt (iede sterilize süt)

Bu rn belirgin pimi, karamel tadına ve genellikle koyu bir renge sahiptir. Peynir mayası ile mayalamaya uygun değildir. Uygulanan ısı işleme bağlı olarak sütteki tüm mikroorganizmalar ve bakteri sporları yok edilir, proteaz ve lipaz enzimleri inaktif hale getirilir.

Lisin amino asidi ve suda znen vitaminlerden bazıları ısıyla zarara uğramış olmakla birlikte, sterilize sütün tüm besleyici niteliğindeki azalma yalnızca % 5 - 10 düzeyindedir.

Bu sütlerin paketlenmesinde cam ya da ısıya dayanıklı polipropilen ieler tercih edilir, teneke kutular kullanılmaz. Çünkü koyulatırılmı sütlerin teneke kutulara doldurulması pahalıya mal olmaktadır.

Raf mr paketlenme materyaline ve depolama koşullarına bağlı olarak genellikle 6 - 12 ay arasında değişir.

#### **İşleme**

Rekombine sterilize süt üretimi işlem aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. Tercihen, serum proteini azotu indeksi 3.5 mg/g'dan yüksek olan düşük ya da orta ısıli süttozu kullanılarak rekombine pastörize süt üretiminde izlenen yola göre rekombine süt hazırlanır.
2. Hazırlanan süt, pastörize ve evapore sütlere uygulanan basınçtan daha yüksek basınçta ve iki kademede homojenize edilir. İlk kademede 200 - 260 kg/cm<sup>2</sup>, ikinci kademede 30 - 35 kg/cm<sup>2</sup> arasında değişen basınç uygulanır. Uzun depolama sürecinde sütte kaymak tabakası oluabildiğinden, homojenizasyon işlemi pastörize sttekinden daha önemlidir.
3. ielere doldurma ve sterilizasyon işlemlerinden önce, süt 3 saatten daha uzun süre bekletilecekse, pastörize edilmeli ya da 4°C'ye soğutulmalıdır.
4. Sütler, sterilize edilmek üzere ielere doldurulur. Sterilizasyon anında süt genitiği için, ienin üst kısmında toplam hacminin 1/10'u kadar bir tepe boşluğu olacak Şekilde dtm yapılır. Bu boşluk, ielerin sterilizatörde hareketi sırasında daha iyi ısı iletimi sağlayan kartırma işlemini de kolaylaştırır.
5. Sterilizasyon için, süt önce 80°C'ye ısıtılır. Sonra dakikada 3°C'lik bir artış hızıyla sıcaklık sterilizasyon derecesine çıkarılır. Sterilizasyon sıcaklığında belirli bir süre bekletildikten sonra süt, dakikada yaklaşık 5°C'lik bir hızla 80°C'nin altına soğutulur. iede sterilizasyon işleminde en çok kullanılan normlar 119.5°C'de 10 dakika, 117°C'de 13 dakika ve 155°C'de 22 dakikadır. Daha kısa süreyle uygulanan sterilizasyon işlemleri sütün tadı ve besleyici niteliğinde daha az zarara yol açar.

### 2.3.1.3. Rekombine UHT sterilize süt.

UHT yöntemiyle sterilize süt, çok yüksek sıcaklık derecesinde ısı ıem (135 -150°C'de birkaç saniye) uygulandıktan sonra steril kutulara aseptik koşullarda doldurulmak suretiyle üretilen bir süt ürünüdür. Bu süt, klasik yöntemle (iede) sterilize edilen süte göre daha beyaz bir renge ve daha az pimi tada sahiptir. Lisin ve kkrt amino asitler UHT sterilizasyon işlemiyle daha az zarar gördükleri için UHT sütün besleyici değeri iede sterilize stnkinden daha yüksektir.

UHT sütlerde en çok karşılaşılan sorunlardan birisi depolama sırasında sütün jellemesi veya pıhtılamasıyla sonuçlanan ve "zamanla koyulaşma" olarak bilinen bir bozulmadır. Zamanla koyulaşma sütün raf ömrünün 8 aydan daha kısa bir sreye dmesine yol açabilir. Depolama sırasında ortaya çıkan diğer bir sorun da kazeinin parçalanmasından ileri gelen acılamadır. Bu tat kusuru birkaç ay sonra ortaya çıkar ve pıhtılamayla sonuçlanır. Bu bozulmalara ısıya dayanıklı bakteriyel proteolitik enzimlerin faalitesi yol açabilmektedir. Çiğ sütte bulunan psikrotrof bakterilerin biru tarafından üretilen ve UHT sterilizasyon işlemine dayanım gösteren bu tip enzimlerin sütteki düzeyi yüksek ise, inaktivasyonlarını sağlamak için yapılacak fazla bir Őey yoktur.

Isı stabilitesi yüksek olan enzimlerin minimum düzeyde tutulması için süttozu üretiminde mikrobiyolojik niteliği yüksek (direk mikroskopik bakteri sayısı 10<sup>7</sup> adet/g'dan az) ve psikrotrofik bakteri sayısı düşük olan süt kullanılmalı, rekombine süt hemen sterilize edilmeyecekse yeterli bir pastörizasyon işlemi uygulanarak saklanmalıdır.

Zamanla koyulaşma kusuru ile karılaıldığında, süte %0.05'e kadar sodyum polifosfat (Na-tetrafosfat) ilave edilebilir. Ayrıca son ürünün 20°C'den düşük sıcaklıkta depolanması da bu kusurları geiktirir veya önleyebilir.

Sterilizasyon sonrası bulamayı önlemek için UHT süt aseptik koşullarda paketlenmelidir. Paketlemede en çok lamine kağır veya mukavadan yapılmış kutular kullanılır. flenerek Şekil verilmiş plastik Őieler de kullanılabilir. Teneke kutular pahalı olduğundan, cam Őieler de sterilizasyon sırasında kırıldığı için tercih edilmemektedir.

#### İşleme

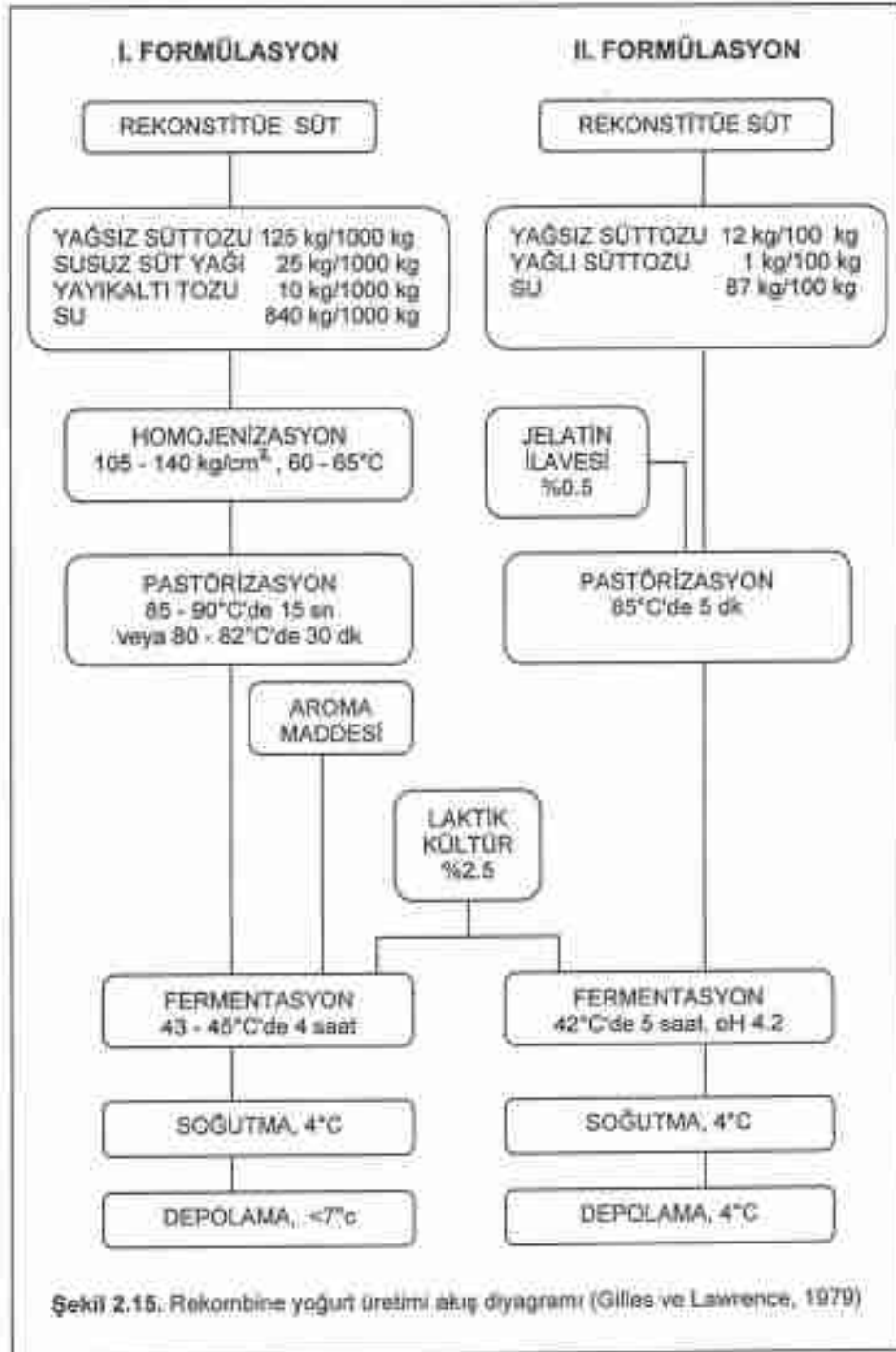
Rekombine UHT sterilize süt ratimi işlem aşamaları Şöyledir:

1. Hammadde olarak tercihen serum proteini azotu indeksi 4 mg/g yada daha fazla olan düşük ya da orta ısırlı süttozu kullanılarak temel rekombinasyon işlemine göre süt hazırlanır.
2. İndirek veya direk yöntemle UHT sterilizasyon işlemi yapılabilir. Her iki durumda da sütün sıcaklığı önce rejeneratif yolla 50 - 70°C'ye, daha sonra iki yöntemden birisi ile sterilizasyon derecesine (140 - 150°C) ıkarılır.

3. Sterilizasyon sıcaklığında 2 - 5 saniye süreyle bekletmeden sonra süt homojenizasyon sıcaklığına soğutulur. Sütün direk buhar enjeksiyonu yoluyla ısıtılması için kullanılan buhar doğgun halde ve saf olmalı, herhangi bir katkı maddesi bulundurulmamalıdır. Buhar kazanından sisteme buhar sağlayan borular paslanmaz çelikten yapılmış olmalıdır.
4. Aseptik homojenizatör kullanılarak 200 - 260 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında homojenizasyon işlemi yapılır. İki kademeli homojenizasyon için ikinci kademede 31 - 36 kg/cm<sup>2</sup> basınç uygulanır. Sterilizasyondan sonra yürütülen homojenizasyon ile depolama sırasında üründe sediment oluşumu ve yağ separasyonu azaltılabilmekte, zamanla koyulaşma kusuru geciktirilmektedir.
5. Paketleme sıcaklığına soğutma yapılır, süt aseptik koşullarda kutulara doldurulur ve depolanır.

### 2.3.2. Rekombine yoğurt

Rekombine yoğurt üretiminde, normal olarak, süt yağsız kurumaddesi yağsız sttozundan, yağ da susuz süt yağından sağlanmaktadır. Süt yağsız kurumaddenin bir kısmını ve yağı karşılamak üzere yağlı süttozu da kullanılabilmektedir. Yağlı süttozu kullanıldığında, homojenizasyon işlemine gerek duyulmamaktadır. Aşağıda iki ayrı formülasyona göre, rekombine yoğurt üretimi akış diyagramı verilmiştir. Her iki formülasyon da az yağlı yoğurt tipi içindir.



### 2.3.3. Rekombine tereyağı

Rekombine tereyağı, soğukta depolama ve dondurma imkanlarının kısıtlı olduğu ve ayrıca süt ürünlerinin yerel olarak üretilmek istendiği durumlar için uygun bir ürün çeşididir. Çünkü, rekombine tereyağı üretiminde kullanılan susuz süt yağı, yağsız sütte ve tuz oda sıcaklığında saklanabilirken, direkt olarak kremadan üretilen tereyağı 5°C'de kısa bir süre depolanabilmekte ve ancak sıfırın altındaki sıcaklık derecelerinde depolandığı takdirde niteliklerini uzun süre korumaktadır.

Rekombine tereyağı, taze kremadan yapılan tereyağının yapı ve kıvamında, topaklaşmamış ve pürüzsüz bir tekstüre sahip olmalı, serbest su ya da yağ ayrılması göstermemelidir. Tadı normal tereyağından biraz farklı olmakla birlikte tüketici tarafından kabul edilebilir niteliktedir.

Rekombine tereyağı üretiminde kullanılan ekipmanlar şunlardır:

**Ön karıştırıcı:** Yüksek devirli bir karıştırıcıya sahip, yağsız sütte, su ve tuzun karıştırıldığı tanktır.

**Karıştırıcı:** Susuz süt yağının serumla (yağsız sütte + su + tuz) karıştırıldığı, yüksek devirli karıştırıcısı ve sıkıca kapanabilen kapakları bulunan bir tanktır.

**Yüzey sıyrılmalı soğutucu:** Tereyağı karışımını en az 5°C'ye soğutabilecek kapasitede olmalıdır.

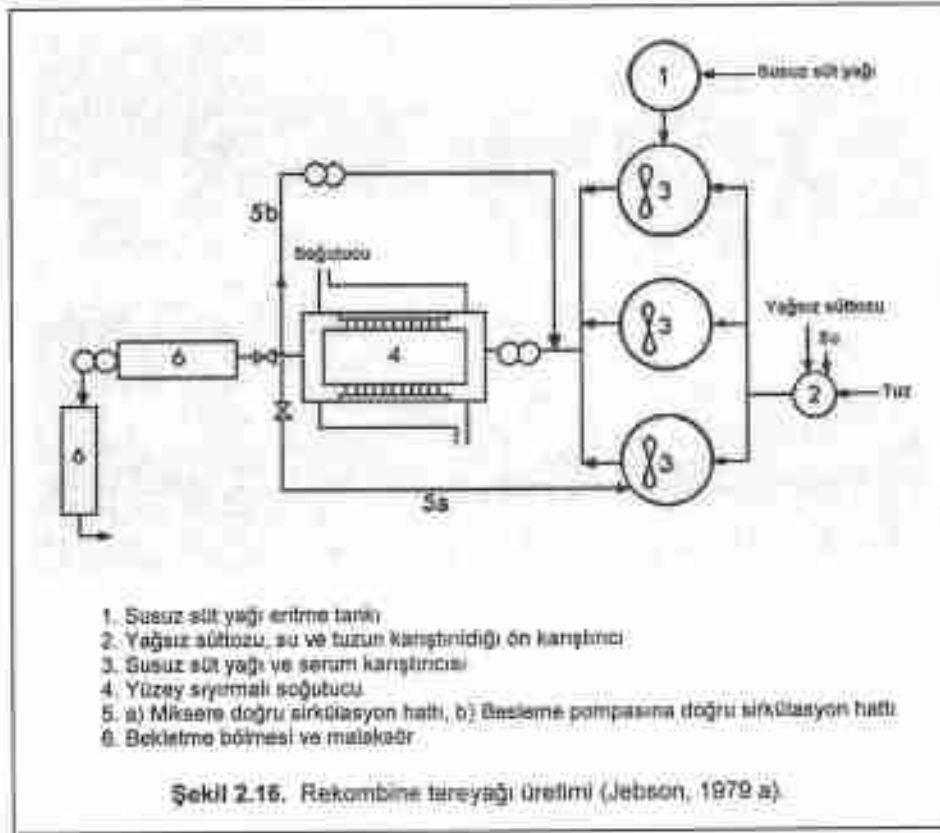
**Sirkülasyon hattı:** Sirkülasyon hattında akış kontrolü sağlayan bir pompa bulunmalı ve soğuyan karışım pompanın giriş tarafına sirküle ettirilmelidir. Karışımın sirkülasyonu pompanın çıkış tarafına doğru olursa topaklaşmış, tekstürü bozuk bir ürün elde edilebilir. İyi kalitede tereyağı üretimi için ürün sirkülasyon hattında 2 - 3 kez döndürülür.

**Pompa ve bekletme boruları:** Yaklaşık 2 dakika süreyle bekletme sağlayan bir bekletme borusu, malaksör ve malaksörden sonra yine bir bekletme borusu gereklidir.

### Üretim

Rekombine tereyağı % 16 oranında rutubet içerecek şekilde üretilir. Bileşiminde % 100 yağ sağlayacak düzeyde susuz süt yağı, % 1 - 1.5 arasında değişen oranda sütte, % 1.5 - 3 arasında tuz ve eğer gerekiyorsa, emülsifiyer olarak yaklaşık % 1 oranında lesitin yer alır. Tuz oranı süt yağının sertlik ya da yumuşaklığına göre değişebilir. Üretimde süt yağının katı fraksiyonu kullanılıyorsa tuz oranı % 3'e kadar çıkarılabilir.

Rekombine tereyağı üretimi yapan bir işletmenin akış diyagramı Şekil 2.16'de gösterilmiştir.



Şekil 2.16'da gösterilen sistemde rekombine tereyağı üretimi işlem aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. Susuz süt yağının eritilmesi: Normal olarak susuz süt yağını bulunduran variller 40 - 42°C'deki sıcak odada bir gün süreyle ya da yağ tamamen eriyinceye kadar bekletilir. Küçük çaplı üretimlerde, variller buharla ısıtılabilir. Teneke kutularda bulunan susuz süt yağı da sıcak su püskürtmek suretiyle eritilebilir.
2. Ön karıştırma: Yağsız sütte gerekli miktardaki suya azar azar ilave edilir. En az 20 dakikalık bir karıştırmadan sonra ortama tuz ilave edilir. Üretimde yüksek ısıli süttezları tercih edilmektedir, çünkü bunların dayanımı düşük veya orta ısıli süttezlarından daha fazladır.
3. Karıştırma: Önceden tamamen erimiş hale getirilen susuz süt yağı, eğer kullanılıyorsa, emülsifiyerle (lesitin) birlikte karıştırma tankına alınır, daha sonra ön karıştırma tankındaki serum yağı ilave edilir. Karıştırma tankının sıcaklığının 42 - 43°C'de tutulması normal bir süt yağı elde edilmesi bakımından önemlidir. Sıcaklığın bu dereceden yüksek olması, soğutma sistemine aşırı yüklenilmesine yol açar. Çok düşük sıcaklık ise, karıştırma tankında kristalleşmenin başlamasına ve tereyağında kumlu yapı kusuruna neden olur.

4. Soğutma: İşlemin başında pompa ve soğutucu bıçaklar çalıştırılır ve karıştırma tankına doğru yağ sirküle ettirilir. Soğutma işlemi yavaşça başlatılır. Tereyağı istenen sıcaklığa eriştiğinde (kullanılan yağa göre 4 - 10°C), karıştırma tankına doğru olan sirkülasyon durdurulur, besleme pompasına doğru sirkülasyon başlatılır. Bu sirkülasyon kristalizasyon için gerekli çekirdeklenmeyi sağlamak ve tereyağında kırılan yapı oluşumunu önlemek bakımından gerekli olup yüksek bir hızda yapılmalıdır.
5. Malakse işlemi: Ürün 10°C'nin altında, yüzey sıyrılmalı soğutucudan malaksöre gönderilir. Bu dereceden daha yüksek sıcaklıklarda malakse işlemi iyi yapılamayacağı için kırılan yapılı, su salan bir tereyağı elde edilir.
6. Paketleme: Elde edilen tereyağı parçömen varaklara sarılır ya da içi laklı kutulara doldurulur.

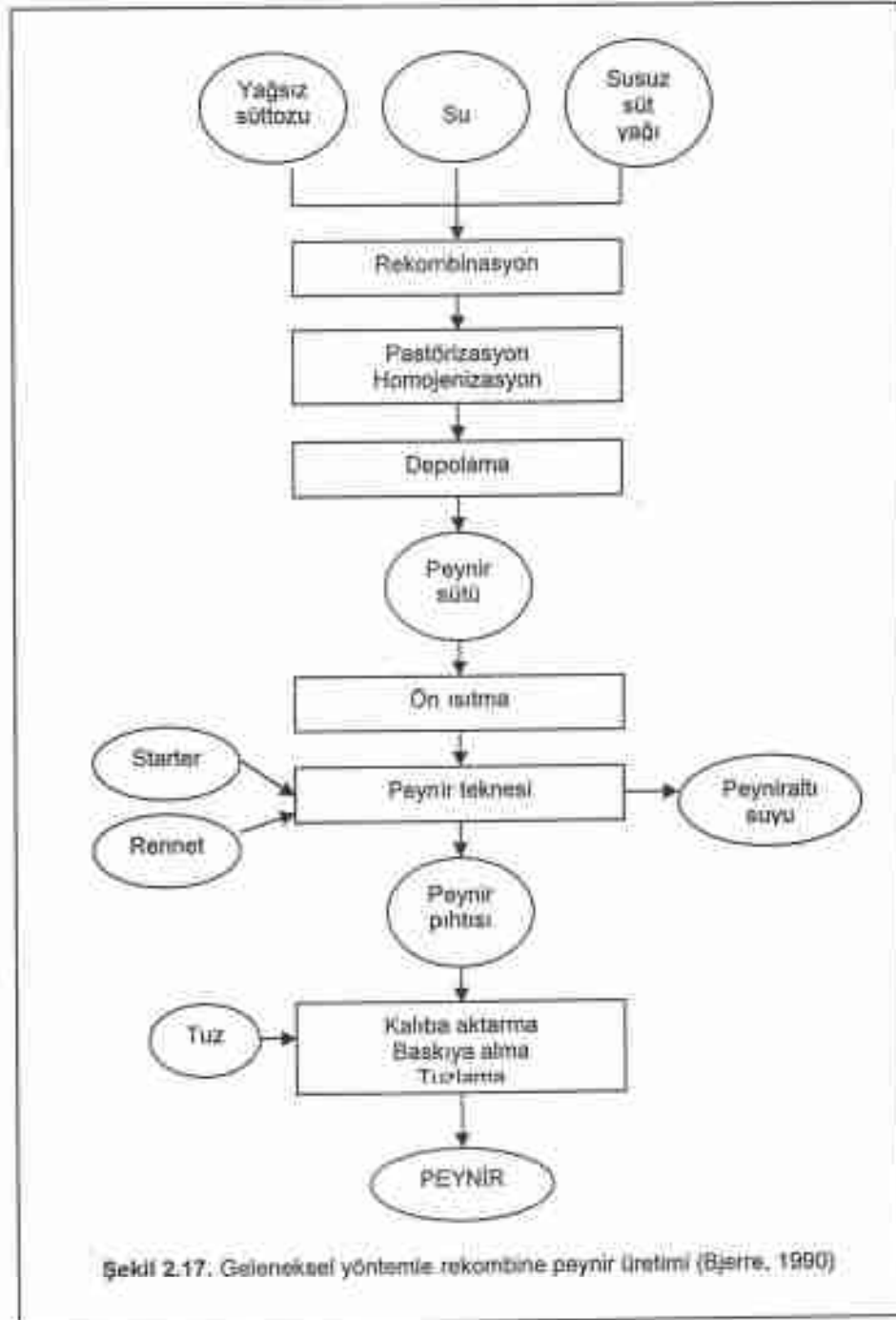
### 2.3.4 Rekombine peynir

Yağsız sütte ilk kez 1930 yılında peynir üretiminde kullanılmış olmakla birlikte, tamamiyle rekombine süttan peynir yapımı, ancak gerekli teknolojinin tesisini sağlayan araştırmalar sonucunda, 1950'li yıllarda mümkün olabilmektedir.

Geleneksel yöntemle rekombine peynir yapımında, rekombinasyon, homojenizasyon, pastörizasyon ve soğutma aşamalarından sonra rekombine süt, depolama tanklarına alınıp burada 24 saat kadar bekletilmekte, daha sonra olasılıkla taze sütle karıştırılarak peynir işletmesine verilmektedir. Şekil 2.17'de geleneksel yolla rekombine peynir üretimi akış diyagramı gösterilmiştir.

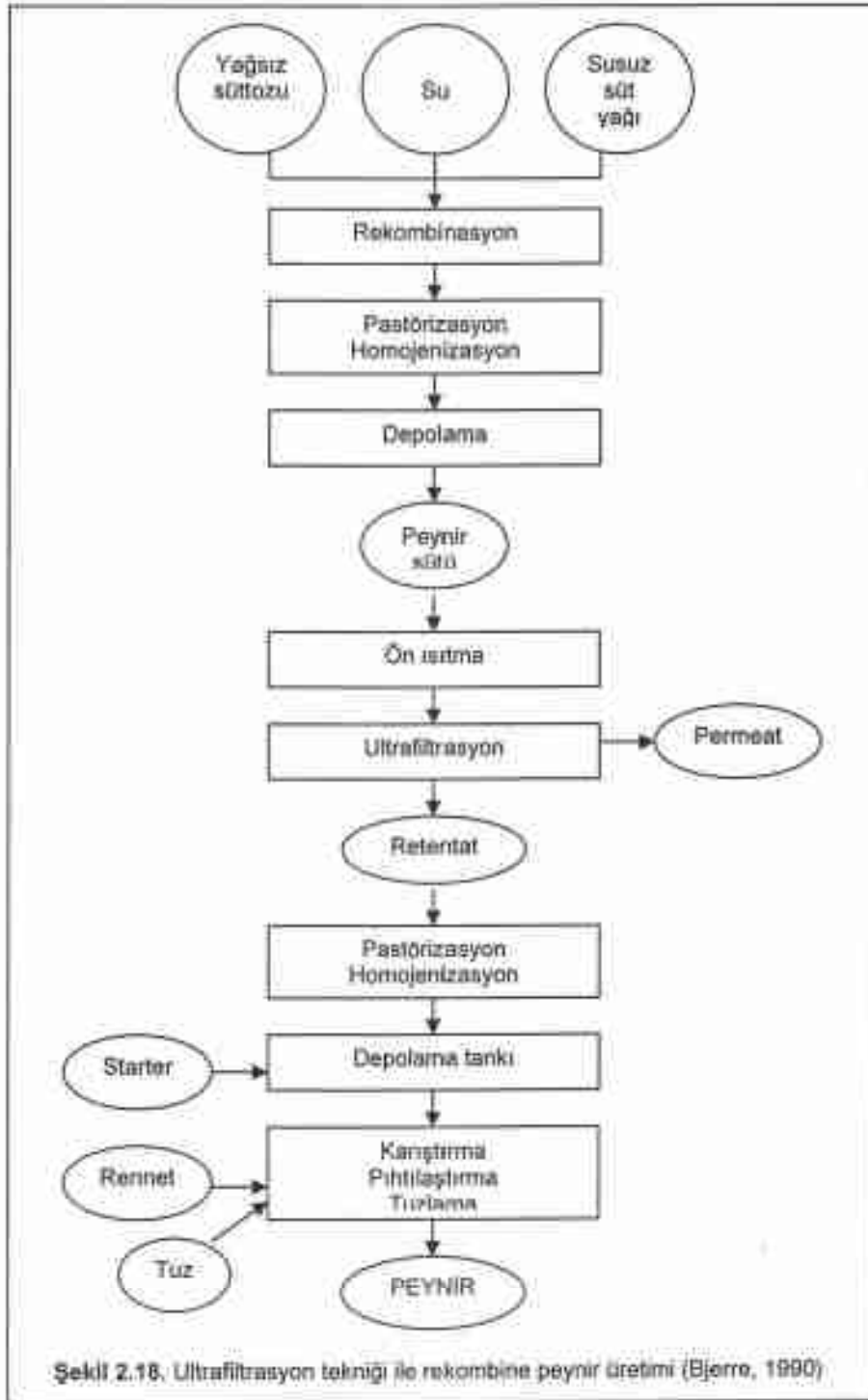
Günümüzde Feta, Domizli, Cascaval gibi peynir çeşitleri ultrafiltrasyon (UF) tekniğiyle üretilebilmektedir. UF tekniğiyle peynir yapımında yağsız sütte, su ve susuz süt yağı kullanılarak hazırlanan rekombine süt, üretilecek peynirin kurumadde içeriğine yakın bir kurumadde oranı sağlanacak şekilde koyulaştırılır. Elde edilen retentat (konsantrat), normal olarak güvenilir bir mikrobiyolojik kalite sağlamak üzere pastörize edilir. Pastörize ve homojenize haldeki retentat yaklaşık 25°C'ye soğutulup starterle karıştırılır. Rennet ilave edildikten sonra satışa sunulacağı pakete doldurulur. Retentat kısa sürede pıhtılaşır ve peynir halini alır. Bu yöntemin avantajı randımanda artış sağlamasıdır. UF tekniğiyle rekombine peynir üretimi akış diyagramı Şekil 2.18'de gösterilmiştir.

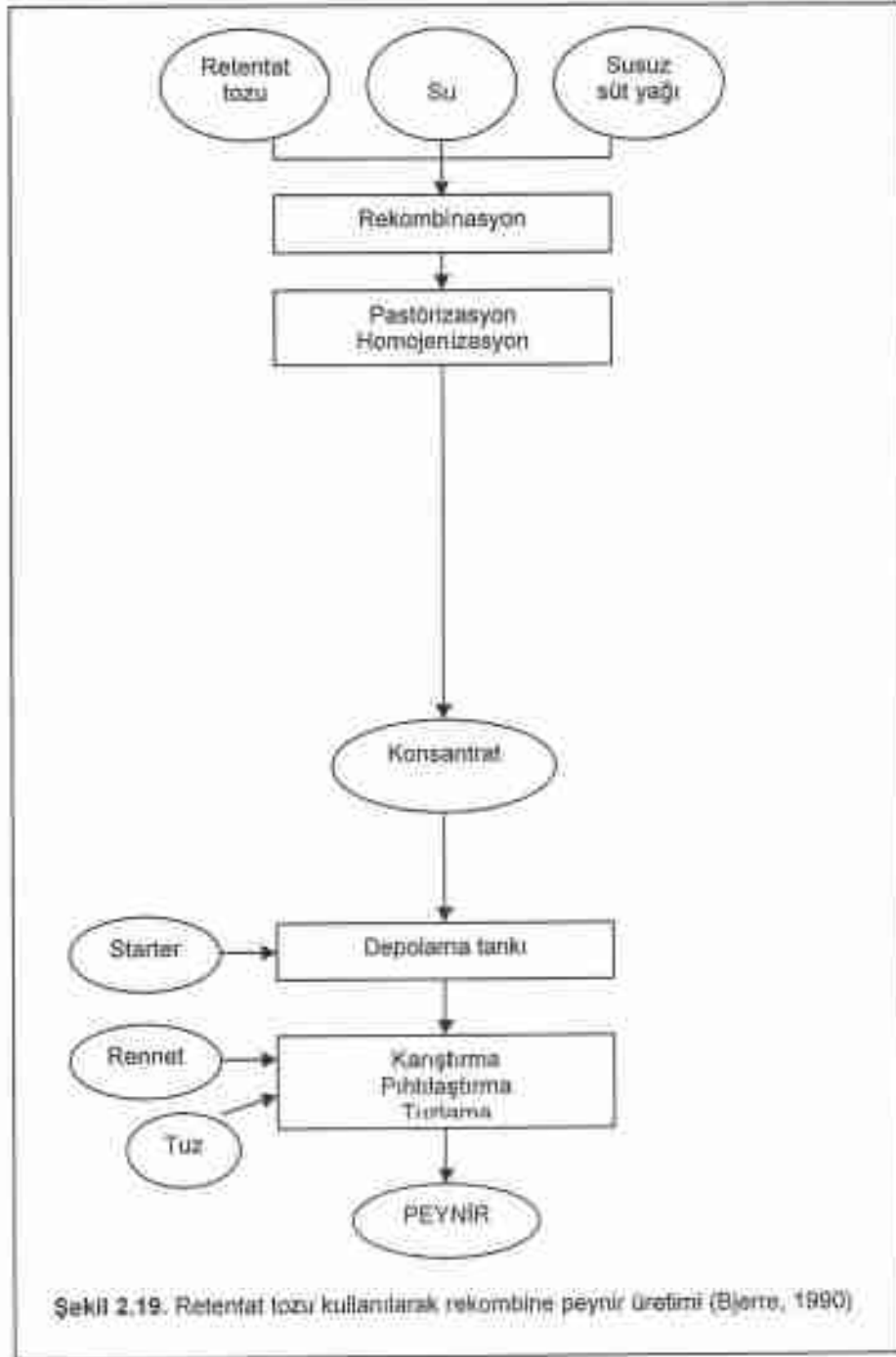
Sütte yerine retentat tozu kullanılarak yapım yöntemi basitleştirilebilir. Bunun için retentat tozu, saf süt yağı (butteroil) ve su karışımından, üretilecek peynirden biraz daha düşük oranda kurumadde içeren bir konsantrat veya rekombine süt hazırlanır. Konsantrata pastörizasyon ve homojenizasyon uygulanır. Bundan sonraki aşamalar UF tekniğiyle peynir üretimindeki gibidir (Şekil 2.19).



Şekil 2.17. Geleneksel yöntemle rekombine peynir üretimi (Bjerre, 1990)







Şekil 2.19. Retentat tozu kullanılarak rekombine peynir üretimi (Bjerre, 1990)

#### 2.3.4.1. Rekombine peynir üretiminde gözönüne alınacak noktalar

Rekombine peynir yapımında, peynir çeşidi ne olursa olsun, serum proteini azotu indeksi en az 6 mg/g olan düşük sıcaklık ürünü yağsız sütte kullanılmaktadır. Bu tip sütte denatüre serum proteinlerinin miktarı az ve iyon halindeki kalsiyum miktarı fazla olduğu için rekombine süt kullanımının maya ile pıhtılaşma süresi, pıhtı sıklığı ve sinerez üzerinde yaratabileceği olumsuz etkiler azaltılabilir. Diğer taraftan, rekombinasyon için kalsiyum katkıli koyulaştırılmış sütün kurutulması ile elde edilen sütteki kalsiyum miktarı da artırılabilir. Ancak koyulaştırılmış sütte katılan kalsiyum miktarı 40 g/100 litre civarında olduğu takdirde nem içeriği yüksek bir peynir elde edilebilir.

Rekombinasyonda kullanılan suyun niteliği de peynir yapımında etkili olan faktörlerdendir. Sudaki klor düzeyi 25 ppm'den fazla ise peynirde iyot tadı oluşabilir. Suyun sertliği  $\text{CaCO}_3$  cinsinden 500 ppm'den yüksek ise, sütteki proteinler daha sonraki ısıtma aşamasında pıhtılaşabilir. Bu ise randımanı düşürebilir. Ayrıca  $\text{CO}_2$  ve  $\text{HCO}_3^-$  iyonları pıhtılaşma süresini uzatabilir ve daha gevşek yapıli pıhtı elde edilmesine yol açabilir. Suyun sertlik derecesinden ileri gelebilecek bu olumsuzluklar rekombine sütte  $\text{CaCl}_2$  ilavesiyle önemsiz düzeye indirilebilir.

Rekombine süt, yağın dispersiyonu bakımından doğal sütünkinden farklı bir durum sergiler. Süt yağının yağsız süt içinde dağıtılmasıyla oluşan yeni membran, doğal membranından tamamen farklı bir bileşimdedir. Yeni oluşan membranın esas bileşeni kazeindir ve fosfolipidler mevcut değildir. Normal sütün peynir yapımında yağ globülleri kazein matriksi içerisinde tutulur. Buna bağlı olarak pıhtı yapısı kolayca değiştirilebilir ve istenen peynir özellikleri elde edilebilir. Rekombine süt kullanıldığında ise, yeni yağ globülleri kazein matriksine katılır ve sürekli çapraz bağlar gibi faaliyet gösterir. Bu ise peynirde istenen özelliklerin sağlanmasını genellikle engeller. Membrana bağlanacak materyalin miktarı üzerinde homojenizasyon koşulları etkilidir. Rekombine sütün peynir yapımında çoğunlukla düşük basınç altında homojenizasyon uygulanması istenir, böylece homojenizasyonun protein yapısı üzerindeki olumsuz etkisi en az düzeyde tutulmaya çalışılır. Cheddar gibi sert peynirlerin üretiminde homojenizasyonun en fazla 70 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında uygulanması önerilmektedir. Beyaz peynir gibi yarı-sert peynirlerde ise pürüzsüz bir yapı oluşturabilmek için daha yüksek basınç değerlerinin kullanılabilirliği belirtilmektedir. Çünkü bu peynirlerde küçük yağ tanelerinin sayısındaki artış pıhtıda daha fazla su tutulmasını sağlamaktadır. Ayrıca, rekombine sütün homojenizasyon sıcaklığı yağın erime noktasının üzerinde, örneğin 40°C'den yüksek olmalıdır.

Genel olarak rekombine sütün yapılan peynirlerde olgunlaşmanın yavaş ilerlediği ve tadın yeterince gelişmediği kabul edilmektedir. Olgunlaşmayı hızlandırmak ve yeterli tat gelişimi sağlamak amacıyla uygulanabilecek yollar şunlardır:

- Genellikle sert peynirlerde hızlı tat gelişimi sağlamak amacıyla, normal starter kültürleri ile birlikte *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus*

*acidophilus* veya *Lactobacillus casei* mikroorganizmelerini bulunduran kültürler kullanılabilir.

- Sert ve yarı-sert peynirlerde, mayalamadan önce rekombine sütte amino asitler katılabilir.
- Rekombine sütte lipolitik veya proteolitik enzimler ilave edilebilir.
- Ultrafiltre rekonstitüe süt lipolize uğratılmış kremayla karıştırılabilir.

#### 2.3.4.2. Geleneksel yolla rekombine Cheddar peyniri üretimi

Süt yağsız kurumadde içeriği % 10 ve yağ oranı % 4.5 olan 1 tonluk rekombine süt hazırlamak için aşağıdaki yol izlenir:

- a) 88 kg yağsız sütozu ve 755 kg su kullanılarak yağsız süt hazırlanır. Bu amaçla, yağsız sütozu 15 - 45°C arasında değişen bir sıcaklıkta suya ilave edilir.
- b) 45 kg susuz süt yağı, 12 kg yağsız sütozu ve 100 kg su kullanılarak krema hazırlanır. Bunun için, yağsız sütozu suda çözündürülür, daha sonra süt yağı ilave edilir. Elde edilen karışımın sıcaklığı 50°C'ye yükseltilir, 90 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında homojenizasyon uygulanır.

Kremayla yağsız sütün karıştırılması sonucu elde edilen rekombine süt 1 gece bekletilecekse, 72°C'de 15 saniye süreyle ısıtılmalı ve 10°C'nin altına soğutulur. Eğer süt 1 gece bekletilmeyecekse, yağsız sütozu 28 - 30°C'de rekonstitüe edilebilir ve 50°C'deki krema ilavesi ile sütün sıcaklığı mayalama derecesine gelmiş olur.

Peynir teknesindeki sütün sıcaklığı 32.2°C'ye ayarlanır. Sütozu yapımı sırasında konsantrata kalsiyum klorür ilave edilmemişse, tekne sütüne % 0.02 oranında CaCl<sub>2</sub> katılır. Daha sonra sırasıyla % 2-3 oranında *Streptococcus cremoris* ve 170 ml rennet (1000 litre sütte) katılır. Pıhtılaşma süresi en fazla 45 dakika olmalıdır. Bu sürenin sonunda pıhtı kesilir, karıştırılır ve 35 - 40 dakikadan daha uzun bir sürede 38°C'ye yavaş yavaş ısıtılır. Böylece pıhtı ile peyniraltı suyunun ayrılması sağlanır. Pıhtı taneleri daha sonra aralara karıştırmak suretiyle 40 - 45 dakika süreyle kendi haline bırakılır. Titrasyon asitliği % 0.45 -0.50'ye ulaştığında tuzlanır, kalıplara alınır ve geleneksel Cheddar yapımında olduğu şekilde baskı uygulanır. En az 6 saatlik baskıdan sonra peynir kalıplardan çıkarılır, paketlenir ve 10 - 12°C'de olgunlaşmaya bırakılır.

Yukarıda anlatılan yolla elde edilen rekombine peynirin rutubet içeriği %36-38 arasında değişebilir ve yapısı normal bir peynirinkine benzerdir, fakat olgunlaşma dönemi sonundaki tadı orta düzeydedir.

### 2.3.5. Rekombine krema

Rekombine krema çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Kullanım amacına göre formülasyonu ve yapım şekli değişim gösterebilir. Rekombine kremanın başlıca kullanım alanları şunlardır.

- Tatlı süslemelerinde
- Kahve kreması olarak
- Krem şantiy olarak

Rekombine krema yapımında yağsız sütte, yayıkaltı tozu ve susuz süt yağı karışımından yararlanılabilir. Yağ oranı krem şantiyde % 35 - 40 arasında bulunmalıdır, kahve kremasında ise genellikle % 20 - 25 arasındadır. Son üründe pişmiş tat gelişimine yol açmamak için düşük ya da orta ısılı sütte kullanımı önerilmektedir. Rekombine krema sterilize edilecek ya da dondurulacak ise, emülsifiyer ve stabilizer kullanılarak stabilitenin artırılması gerekir.

#### 2.3.5.1. Kahve kreması

Kahve kreması üretiminde kullanılan formülasyon aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.14. Rekombine kahve kreması formülasyonu

Formülasyon	Miktar, kg/ ton
Yağsız sütte	30.0
Yayıkaltı tozu	45.0
Susuz süt yağı	190.0
Karragenan	0.3
Gliseroil monostearat	0.5
Tween 60	1.0
Su	733.2
Eğer istenirse %5 şeker katılabilir	

Kaynak: Newstead ve ark., 1979.

Krema indirek ısıtma yoluyla pastörize (72°C/15 saniye) edilecekse karragenan, gliserol monostearat ve Tween 60 kullanımına gerek kalmayabilir.

#### İşleme

Rekombinasyon işlemi rekombine sütte olduğu gibidir. Kremaya birinci aşamada yaklaşık 180 kg/cm<sup>2</sup>, ikinci kademede de 30-40 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında iki kademeli homojenizasyon uygulanması gerekir. Üretimde emülsifiyer ve stabilizer kullanılmadığı takdirde, krema, direk buhar enjeksiyonu yoluyla pastörizasyon ya da direk sterilizasyon gibi şiddetli ısı işlemlere tabi tutulmamalıdır. Bileşiminde emülsifiyer ve stabilizerin yer aldığı kremler ise UHT veya klasik yöntemle sterilize edilebilir. Son ürün cam şişeye, tenekelere kutuya ya da üflenerek şekil veren verilen plastik kaplara aseptik olarak

doldurulabilir. Kahve kreması 15 gramlık plastik kaplara aseptik olarak paketlenabilir.

Çizelge 2.14'de yer alan formülasyona göre elde edilen ürün dondurup-çözme işlemine karşı dayanıklı değildir.

### 2.3.5.2. Krem şantily

Krem şantily hazırlanmasında yararlanılan tipik bir formülasyon Çizelge 2.15'de verilmiştir.

Çizelge 2.15. Krem şantily formülasyonu

Formülasyon	Miktar, kg/ton
Yağsız sültozu	40.0
Yaykaltı tozu	55.0
Susuz süt yağı	400.0
Karragenan	3.0
Gliseroil monostearat	1.0
Tween 50	3.0
Su	498.0
Eğer istenirse % 5 şeker katılabilir	

Kaynak : Newstead ve ark., 1978.

### İşleme

Yapım işlemi kahve kremasında olduğu şekildedir, yalnızca uygulanan homojenizasyon basıncı daha düşüktür. Yukarıdaki çizelgede verilen formülasyon için birinci kademede 70 kg/cm<sup>2</sup>, ikinci kademede ise 30 - 40 kg/cm<sup>2</sup> düzeyinde basıncın yeterli olduğu belirtilmektedir. Diğer formülasyonlarda olabildiğince düşük homojenizasyon basıncı uygulanması önerilmektedir.

Rekombine krem şantily pastörize edilebilir veya klasik ya da UHT yöntemiyle sterilizasyona tabi tutulabilir. Dondurup-çözme işleminde stabilitesini korur.

### 2.3.6. Ticari kolostrum preparatları ile rekombinasyon

Kolostrum (ağır sütü) ineğin doğumundan hemen sonra salgılanan süttür. Serum proteinlerinden immüno-globülinler başta olmak üzere gelişme faktörlerini, oligosakkaritleri ve diğer L-yoaktif unsurları bileşiminde yüksek miktarda bulundurur (Çizelge 2.16). \* kat, bileşimi birkaç gün içerisinde hızla değişir. Immüno-globülinler ve in\* benzeri gelişme faktörleri doğumdan sonraki ilk 24 saatte toplanan kolostrumda yüksek miktarda bulunurlar.

Çizelge 2.16. Kolostrumda ve sütte bulunan başlıca biyoaktif unsurlar

Unsurlar, litrede	Kolostrum	Süt
İmmüoglobülin A (IgA)	3.2 - 6.2 g	0.2 g
İmmüoglobülin G1 (IgG1)	48 - 87 g	0.4 g
İmmüoglobülin G2 (IgG2)	1.6 - 2.9 g	0.05 g
İmmüoglobülin M (IgM)	3.7 - 6.1 g	0.05 g
İnsülin benzeri gelişme faktörü-1 (IGF-1)	0.1 - 2 mg	25 µg
İnsülin benzeri gelişme faktörü-11 (IGF-11)	0.1 - 2 mg	2 µg
Transforming gelişme faktörü (TGF)	20 - 40 mg	1 - 2 µg
Epidermal gelişme faktörü (EGF)	4 - 8 µg	2 µg
Laktoferrin	1.5 - 2 g	0.1 g
Lizozim	0.1 - 0.7 mg	0.1 - 0.3 mg
Laktoperoksidaz	30 mg	20 mg
Gelişme hormonu	3 - 10 ng	Belirlenmemiş
İnsülin	20 - 50 µg	Belirlenmemiş

Kaynak: Scammell ve ark., 1999.

Sığır kolostrumunda doğal olarak bulunan antimikrobiyel maddeler yeni doğan canlıların kendi bağışıklık sistemi gelişinceye kadar mikroorganizmaların çoğuna karşı antimikrobiyel bir etki ortaya koyar ve pasif bağışıklık sağlar. Kolostrumun antibakteriyel aktiviteye sahip olmasını sağlayan bu maddelerden başlıcası antikor (immüoglobülin) - komplement sistemidir. Komplement sistem, birbirinden farklı 20'den fazla protein molekülünden ibaret olan ve enfeksiyona yol açan maddelere karşı savunma yapan mekanizmalardan birisidir. Kolostrumdaki antikorların komplement sistem aracılığıyla *Aerobacter aerogenes*, koliform grubu bakteriler, enteropatojenik *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* ve *Helicobacter pylori* gibi gram-negatif bakterilere karşı aktivite gösterdiği bulunmuştur.

Membran filtrasyon ve kromatografik tekniklerinin gelişimine bağlı olarak sığır kolostrumu, süt ve peyniraltı suyundan immüoglobülinlerin büyük ölçekte izolasyonu ve böylece immüoglobülin içeriği yüksek ticari preparatların veya katkı maddelerinin hazırlanması mümkün olmaktadır. Immüoglobülin-esaslı preparatların geliştirilmesinde temel olarak iki yol izlenmektedir:

- Kolostrumda ya da sütte doğal olarak bulunan immüoglobülinler konsantre hale getirilmekte veya izole edilmektedir.
- Kolostrumda veya sütte bulunan spesifik antikorları indüklemek amacıyla gebe hayvan, kuruya bırakıldığı sırada, mikroorganizmalardan elde edilen antijenlerle aşılansarak hiperimmünize hale getirilmektedir.

Sığır kolostrumuna dayalı hiperimmünize süt preparatları ile yürütülen klinik çalışmalarda, bu preparatların insanlarda mikrobiyel kökenli bazı gastrointestinal rahatsızlıklara karşı etkili oldukları (Çizelge 2.17), ayrıca atletlerin performansını artırdıkları görülmüştür. Hiperimmünize kolostrum ürünlerinin etkisi, sindirim sisteminde hedef patojenlere karşı aktif ve yeterli miktarda IgG içermelerinden ileri gelmektedir. Avrupa, Avustralya ve Güney

Doğu Asya ülkeleri ile Amerika Birleşik Devletleri'nde sığır kolostrumu yetkililer tarafından beslenme ve sağlık için yararlı bir ürün olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 2.17. Hiperimmünize sığır kolostrumu ile yürütülen bazı klinik çalışmalar

Enfeksiyonlar	Etmeni	Etki şekli
Diyare Diyare Kronik gastrit ve peptik ülser Diyare Diş çürükleri	Rotavirüs <i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Helicobacter pylori</i> Enteropatojenik <i>E.coli</i> <i>Streptococcus mutans</i>	Koruyucu Tedavi edici Tedavi edici Koruyucu-tedavi edici Koruyucu

Kaynak: Korhonen, 1998.

Günümüzde ticari ölçekte üretimi yapılan iki kolostrum preparatı bulunmaktadır:

- "GASTROGARD-R™" adıyla piyasaya sürülen hiperimmünize sığır kolostrumu-antirota virüsü (HBC-AR).
- "INTACT" olarak adlandırılan konsantre sığır kolostrum proteini.

Her iki ürünün yapım yöntemi ve genel bileşimi birbirine benzemektedir. Intact yaklaşık 2 mg/kg IGF-1 içermektedir. Avustralya (Patent No 644468, 668033) ve Yeni Zelanda (Patent No 239466, 260568) patentli olan bu ürünlerin yapım yöntemi şu aşamalardan oluşmaktadır.

- Yağın separasyonu.
- Bakteri içeriğinin azaltılması ve belirli patojenlerin elemine edilmesi amacıyla düşük sıcaklıkta pastörizasyon ve bakteriyel santrifüjasyon.
- Laktoz ve tuzun ayrılması ve proteinin konsantre hale getirilmesi için ultrafiltrasyon.
- Püskürterek kurutma

Hiperimmünize sığır kolostrumu veya konsantre haldeki süt immunoglobülinleri henüz ticari olarak süt ve ürünleri üretiminde kullanılmamaktadır. Yukarıda adı geçen her iki kolostrum preparatı ile yürütülen bir çalışmanın sonuçları, bu preparatların son ürün kalitesinde olumsuz herhangi bir etki yaratmadan değişik rekombine süt ürünlerinin üretimine olanak sağlayabileceğini ortaya koymuştur (Çizelge 2.18).



Çizelge 2.18. Ticari sığır kolostrum preparatlarının değişik süt ürünlerinde kullanımı

Ürün	Kolostrum preparatı	Kullanım oranı	Katıldığı aşama
Tam yağlı süt	Sıvı HBC-R (Pastörizasyon ve santrifüj aşamalarından sonra)	% 5-40 (ağırlık esasına göre)	Pastörizasyondan sonra paketlenme aşamasında
Tam yağlı süt	Toz halindeki INTACT veya HBC-R	% 5-40	Pastörizasyondan sonra
Yoğurt	Sıvı HBC-R	% 10-30 (ağırlık esasına göre)	İnokülasyon sırasında
Peynir	Toz halindeki INTACT	Farklı oranlarda	Pastörizasyondan sonra
Toz ürün	Toz halindeki INTACT	4 g/100 ml rekonstitüe süt	

Kaynak: Scammell ve ark., 1998

Kolostrumdan yararlanmayı kısıtlayan faktörler, yalnızca yavru lama dönemlerinde bulunabilmesi ve nisbeten pahalı bir katkı bir katkı maddesi olmasıdır. Ayrıca, immün süt ürünlerinin muhtemel alerjik, toksik ve hormonal etkilerinin araştırılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- ANEJA, R.P. 1990.** Equipment of recombination. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria" 12-16 November 1988. Publ. By The Int. Dairy Fed., 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp. 186-195.
- ANONYMOUS. 1996.** Recombined milk products. In: "Dairy Processing Handbook/CD-Rom" by Tetra Pak. International Dairy Books, Frederiks Alle 22, DK-8000 Aarhus C, Denmark.
- ANONYMOUS. 1992.** Ingredient description brochure: Dry milks, whey and whey products, lactose. American Dairy Products Institute, Chicago, Illinois, USA, p. 15.
- ANONYMOUS. 1982.** Dried milk: Assessment of heat class, Heat-number reference method. IDF Provisional Standard No 114. International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. p.6.
- ANONYMOUS. 1977.** Anhydrous milk fat, anhydrous butteroil of anhydrous butterfat, butteroil and butterfat ghee. Int. Dairy Fed. Standart No 68A. International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium.

- ANONYMOUS. 1971.** Standards for grades of dry milks. Methods of Analysis, American Dry Milk Institutes (ADMI). Bulletin 916.
- BARTH, C.A. 1990.** Nutritive value of recombined milk. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. By The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp. 59-73.
- BJERRE, P. 1990.** Retentate powder: Manufacture and utilization. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. By The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp. 157-165.
- DAVIDSON, R. 1989.** Processing of recombined products. In: "Third International Symposium on Recombined Milk and Milk Products". Publ. By The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium pp. 28-34.
- FARRER, K.T.H., HUMPRIES, M.A. 1979.** Food additives. In: Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp. 51-52.
- GILLES, J., LAWRENCE, R.C. 1979.** Recombined cultured milk products. In: "Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp.28-29.
- GILLES, J., LAWRENCE, R.C., CZULAK, J., CONOHIE, J., HAMMOND, L.A. 1979.** Recombined cheese. In "Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp. 33-35.
- JEBSON, R.S. 1979 a.** Recombined butter. In: "Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp. 30-32.
- JEBSON, R.S. 1979 b.** Salt. In: "Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp.50.
- JENSEN, G.K. 1990.** Milk powders: Specifications in relation to the products to be manufactured. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp. 104-125.
- JONES, R.E. 1979 a.** Sucrose. In: Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp. 44-45.
- JONES, R.E. 1979 b.** Seed lactose. In: "Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp.49.
- KIESEKER, F.G. 1990.** Comparative study of recombination processes. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp.196-208.
- KORHONEN, H. 1998.** Colostrum immunoglobulins and the complement system-Potential ingredients of functional foods. Bull. Int. Dairy Fed. No 336. International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1030, Brussels, Belgium. pp. 36-40.

- LEIGHTON, F.R. 1979.** Water. In: "Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp. 46-48.
- MROWETZ, G., KLOSTERMEYER, H. 1977.** Polarographische bestimmung des erhitzungsgrades von magermilchpulver. *Milchwissenschaft*, 32; 9-12.
- MUNRO, D.S., CANT, P.A.E., MACGIBBON A.K.H., ILLINGWORT, D., KENNETH, A., MAIN, A.J. 1992.** Concentrated milkfat products. In: "The Technology of Dairy Products". Ed. by R. Early. VCH Publishers Inc., 220 East 23rd Street, Suite 909, New York, NY 10010-4606, USA. pp. 117-145.
- NEWSTEAD, D.F. 1999.** Sweet-cream buttermilk powders : Key functional ingredients for recombined milk products. In: "Third International Symposium on Recombined Milk and Milk Products". Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp. 55-50.
- NEWSTEAD, D.F. 1990.** Recombined pasteurized milk, UHT and sterilized milks. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp.209-216.
- NEWSTEAD, D.F., GOLDMANN, A., ZADOW, J.G. 1979.** Recombined milk and creams. In: " Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp. 7-13.
- NICHOLS, L.E. 1979.** Packing and storage of raw materials. In: "Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp. 53-55.
- NORRIS, R. 1990.** Milkfat for the production of recombined milk and milk products. In: "Recombination of Milk and Milk Products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels Belgium. pp.146-150.
- OLESEN, T. 1982.** Enzymatic modification of milk. In: " Dairy Ingredients in Foods. Seminar Proceedings, Luxemburg - May 1981". Int. Dairy Fed. No 147. pp. 12-15.
- POINTURIER, H. 1990.** Recombination of milk fat products. In: "Recombination of milk and Milk products. Proceeding of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels; Belgium. pp.312-321.
- SANDERSON, W.B. 1979.** Dairy products. In: "Monograph on Recombination of Milk and Milk Products". Bull. Int. Dairy Fed. No 116. pp. 40-42.
- SCAMMELL, A.W., WHYTE, P.B.D., MARSHALL, P.A., JOHNSON, R.B., 1999.** Recombining colostrum into dairy products. In: "Third International Symposium on Recombined Milk and Milk Products". Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium. pp. 119-129.

- SHAH, N. 1999.** Use of whey powder and lactose hydrolysis in yoghurt made from reconstituted milk. In: "Third International Symposium on Recombined Milk and Milk Products". Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium, pp. 134-139.
- SHAKER, R.R., LELIEVRE, J., DUNLOP, F.P., GILLES, J. 1990.** A review of the manufacture of cheese from recombined milk. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium, pp. 334-341.
- URAZ, T. 1998.** Köpük krema (ya da krem şanti). Standart, Haziran, 98-104.
- URAZ, T. 1980.** Farklı Sıcaklık Derecelerinde Pastörize Edilmiş Rekombine ve Rekombine Sütlerin Bazı Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 731. Bilimsel araştırma ve incelemeler, 423. s. 99.
- WADE, V.N. 1990.** Designations and legislations for recombined dairy products. In: "Recombination of Milk and Milk Products Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium, pp. 74-85.
- WILCEK, A. 1990.** Methods for classification of skim-milk powder. In: "Recombination of Milk and Milk products. Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria". 12-16 November 1988. Publ. by The International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040, Brussels, Belgium, pp. 135-140.

## İMİTASYON VE İKAME SÜT ÜRÜNLERİ

İmitasyon ve ikame süt ürünlerinin üretimi, süt bileşenlerinin kısmen veya tamamen başka besin kaynakları ile ikame edilmesi esasına dayanır. Bu ürünlerin geliştirilmesinde teknolojik, ekonomik veya sağlık ile ilgili gereksinimler etken olmuştur. Örneğin, tereyağlarının buzdolabı sıcaklığında da kolay sürülebilir bir niteliğe sahip olması için süt yağının bazı özelliklerinin modifiye edilmesi gerekir. Modifikasyon amacıyla uygulanan yollardan en basiti süt yağının 0-5°C'de sıvı halde olan diğer yağlarla harmanlanmasıdır. Fakat sonuçta elde edilen ürün tereyağı yerine margarin ya da imitasyon tereyağı (sürülebilir yağ) olarak adlandırılmaktadır.

İmitasyon ve ikame ürünler süt ve süt ürünleri yerine geçen gıdalar olmakla birlikte, imitasyon ve ikame ürün terimleri arasında bir ayırım bulunmaktadır. Buna göre;

**İKAME ürün**, süt veya süt ürünü yerine geçen bir gıda maddesidir.

**İMİTASYON ürün**, süt kurumaddesini oluşturan bileşenlerden bir kısmının veya tamamının yerine kaynağı süt olmayan katkı maddelerinin kullanıldığı, genel olarak bileşimi, görünüşü ve kullanım amacı bakımından süt veya süt ürününe benzeyen bir ikame üründür.

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'ne göre **İMİTASYON ürün**, besleyici değeri doğal ürününe eşdeğer olmayan bir üründür. Besleyici değeri doğal ürüne eşdeğer ya da daha fazla olan imitasyon gıda ise **İKAME, ALTERNATİF** ya da **SİMÜLE ürün** olarak etiketlenebilmektedir.

Yağsız süt ya da sütozunun kökeri süt olmayan yağlarla oluşturdukları karışımlardan üretilen imitasyon ürünler **FILLED süt** veya **süt ürünü** adıyla bilinmektedir. Bu terim Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) tarafından desteklenmemekle birlikte, genellikle 30 yılı aşkın bir süreden bu yana kullanılmaktadır.

İmitasyon ve ikame süt ürünlerinin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- retimlerinde bitkisel yağdan veya süt yağının bitkisel yağlarla oluşturduğu karşımlardan yararlandığı için, bu ürünler gerçek süt ürünlerinden daha ucuz fiyata satılabilmektedir.
- Hindistan cevizi yağı, hurma yağı, soya yağı gibi mahalli bitkisel yağ üretimi bulunan ülkelerde bu yağların değerlendirilebileceği bir üretim alanı yaratılmış olmaktadır.
- İmitasyon süt ürünleri süt yağı içeren ürünlerden daha yüksek düzeyde doymamış yağ asitleri içerdikleri için, kardiyovasküler rahatsızlıkları olan bireylerin talebinin karşılanması mümkün olabilmektedir.
- Laktoz intoleransı görülen bölgelerde bireylerin içme sütü yerine geçen ürünleri tktmesi mümkün olabilmektedir.

İmitasyon ve ikame ürünlere olan talebi olumsuz yönde etkileyebilen faktörler ise şunlardır.

- İmitasyon peynir ve filed içme sütü gibi ürünlerin tat ve görünüşleri gerçek süt ürünlerinden farklılık gösterebilmektedir.
- Bu rnler bazı durumlarda gerçek süt ürünlerinden daha fazla miktarda katkı maddeleri bulundurmaktadır.
- Besieyici değerleri gerçek süt ürünlerine kıyasla yetersiz görülmektedir.

İmitasyon ve ikame ürünlerin üretimi ve pazarlanması ulusal ve uluslararası yasalara bağlıdır. eşili ülkelerin imitasyon ürünlere ilişkin yasal düzenlemeleri arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. İmitasyon süt ürünlerinin pazarlanması konusunda sıkı tedbirlerin bulunduğu ülkelerde herhangi bir pazar şansının olmadığı açıktır. Örneğin, Almanya, İtalya, Lüksenburg, Yeni Zelanda ve Kanada'da imitasyon ürünlerin üretimi ve pazarlanması yasaklanmıştır. Fakat, ikame ürünlerin pazarlanmasına izin verilmektedir. Buna göre, margarin üretimi ve pazarlanması mümkün olabilmektedir. Buna ilaveten, rneğin Almanya'da bebek mamalarının üretiminde süt dışındaki maddeler kullanılabilmektedir. Toz halde imitasyon krem şantıy ve kahve beyazlatıcılar da pazarlanabilmektedir. Çünkü bunların eşdeğeri olabilecek bir süt ürünü bulunmadığı kabul edilmektedir.

Fransa, Danimarka ve Hollanda gibi lkeier biraz daha liberal bir tutum izlemektedir.

Fransa'da imitasyon krema, peynir, süttozu ve kondanse süt üretimi yasaklanmıştır. Tereyağının süt yağı dışındaki yağlarla karştırılmasına tereyağı olarak etiketlenmemek koşuluyla izin verilmektedir.

Danimarka'da prensip olarak süt ürünlerinde, süt yağı ve süt proteininin süt kökenli olmayan maddelerle ikame edilmesi yasaklanmıştır. Fakat margarin üretiminde en fazla %3 oranında süt yağı kullanımına izin verilmektedir.

Hollanda'da da imitasyon süt ürünleri konusunda yasaklayıcı düzenlemeler vardır. Ancak, bebek mamaları, dondurma miksleri, unlu mamul katkılan ve kahve kreması gibi ürünler bunların dışında tutulmuştur.

Belçika, Birleşik Krallık, İrlanda, İspanya, Norveç, İsveç, ABD, Japonya ve Avustralya gibi ülkelerde paketlenme ve etiketlemeye ilişkin düzenlemeler yoluyla süt ürünlerinde belirli bir koruma sağlanmaktadır. Buna göre, içme sütü, peynir, tereyağı ve benzeri ürün adları yalnızca gerçek süt ürünleri için kullanılabilir. Bazı durumlarda, etikette imitasyon veya ikame ibaresinin yer alması ya da imitasyon ürün bileşiminin belirtilmesi zorunlu kılınmıştır.

Süt rnleri arasında başta tereyağı olmak üzere çeşli peynirler, dondurma, içme sütü, kondanse süt ve stozunun imitasyonu yapılmaktadır. Margarinler, soya içeceği, soya tatlıları, soya yoğurdu gibi ürünler ise ikame ürünlerden sayılmaktadır.

### 3.1. İmitasyon Süt rnlerinin Yapısında Yer Alan Maddeler

#### 3.1.1. Yağlar

İmitasyon süt ürünlerinin yapımında hindistan cevizi, hurma, soya, ayçiçeği, pamuk ve mısır özü yağları tek başlarına ya da karışım halinde, süt yağı yerine veya süt yağıyla birlikte kullanılmaktadır. Bitkisel yağların taşması gereken nitelikler aşağıdaki gibidir:

Asit değeri, mg KOH/g yağ	En fazla 0.10
Peroksit değeri, mek O <sub>2</sub> /kg yağ	En fazla 1.00
105°C'deki uçucu maddeler, g/kg	En fazla 2.00
zrmeyen yabancı maddeler, g/kg	En fazla 0.50
Sabunlaşma sayısı, g/kg	En fazla 0.05
Demir, mg/kg	En fazla 0.15

Kaynak: Parodi, 1979.



Yağların seçimi ve kullanımında aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- (a) Kullanılan yağ taze, yüksek kalitede ve rafine edilmiş olmalı ve yabancı bir koku taşımamalıdır.
- (b) Yağlar, hava ve ışık geçirmeyen ambalajlar içerisinde, düşük sıcaklık derecesinde depolanmalıdır. Özellikle mısır özü yağı ve ayçiçek yağı gibi kolayca oksidasyona uğrayabilen, doymamış yağ asitleri içeriği yüksek olan yağların yüksek sıcaklıkta uzun süre saklanması ve fazla miktarlarda satın alınmasından kaçınılmalıdır. Bu yağlar, esas olarak, besleyici değerini artırmak amacıyla hindistan cevizi yağına karıştırılmaktadır. O nedenle az miktarlarda kullanılmakta ve bu da uzun süre depolanmalarına yol açmaktadır.
- (c) Yağ asitleri kompozisyonu, beslenme ve ürün kalitesi bakımından istenen amaca uygun olmalıdır.

Sıvı ve katı yağlardaki yağ asitleri genellikle 3 gruba ayrılmaktadır: doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış. Doymuş yağ asitlerinin zincir uzunluğu 4'den 20 karbonluya kadar değişebilir, bunlardan 12, 14, 16 ve 18 karbonlu yağ asitleri insanların tükettiği besinlerde ağırlıklı olarak yer alır. Süt yağında bu 4 yağ asidinden en yüksek oranda bulunanı palmitik asittir, bunu stearik asit izler. Süt yağındaki başlıca tekli doymamış yağ asidi oleik asittir, çoklu doymamış yağ asitlerinde ise linoleik asit baskın durumdadır.

Hindistan cevizi yağında toplam doymuş yağ asitleri süt yağındakinden daha da yüksek oranda bulunmakta ve bunun da yarısından fazlasını lavrik asit oluşturmaktadır. Buna karşın tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri düşük oranda bulunmaktadır. Uzun zincirli yağ asitlerinin sindirimi güç olduğu için hindistan cevizi yağı beslenme açısından fazla uygun görülmemektedir. Hindistan cevizi yağı lipolitik bozulmalara karşı da duyarlıdır. Ancak, % 10 oranında mısır özü yağı ile harmanlanarak çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinde bir artış sağlanabilmektedir.

Hurma yağında doymuş ve doymamış yağ asitleri hemen hemen dengeli bir dağılım göstermektedir. Yağ asitleri içeriğindeki farklılık nedeniyle hurma yağı hindistan cevizi yağından daha üstün besleyici değere sahiptir. Bu yüzden son yıllarda imitasyon ürünlerin üretiminde hindistan cevizi yağı yerine hurma yağından yararlanılmaktadır.

Aşağıda Çizelge 3.1'de çeşitli katı ve sıvı yağların yağ asitleri kompozisyonları verilmiştir.



**Çizelge 3.1. Bazı katı ve sıvı yağların yağ asitleri kompozisyonu (%)**

Yağ asidi	Adı	Süt yağı	Hindistan cevizi yağı	Hurma yağı	Mısır özü yağı	Hindistan cevizi + %10 mısır özü
Doymuş	Bütirik (4:0)	4.0				
	Valeirik (5:0)	iz halde				
	Kaproik (6:0)	2.0	0.5			0.5
	Kaprilik (8:0)	1.5	7.0			6.5
	Kaprık (10:0)	3.0	6.0			5.5
	Lavrik (12:0)	4.0	46.0	iz halde		41.5
	Miristik (14:0)	11.0	18.5	1.0	iz halde	16.5
	Palmitik (16:0)	27.5	9.5	43.0	10.5	9.5
	Margarik (17:0)	1.0		iz halde	iz halde	
	Stearik (18:0)	10.5	3.0	5.0	2.0	3.0
	Aragidik (20:0)	0.5		0.5	0.5	iz halde
Behenik (22:0)	iz halde		iz halde	0.5	iz halde	
Toplam doymuş		66.5	90.5	49.5	13.5	83
Tekil Doymamış	Miristolik (14:1)	iz halde		iz halde	iz halde	
	Palmitoleik (16:1)	2.5		38.5	27.0	9.5
	Öleik (18:1)	25.0	7.5	iz halde	0.5	iz halde
	Aragidonik (20:1)	0.5				
Toplam tekil doymamış		29.5	7.5	38.5	27.5	9.5
Çoklu doymamış	Linoleik (18:2)	2.0	2.0	11.0	57.0	7.5
	Linolenik (18:3)	0.5		iz halde	1.0	iz halde
Toplam çoklu doymamış		2.5	2.0	11.0	58.0	7.5

Kaynak: Sjollema, 1990.

### 3.1.2. Proteinler

Proteinler katıldıkları ürünlerin emülsiyon durumunu etkiler ve orijinal ürün tadına benzer tadın oluşturulmasına katkıda bulunurlar. En çok kullanılan protein kaynakları kazein, sodyum kazeinat ve kalsiyum kazeinatır. Bunun dışında soya, yer fıstığı ve hububat proteinlerinden de yararlanılmaktadır. Bitkisel protein kaynakları, kükürtlü amino asit içeriği yönünden yetersiz oldukları ve katıldıkları ürünlerde yabancı bir tat oluşturdukları için fazla tercih edilmemektedir.

### 3.1.3. Karbonhidratlar

Sakkaroz, laktoz, mısır şurubu vey. diğer karbonhidratlardan yararlanılabilmektedir.

### 3.1.4. Stabilizerler

Stabilizerler su ve yağıdan oluşan iki fazın emülsiyon durumunun korunmasında rol oynarlar. Özellikle az yağlı sürülebilir yağ ürünlerinde önemli bir işlev görürler. Stabilizer olarak jelatin, keçiyoynuzu sakızı, nişasta veya deniz yosunu ekstraktları (karragenan, alginat, agar, furcellaran) kullanılabilir. Stabilizerlerin kullanım oranı ortalama % 0.2 - 0.3 arasında değişmektedir.

### 3.1.5. Emülsifiyerler

Emülsifiyerler, çoğunlukla su/yağ ara yüzeyinde stabil halde ince bir film katmanı oluşmasını sağlarlar. En fazla tercih edilen emülsifiyerler monogliseridlerdir.

### 3.1.6. Stabilize edici tuzlar

Bunlar kahve beyazlatıcılarda köpüklenmeyi engellemek, peynirlerde de stabilizasyonu sağlamak ya da ortamın pH değerini ayarlamak amacıyla kullanılmaktadır. Kalsiyum ve magnezyum tuzları köpüklenmeyi önlerken, sodyum sitrat ve disodyum fosfat köpük oluşumunu teşvik etmektedir.

### 3.1.7. Renk maddeleri

Renk maddelerinin kullanım nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Ürünün orijinal görünümünü sağlamak.
- Orijinal üründeki doğal rengi daha belirgin hale getirmek.
- Gıdalara daha çekici bir görünüm kazandırmak.
- Renkte yeknesaklık sağlamak.
- Gıdayı tanıtırıcı özelliğın korunmasını yardımcı olmak.

İmitasyon ürünlere kullanımına izin verilen renk maddeleri şunlardır:

β-karoten (E160a)  
Annatto ekstraktı (E160b)  
Curcumin ya da turmeric (E100) (tereyağı hariç)  
β-apo-8'-karotenal (E160c) ve esterleri (E160f) (tereyağı hariç)

Kaynak: Charters, 1995.

Peynirlerde ve sürülebilir yağlarda kullanımına izin verilen başlıca renk maddeleri karotinoidlerdir. Bunlar yağda çözünen alifatik veya alifatik alçıklık maddelerdir. Karotinoid terimi havuca sarı rengini veren karoten kelimesinden türetilmiştir. Karotinoidlerden β-karoten ve β-apo-8'-karotenal (apokarotenal) doğala özdeş sentetik maddelerdir. İşıktan etkilenir ve depolama sırasında, inert gaz yokluğunda, okside olurlar. Doğal halde iken lipidlere ve sulu ortamlarda

fazla çözünmezler. Oksijen bulunmayan bir ortamda mikropülverizasyonla sıvı yağ içinde dispers hale getirilir, daha sonra katı ya da sıvı yağda süspansiyon edilirler. Böylece ısıya ve 2 - 7 arasındaki pH değişimlerine karşı dayanıklı hale gelir, askorbik asit gibi indirgen maddelerden etkilenmezler.

$\beta$ -karoten margarine renk vermek amacıyla kullanılan ilk karotenoid olup halen dünya çapında kullanımı devam etmektedir. Katıldığı gıdalarda provitamin A aktivitesini artırır. Sürülebilir yağlara açık sarıdan portakal rengine kadar değişen bir renk verir. İstenen renk yoğunluğuna bağlı olarak değişmek üzere, kahvaltılık yağlara 6.6 - 7.7 mg/kg düzeyinde katılır.

Apokarotenal ise, gıdalarda açık portakaldan koyu portakala kadar değişen bir renk oluşturur.  $\beta$ -karotene göre daha az provitamin A aktivitesi sağlar. Renklendirme gücü fazla olduğundan sürülebilir yağlarda nadiren kullanılmaktadır. Eritme peynirlerinde ve koyu renkli mayonezlerde kullanılmaktadır.

### 3.1.8. Aroma sağlayan ve aromayı güçlendiren maddeler

Aroma sağlayan maddeler fiziksel veya kimyasal yollarla elde edilen ve yağ asitleri, aldehitler, ketonlar ve alkoller gibi maddelerden ibaret olan kimyasal bileşiklerdir. L-glutamat amino asidi ve bunun sodyum tuzu (monosodyum glutamat) ise aroma güçlendirici olarak değişik gıdalarda geniş ölçüde kullanılmaktadır. Aşağıda aroma sağlamak ve aromayı güçlendirmek amacıyla kullanımına izin verilen maddeler gösterilmiştir.

Potasyum (E508), kalsiyum (E509), amonyum (E510) ve magnezyum (E511) Klorürler  
Glutamik asit (E620)  
Monosodyum (E621), monopotasyum (E622), dikalsiyum (E623), monoamonyum (E624) ve magnezyum (E625) di glutamatlar  
Guanilik asit (E626)  
Disodyum 5'guanilat (E627)  
Neohesperidin (E659)  
Kalitrol (E667)

Kaynak: Charteris, 1995.

### 3.1.9. Tatlandırıcılar

Kalori sağlamayan, fakat tatlandırma gücü yüksek olan bu maddeler daha ziyade şekersiz sütü ve meyve suyu esaslı içeceklerle ya da düşük enerji veren içeceklerle kullanılmaktadır. Tereyağı hariç, sürülebilir yağlarda kullanımı onaylanan tatlandırıcı maddeler aşağıdaki gibidir:

Asesulfam (E950)  
Aspartam (E951)  
Sakarin (E954) ve sodyum, potasyum ve kalsiyumlu tuzları.  
Siklamik asit (E952) ve sodyum, potasyum ve kalsiyumlu tuzları

Kaynak: Charteris, 1995.

Bunlar şekerlerle birlikte kullanıldıklarında ürünün tatlılığını artırır, ayrıca ürüne kabılacak şeker miktarında bir azaltma yapılabilmesine olanak sağlarlar.

### 3.1.10. Antioksidanlar ve antioksidan sinerjistleri

Antioksidanlar, lipidleri oksidatif bozulmalara karşı korumak amacıyla kullanılan maddelerdir. Gıdalarda bulunan lipidlerin çevre sıcaklığında ya da çevre sıcaklığına yakın derecelerde oksidatif reaksiyonlara uğraması otooksidasyon olarak tanımlanır. Bu bozulmada metaller katalizör olarak görev yapar, peroksidlerin uçucu ve uçucu olmayan bileşiklere parçalanmasını hızlandırır. Metallerin çoğu yağların rafinasyonu sırasında uzaklaştırılmakla birlikte, katı ve sıvı yağlarda 0.02 - 0.2 ppm arasında değişen miktarda ağır metaller bulunur.

Antioksidanlar, katıdıkları yağlarda oksidasyon hızını yavaşlatır. Hidroperoksidlerin serbest radikallere parçalanmasını önleyebilen veya serbest radikallerle reaksiyona girerek reaksiyon zincirlerinin sona ermesini hızlandırabilen antioksidanlar en etkili antioksidanlar olarak kabul edilmektedir.

Sürülebilir yağlarda kullanımına izin verilen antioksidanlar şunlardır:

Antioksidanlar  
L-askorbik asit (E300)  
Sodyum (E301) ve kalsiyum (E302) askorbat  
Askorbil palmitat (E304)  
Doğal ve sentetik tokoferoller (E306-309)  
Propil (E310), oktil (E311) ve dodesil (E312) gallat  
Bütillendirilmiş hidroksianisol (E320)  
Bütillendirilmiş hidroksitoluen (E321)

Antioksidan sinerjistleri  
İzopropil sitrat (E330)  
Fosforik asit (E338)

Kaynak: Charteris, 1995.

Antioksidanlar içinde doğada en yaygın dağılım gösterenler tokoferollerdir. Bunlar, alfa, beta, gama, delta, epsilon, zeta ve eta tokoferollerden oluşmaktadır. Tokoferoller aynı zamanda provitamin E aktivitesine sahiptir. Provitamin E aktivitesi etaya doğru gittikçe artarken, antioksidatif aktivite de alfaya doğru artış gösterir. Tokoferoller suda

çözünemez. Oksijen giderici maddelerdir ve lipid oksidasyonunun indüksiyon döneminde giderek yok olurlar. Kullanım dozu arttıkça antioksidan etkileri azalır. Hayvansal yağların stabilizasyonunda daha etkili sonuç verirler. Bitkisel yağlarda ise fazla bir etkileri yoktur, çünkü bitkisel yağlar zaten önemli düzeyde tokoferol bulundurur.

Bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA) ve bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) katı ve sıvı yağlarda kolayca çözünebilir, suda çözünmezler. BHA 50°C'de ve BHT 70°C'de erir. Hayvansal yağlardaki oksidasyonun baskılanmasında BHT BHA'dan daha etkilidir.

Gallatlar en eski sentetik antioksidanlardır. Gallik asitten türetilmiş olup propil, bütil, oktil ve dodesil türevlerini içine alırlar. Bunlardan oktil ve dodesil gallatlar katı ve sıvı yağlarda; propil ve bütil gallatlar ise suda daha fazla çözünürler. Gallatlar içinde en fazla kullanılanı propil gallat olup hayvansal yağlarla bitkisel yağların iyi bir şekilde stabilize edilmesini sağlar. Gallatlar ısıya duyarlı oldukları için fırıncılıkta ve kızartmalarda kullanılacak yağların korunmasında iyi sonuç vermezler.

Monotersiyer bütil hidrokinon (TBHQ), rafine olmayan balık yağının stabilizasyonunda etkilidir. Son yıllarda bitkisel yağ ve hidrojenize edilmemiş rafine deodorize balık yağı karışımlarının stabilize edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu yağ hermanları "Marinol" adıyla pazarlanmakta ve margarinerde kullanılabilmesi iddia edilmektedir. TBHQ, ayrıca margarinerde katılan hidrojenize olmayan balık yağının stabilizasyonunda tokoferolle birlikte kullanılmaktadır.

Antioksidanlar tek başlarına ya da sinerjistik olarak adlandırılan diğer lipid oksidasyon inhibitörleri ile birlikte kullanılmaktadır. Antioksidan sinerjistikleri, doğal olarak antioksidan aktiviteye sahip olmayan ya da çok az aktivite gösteren fakat antioksidanların aktivitelerini artıran maddelerdir. Sinerjistiklerin çoğu, fosforik asit, sitrik asit ve askorbik asit gibi polivalent inorganik ve organik asitlerdir.

Sitrik asidin sinerjistik etkisi karboksil gruplarının varlığına bağlıdır. Sitrik asit türevleri BHA'dan daha üstün demir bağlama özelliğine sahip maddelerdir. Sitrik asit, monotersiyer bütil hidrokinon (TBHQ) ile birlikte iyi bir sinerjistik etki gösterir. Rafine edilmemiş hurma yağında 10 ppm TBHQ ile birlikte 365 ppm sitrik asit kullanılır.

Sitrik asitinkine benzer sinerjistik etkiye sahip diğer polivalent asitler tartarik, malik, glukonik, aldarik ve hidroglutarik asitlerdir, fakat bunların sürülebilir yağlarda kullanımı yasaktır.

Askorbik asit de lipid oksidasyonunu önleyici aktiviteye sahiptir. Bu aktivite özellikle palmitik asitle esterleştirilmek suretiyle artırılabilir. Serbest oksijeni ve iz elementleri tüketir, fakat belirli emülsiyonlarda bakır iyonlarına karşı duyarlıdır ve bu nedenle pro-oksidan haline gelebilir. Sitrik asit ya da etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ile kombine hale getirilerek bu olumsuzluk azaltılabilir. Askorbik asit aynı zamanda provitamin C aktivitesine sahiptir.

### 3.1.11. Vitaminler

Sürülebilir yağlarda A, C, D, E ve bazı B vitaminlerinin kullanımına izin verilmektedir. A vitamini sürülebilir yağlara esasen renk maddesi ( $\beta$ -karoten) olarak katılmaktadır. Yüz gram yağa 300  $\mu$ g kadar A vitamini ilavesi ile aynı zamanda ürünün besleyici değerinde de artış sağlanmaktadır. D vitamininin sürülebilir yağlara 7 - 9  $\mu$ g /100 kg düzeyinde katılması günlük olarak alınmasına izin verilen miktarın ortalama % 40'ını karşılamaktadır. E vitamini ise antioksidan madde görevi görmektedir.

## 3.2. İmitasyon ve İkame Ürün Çeşitleri

### 3.2.1. İmitasyon peynirler

İmitasyon peynir üretiminde imitasyon sütlerden (filled ve imitasyon sütler) veya kökeni süt olmayan diğer maddelerin karışımından yararlanılır. Amerika Birleşik Devletleri'nde inek sütünden elde edilen fakat bileşim yönünden federal yasalara uymayan peynirler de imitasyon olarak kabul edilmektedir. Filled süttten peynir üretiminde, yağsız süt kalıntı halde kolesterol içerdiğinden son üründe de bir miktar kolesterol bulunabilmektedir.

İmitasyon süttten peynir yapımı için gereken başlıca hammaddeler; kazein veya alternatif protein kaynakları, bitkisel yağ, rennet, renk maddesi, starter kültür, laktik asit ve emülsifiyerdir.

Bitkisel yağ olarak soya, hurma, pamuk, hindistan cevizi veya mısır özü yağlarından birisi kullanılabilir. Mono- veya digliserid emülsifiyerleri ile  $\beta$ -karoten içeren doyurulmuş (hidrojenize) bitkisel yağ hermanlarından da yararlanılabilir. Başarılı bir üretim için yağın erime noktası 35-37°C arasında bulunmalıdır.

Kullanılan yağda emülsifiyer bulunmuyorsa, ortama emülsifiyer ilavesi gerekir. Böylece, peynir ambalajındaki sızmalar önlenebilir. Katılacak emülsifiyer miktarı, son ürünün yağ ve kurumadde içeriğine bağlı olmak üzere % 0.4 -0.6 arasında değişebilir.

Renk maddesinin miktarı peynir çeşidine bağlı değişim gösterir. Cheddar peynirinde fazla miktarda renk maddesi kullanılması gerekirken, Mozzarella peynirinde az miktarda renk maddesi yeterli olmaktadır.

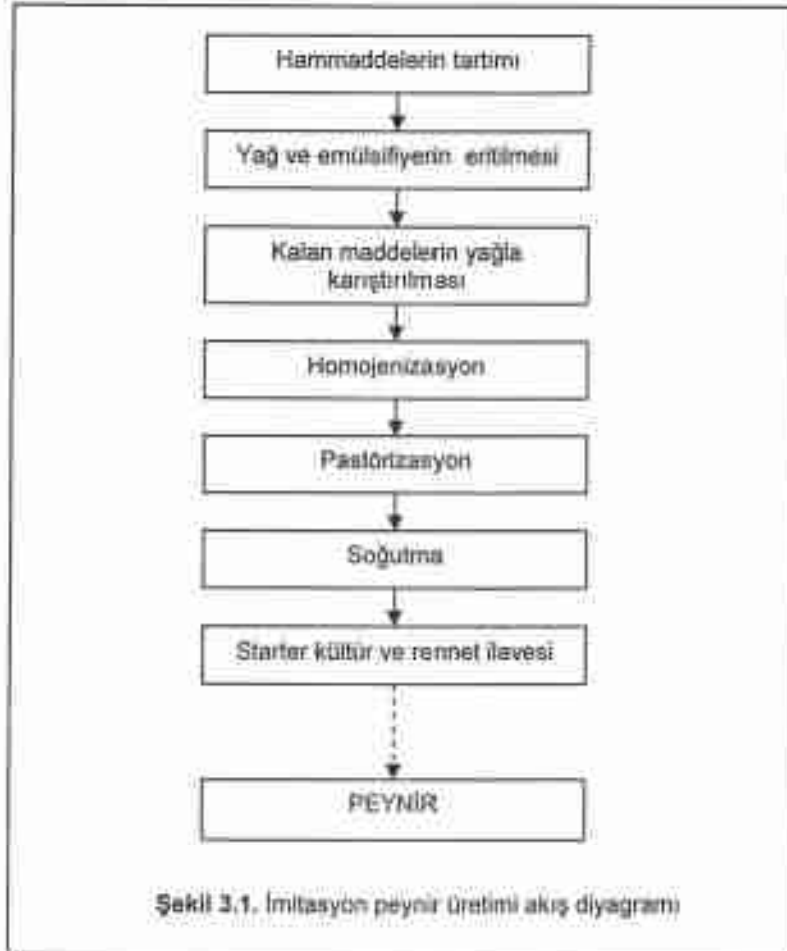
İmitasyon olgun peynir yapımı için önce gerekli hammaddeler tartılır. Yağ ve emülsifiyer birlikte eritildikten sonra, geriye kalan unsurlar erimiş haldeki yağa ilave edilir. Bu şekilde elde edilen karışım 35 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında homojenize edilir, 74°C'de 20 saniye süreyle pastörize edilir ve 32°C'ye soğutulur. Starter kültür ve peynir mayası katıldıktan sonra üretilcek peynir çeşidine özgü aşamalar izlenir.

Aşağıda Çizelge 3.2'de imitasyon peynir üretiminde yararlanılan bir formülasyon ve Şekil 3.1'de de imitasyon peynir üretim aşamaları gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. İmitasyon peynir üretiminde yararlanılan bir formülasyon

Bileşen	Miktar, kg
Su	100.00
Bitkisel yağ	3.50
Sodyum kazeinat	2.75
Dekstroz veya diğer şeker	3.80
Emülsifiyer	0.25
Stabilizer	0.40
Disodyum fosfat	0.25
CaCl <sub>2</sub>	0.25
NaCl	0.12
Sentetik renk ve aroma maddesi	iz miktarda

Kaynak: Kosikowski ve Mistry, 1997.





İmitasyon sütte peynir üretiminde karşılaşılan bazı sorunlar şunlardır:

- (a) Starter kültürleri imitasyon sütte inek sütündekine göre daha yavaş ve düşük miktarda asitlik gelişimi sağlamaktadır.
- (b) İmitasyon sütün çoğu peynir mayasının etkili bir şekilde faaliyet gösterdiği ve pıhtı oluşumunun sağlandığı değerler çok üzerinde, 6.8 - 7.4 arasında değişen bir pH değerine sahiptir.
- (c) Peynirde olgunlaşmayı sağlayan bakteriler imitasyon sütün bileşenlerinden olan Hindistan cevizi ve soya yağlarından iyi bir şekilde yararlanamadıkları için istenen peynir tadının sağlanması güçtür. Bu nedenle, mikrobiyel kökenli lipolitik ve nötral enzimlerin kullanımı önerilmektedir.
- (d) Peynire işlenecek olan karışım yeterli düzeyde emülsifiye edilmediği takdirde peyniraltı suyuna geçen yağ oranı artış göstermekte, randıman azalmaktadır. Homojenizasyon işlemiyle tatminkar bir emülsiyon oluşumu amaçlanmakla birlikte, bitkisel yağ kullanılarak elde edilen pıhtı zayıf yapılı ve aşırı derecede yumuşak olduğu için en fazla 35 kg/cm<sup>2</sup> düzeyinde basınç uygulanabilmektedir.
- (e) İmitasyon sütün hazırlanmasında protein kaynağı olarak soya proteininden yararlanılması halinde, peynir esmer bir renge ve fasulyemsi tada sahip olmaktadır.

#### 3.2.1.1. İmitasyon eritme peyniri

İmitasyon eritme peynirleri, Mozzarella, Gouda ve Cheddar olarak üretilmektedir.

İmitasyon eritme peyniri yapımında protein kaynağı olarak kazein, sodyum kazeinat veya kalsiyum kazeinattan yararlanılır. Süt proteininin soya, yer fıstığı ve buğday proteinleri ile olan karışımlarından da yararlanılabilir. Örneğin, kazeinin % 30 - 50 kadının yerine soya proteini katılabilir. Fakat genellikle tercih edilen protein kaynağı süt proteinleri, özellikle de tat üzerindeki olumlu etkisi nedeniyle rennet kazeindir.

Yağ kaynağı olarak soya, ayçiçek, hindistan cevizi, susam, yer fıstığı ve hurma yağlarının değişik kombinasyonlarından yararlanılabilir. Yağların seçiminde fiyatı ve teminindeki kolaylık dikkate alınmakta, bu nedenle daha çok soya yağı kullanılmaktadır.

Peynir üretimi için, hesaplanan miktarda sıcak su, eritme tuzları, sodyum klorür, besin elementleri ve koruyucu maddeler belirli bir sırayla standart pişirme teknesine alınır. Yağ ilave edilir ve elde edilen karışım harmanlanır. Daha sonra kazein ya da kazeinatlar belirli bir derecede karışıma katılır. Karışım yüksek derecede ısıtılır. Karışım istenirse yapay ya da doğal tat maddesi ve sarı renk veren boya maddesi ile zenginleştirilir. Optimum kalitede



ve keskin bir tada sahip peynir eldesi için gerekli asitlik düzeyini sağlamak üzere karışıma asit ve stabilize edici tuzlar katılır. Son olarak ürünün bileşimi standardize edilir ve karışım doldurucuya pompalanır, paketlenir ve soğutulur. Aşırı kazeinat kullanımı acı bir tat oluşturabilir. Aşırı miktarda soya proteini kullanımı da renkte esmerleşmeye ve fasulyemsi tada yol açabilir.

### 3.2.1.2. Simüle imitasyon soya peyniri

Çin ve Japonya'da soya proteininden üretilen peynir-tipi imitasyon ürünler oldukça popüler olup, aromalı veya çeşnili tipleri Amerika ve Avrupa'da da tüketicinin ilgisinin çekmektedir. Bunlardan "Sufu" adıyla bilinen simüle soya peyniri, Camembert peyniri üretimine benzer yolla küf uygulanmak suretiyle üretilmektedir. Bunun için soya pıhtısı, "Tofu", 2 cm<sup>3</sup> büyüklüğünde parçalara bölünüp alkali veya asit çözeltisinde sterilize edilmektedir. Daha sonra yüzeylerine *Actinomyces elegans* sporları püskürtülen küp şeklindeki pıhtı parçaları 20°C'de 3 gün bekletilmektedir. Bu süre içerisinde proteolitik ve lipolitik enzimlere sahip küf gelişimi nedeniyle peynirin yüzeyinde beyaz misellerden ibaret bir kabuk oluşmaktadır. Yumuşak pıhtı blokları daha sonra salamura içerisinde ılık odalarda olgunlaşmaya bırakılarak tat gelişimi ve saman sarısı renk oluşumu sağlanmaktadır.

### 3.2.2. İmitasyon yağlar

Tüketicilerin buzdolabı sıcaklığında da yumuşak kıvama sahip ve sürülebilir nitelikte yağ talebini karşılamak amacıyla erime noktası düşük sıvı yağlar kremayla harmanlanarak tereyağı-tipi bir ürün elde edilmektedir. Almanya, Hollanda ve Danimarka gibi bazı ülkelerde süt yağının diğer yağlarla karıştırılmasına izin verilmemektedir. Birleşik Krallık ve İsviçre gibi diğer bazı ülkelerde ise margarinlere % 10'a ulaşan oranda tereyağı karıştırılabilmektedir. ABD'de de % 25 tereyağı ve % 75 margarin karışımları pazarlanmaktadır. Fakat bunlar kaynağı süt olan gerçek sürülebilir ürünlerden ziyade kalitesi artırılmış margarinler olarak kabul edilmektedir.

Yağ oranlarına göre, sürülebilir yağlar aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

Tam yağlı	% 72 - 80
Yağ içeriği azaltılmış	% 50 - 60
Az yağlı	% 39 - 41
Çok az yağlı	%30'dan az

Kaynak: Charteris ve Keogh, 1991.

Sürülebilir yağlar sıvı yağda-su (w/o) emülsiyonu tipindedir. Ancak suda-sıvı yağ (o/w) tipinde olanları da vardır. Sıvı yağda-su emülsiyonu tipinde olanlar dondurulmaya karşı dayanıklıdır ve daha uzun raf ömrüne sahiptir.

Tam yağlı sürülebilir ürünler margarin ve tereyağı yapımında kullanılan ekipmanlarda üretilebilir. Yağ içeriği azaltılmış ve az yağlı sürülebilir ürünler ise yüzey sıyrılmalı soğutma teknolojisi kullanılarak üretilmektedir.

Sürülebilir yağların başlıca hammaddeleri yağ, emülsifiyer, süt proteini, stabilizer, tuz ve sudur. Bunların dışında, koruyucu maddelerle renk ve aroma maddeleri de kullanılır.

Süt - esaslı sürülebilir yağlarda yağ kaynağı süt yağı olup, buna bitkisel yağlar, hidrojenize bitkisel yağlar ve süt yağının katı veya yumuşak fraksiyonları ilave edilebilir. Süt - esaslı olmayan sürülebilir yağlarda ise yağ kaynağı olarak soya, ayçiçek, hurma veya hindistan cevizi yağlarından birisi veya bunlardan birkaçının karışımı kullanılabilir. Sıvı yağın toplam yağ içerisindeki oranı % 15 - 30 arasında değişir.

### 3.2.2.1. Bregott

İsveç'te 1963 yılında geliştirilen ilk ticari üründür. Tam yağlı (80:20 saf süt yağı:soya yağı) bir çeşittir. Olgunlaştırılmış % 35 yağlı ekşi kremaya (pH 4.6 - 4.7) rafine ve deodorize edilmiş soya yağı ilavesiyle elde edilir. Soya yağı toplam yağın yaklaşık % 20'ni oluşturacak şekilde ilave edilir, böylece son ürünlerdeki soya yağı içeriği % 16 dolayında bulunur. Krema - soya yağı karışımı 5 - 7°C'de yayılabilir ve son ürün yaklaşık 10°C'de yayıktan alınır.

Soya yağı kremaya yayıkta katılabildiği gibi, separasyondan önce süte, pastörizasyondan önce kremaya veya direk olarak tereyağına da katılabilir.

### 3.2.2.2. Clover

İngiltere'de üretilen Bregott benzeri bir üründür. Sürekli tereyağı yapım makinelerinde üretilebilir. Ayrıca, margarin teknolojisini kullanılmak suretiyle de elde edilebilir.

Clover üretimi için pastörize tatlı krema, kökeni süt yağı olmayan yağlarla (kısmen hidrojenize edilmiş soya yağı) harmanlanır. Bu karışım daha sonra bir gece olgunlaştırılabilir. Süt ürünü niteliğinin korunması için soya yağının toplam yağ içerisindeki oranı % 50'den az olmalıdır.

Olgunlaştırılan karışım 7°C'de hava enjekte edilmek suretiyle yayılabilir. Elde edilen ürün paketlenme makinasına pompalanır ve 250 gramlık dikdörtgen şekilli paketlere doldurulur. Paketlenen ürün satışa sunulmadan önce soğutulabilir.

### 3.2.2.3. Proteince zenginleştirilmiş sürülebilir yağlar

#### 3.2.2.3.1. Latt och Lagom (Light and Just Right) (L&L)

İsveç'te üretilen az yağlı bir çeşittir. Hammadde olarak pH değeri 4.6 olan laktik yayıkaltından yararlanılır. Yapım aşamaları Şekil 3.2'de şematize edilmiştir.

Starter bakterilerini öldürmek ve enzimleri inaktif hale getirmek için yayıkaltı önce pastörize edilir. Pastörizasyonla bir miktar serum proteini de denatüre hale gelir. Pastörizasyondan sonra proteinlerin büyük bir kısmını

ayırmak için yayıkaltına separasyon işlemi uygulanır ve kıvamlı beyaz bir konsantrat elde edilir. Bu konsantratin protein oranı % 13 - 20 arasında değişir. Konsantrat soğutulabilir ve ihtiyaç duyuluncaya kadar depolanabilir.

Beyaz renkte ve pasta kıvamındaki konsantratin kremamsı bir sıvı haline dönüştürülmesi ve böylece sulu bir faz eldesi için ortama sodyum sitrat ve sodyum fosfat katılır. İlave edilen tuzlar ortamın pH değerini artırır, kalsiyumun kazeinden ayrılmamasını sağlar, böylece miseller çözünür ve kazein hidratize olur. Bu aşamada ortama % 1 düzeyinde sodyum klorür katılabilir. Sodyum hidroksit ilavesiyle pH 6.4'e standardize edilir. Koruyucu olarak potasyum sorbat katılabilir. Bu şekilde elde edilen sulu fazın sıcaklığı 45°C olmalıdır.

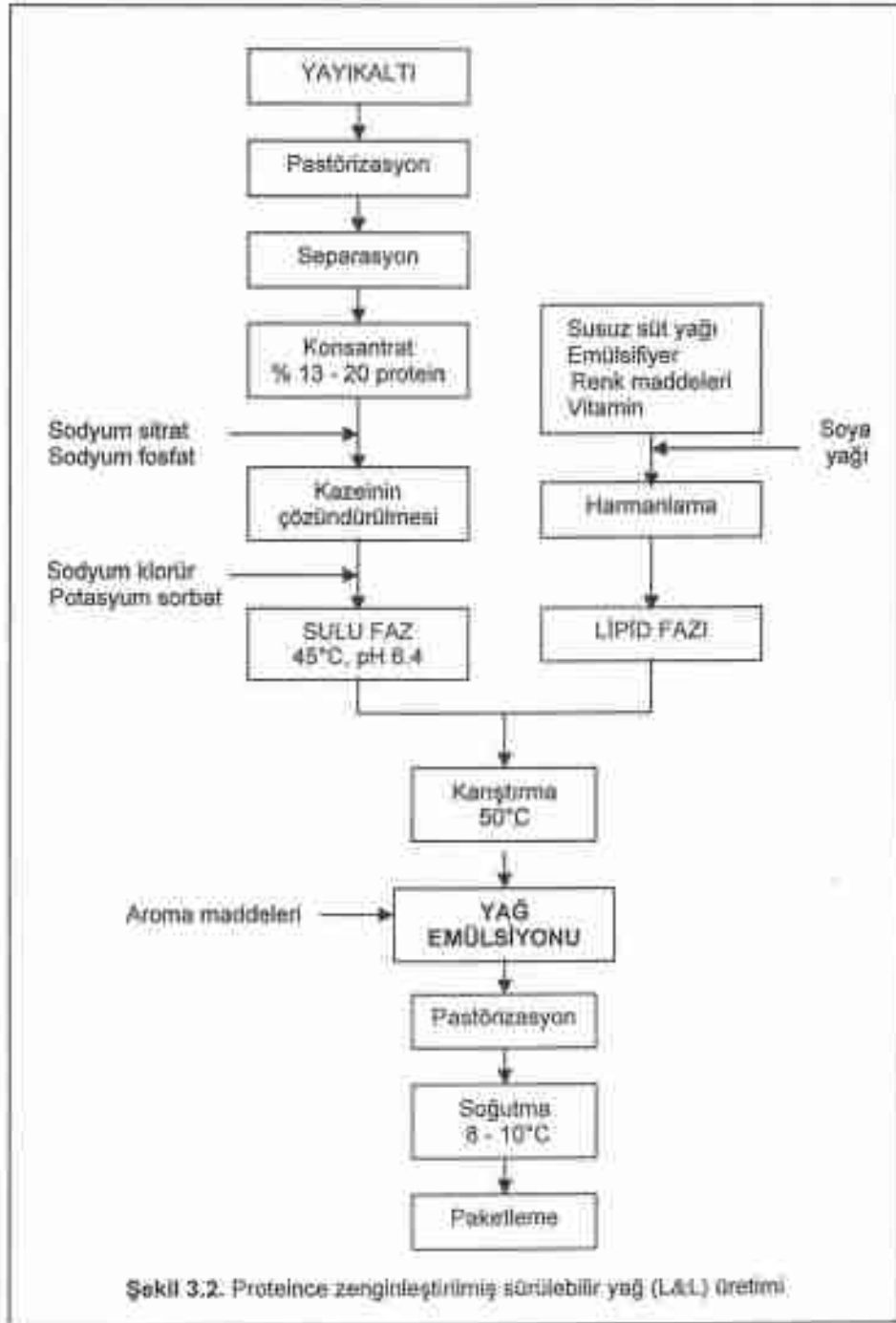
Lipid faz eldesi için de susuz süt yağı, monoğliserid emlsifiyeri, -karoten ve A ve D vitaminleri soya yağı ile harmanlanır. Minör bileşenler önceden bir miktar süt yağı içinde zndrlebilir.

Yağ emülsiyonunun oluşturulması için sulu faz 50°C'deki lipid faza karıştırılır. Böylece stabil bir suda-yağ emülsiyonu sağlanır.

Süt yağı ve fermente yayıkaltı konsantradı son üründe yeterli bir tat oluşumu sağlamakla birlikte, emülsiyona aroma maddeleri ilavesiyle tat artırılabilir.

Elde edilen emülsiyon pastörize edilir ve yüzey sıyırmalı ısı değiştiricide soğutulur. Soğutma sırasında sıcaklık 35°C'nin altına düşünceye kadar viskozite nisbeten düşüktür, bu dereceden sonra viskozitede önemli düzeyde artış gözlenir. Yüzey sıyırmalı ısı değiştiricide kazanın yüzeyinde oluşan kristaller döner bıçaklarla sıyrılıp tekrar ürüne karıştırılır. Böylece emülsiyondaki yağın hızlı bir şekilde kristalizasyonu sağlanmış olur. Sisteme bir malaksör ilavesiyle ürünün tekstürü değiştirilebilir ve iyileştirilebilir.

rn 8 - 10°C'ye soğutulduktan sonra direk olarak paketelemeye gönderilir. Kabin ağzına alüminyum folyo yapıştırılır, daha sonra plastik kapak geçirilir.



Az yağlı sürülebilir ürünlerdeki başlıca bulaşma *Penicillium* ve *Cladosporium* cinsi küferle olabilir. Sulu fazı potasyum sorbat ilavesi, pH 6.4'de pH 6'ya göre daha az etkili olmakla birlikte, koruma sağlayabilir.

Tereyağı üretiminin mevsimlik olması nedeniyle yayıkaltından başka hammaddelerin kullanım yolları da aranmıştır. Japonya'da protein kaynağı olarak kazeinden yararlanılmak suretiyle L&L'nin bir başka çeşidi üretilmektedir. Ayrıca yağsız süt kullanımı da bir seçenek oluşturmaktadır.

#### 3.2.2.4. Yağ yerine geçen maddelerin kullanımı

Son yıllarda yağ yerine geçen maddelerden ya da sıfır kalorili yağlardan yararlanılarak az yağlı sürülebilir ürünler üretilmektedir. Yağ yerine geçen maddelerin başlıca üç tipi bulunmaktadır.

- Taşıdığı özellikler bakımından yağa benzeyen, fakat daha az sindirilebilen şeker türevleri.
- Nişasta ve dekstrin esasına dayalı, suda düşük kalorili çözünabilir jeller oluşturan maddeler.
- Suda dağıldıklarında yağ tadı oluşturan mikropartiküllü süt proteinleri ya da polisakkaritler.

Bu ürünler arasında ilgi çekici iki tanesi **Olestra** ve **Simplesse**'dir. **Olestra** bir sakaroz pollesteridir. Sindirim sırasında bağırsaktan emilmediği için sıfır kalorili bir yağ ikame maddesidir. Margarin ve sürülebilir yağlarda kullanımı önerilmektedir. Ancak, GRAS (Generally Regarded as Safe) statüsü henüz onaylanmamıştır. **Simplesse**, ultrafiltre yumurta beyazı veya peyniraltı suyu, evsapore yağsız süt, şeker, pektin, lesitin ve sitrik asit içeren süt esaslı bir yağ ikame maddesidir. Suda dispers hale gelebilir. Kalorisi yağın sağladığı kalorigen önemli derecede düşüktür. Suda-sıvı yağ emülsiyonlarında kullanımı önerilmektedir. GRAS statüsü onaylanmıştır.

#### 3.2.3. Filled süt ve ürünleri

Rekombine ürünlere benzeyen, fakat süt yağı yerine bitkisel yağ kullanılarak üretilen ikame ürünler "Filled" süt ürünleri olarak bilinmektedir. Bunlar genellikle yöresel bitkisel yağ üretiminin bol olduğu ülkelerde üretilmekte, böylece pahalı bir madde olan süt yağının bitkisel yağlarla daha ucuz bir şekilde ikamesi mümkün olabilmektedir. Bitkisel yağ kullanımı son ürüne rekombine ürününden farklı bir aroma kazandırabilir. Ürünü besleyici yönden tatminkar hale getirmek için A ve D vitaminlerinin katılması gerekebilir, ancak bu vitaminler ilave edilse bile filled sütler bebek mamalarında kullanıma uygun olmayabilir. Filled süttten, daha önce değinildiği gibi, peynir yapımında da yararlanılmaktadır.

Filled süt ve ürünleri, ikame ürünler sayılmakla birlikte, belirli vitaminler yönünden zenginleştirildiği için fortifiye ürünler grubuna da girmektedir.

Pastörize, sterilize, evapore, şekerli koyulaştırılmış ve kurutulmuş filled süt ürünlerinin yapımında bunların eşdeğerleri olan rekombine ürünlerin yapım yöntemleri uygulanır. Fakat, bitkisel yağın süt yağından farklı bir niteliğe sahip olması nedeniyle, hazırlanan sütün homojenizasyon koşullarında değişiklik yapılması gerekebilir. Ayrıca, gliserol monostearat ya da lesitin gibi emülsifiyerlerin kullanımına ihtiyaç duyulabilir.

Üretimde kullanılan bitkisel yağ iyi kalitede rafine yağ olmalı ve yabancı bir koku taşımamalıdır. Yağın doymamış yağ asitleri içeriği yüksek ise işleme sırasında süte hava girişini önleyici tedbirler alınmalıdır. Aksi takdirde, yağın oksidasyonu sonucu süte ransid, balığımsı veya iç yağımı tat bozuklukları ortaya çıkabilir.

Filled kondanse süt üretimi için az yağlı sütozuna bitkisel yağ ilave edilmektedir. Bazı batı ülkelerinde bu üründen imitasyon kahve-sütü olarak yararlanılmaktadır. Filipinler, Malezya, Tayland gibi Uzak Doğu ülkelerinde ise 1960'lı yıllardan bu yana kondanse sütün yerine kullanılmak üzere üretilmektedir. Son yıllarda Meksika'da da üretilmeye başlanmıştır.

Filled sütozu genellikle, normal sütozundaki süt yağına eşit miktarda yağ içerecek şekilde, bitkisel yağın az yağlı sütozu ile karıştırılması suretiyle üretilen bir üründür. Normal sütozunun kullanım alanlarında, örneğin bebek mamalarının hazırlanmasında, imitasyon içme sütünün yapımında kullanılabilir. Filipinler, Tayland, Japonya gibi Uzak Doğu ülkelerinin yanı sıra, Güney Afrika, Pakistan, Kanarya Adaları, İspanya, İrlanda, Birleşik Krallık, Belçika ve Finlandiya'da filled sütozu üretimi gerçekleştirilmektedir.

### **3.2.4. Diğer ürünler**

Yukarıda belirtilen başlıca imitasyon ürünlere ilaveten sınırlı sayıda başka ürünler de mevcuttur. Bunlar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- Diyetetik ürünler, örneğin vejeteryan veya laktöz intolerant kişilerin tüketebileceği soya içeceği.
- Az yağlı oldukları için kilo vermek isteyen kişilere yönelik ürünler (imitasyon krema, süt yağı bulandırmayan dondurma gibi).
- Kahve beyazlatıcı, sos (topping) gibi kullanım kolaylığı bulunan ürünler.

#### **3.2.4.1. Soya ürünleri**

Süt üretiminin talebi karşılayamadığı Asya ülkelerinde halkın süt ürünleri ihtiyacını karşılamak üzere tamamen soya esasına dayalı ürünler geleneksel besinlerin bir parçası haline gelmiştir. Bu nedenle soya fasulyesinden üretilen ürünler imitasyon sayılmamakta, ikame ürün kabul edilmektedir.

Soya ieeği, soya yoğurdu, dondurma ve tofu (peynir) gibi ürünlerin yapımında aşağıdaki soya ürünlerinden yararlanılabilir:

- Soya tanesi.
- Soya unu.
- Soya proteinli izolatı.
- Soya proteinli konsantratı.

Geniş lde tktilmekle birlikte, soya esaslı ürünlerin bazı olumsuz yönleri mevcuttur. Bu olumsuzluklar şu şekilde sıralanabilir:

- Soya tanesindeki lipoksigenaz enziminin faaliyeti sonucu açığa çıkan hidroperoksitlerin fasulyemsi tat ve kokuya yol aması.
- Soya tanesinde oligosakkaritler, tripsin inhibitörü ve hemaglutinin gibi beslenme açısından istenmeyen etkilere sahip faktörlerin bulunması.
- Soya ieeğinin inek sütüne kıyasla iyi bir kalsiyum kaynağı olmaması.

Beslenme açısından olumsuz etkileri bulunan faktörler uygun bir ısıtılma işlem uygulaması yoluyla giderilebilir. Diğer taraftan, soya ieeğinin taze süt, sttozu veya peyniraltı suyu ile harmanlanması besin maddeleri yönünden takviye yapılmasını sağlar.

Soyanın süt veya süt ürünleri ile harmanlanmasının sağladığı yararlar şunlardır:

- **Beslenme ve sağlık açısından:** Stnkine benzer bir protein içeriği elde etmek üzere soya ile inek sütünün karıştırılması protein kalitesini artırır. Soya proteinindeki kükürtlü amino asitlerin (metiyonin ve sistein) düzeyi hayvansal proteinlerdeki göre daha düşük oranda olduğu için harmanlama işlemi ile bu amino asitlerin miktarında artış sağlanır ve besleyici değeri tam bir karışım elde edilebilir. Ayrıca bu yolla kalsiyum yönünden olan eksiklik de giderilir.

Diğer taraftan, soya ieeği yağsız süt ile karıştırıldığında yağ içeriği çok düşük bir karışım elde edilir. Üretimde tam yağlı süt kullanılıyor ise, bu durumda da soya ieeği doymuş yağ asitleri miktarının azalmasına yardımcı olabilir ve çoklu doymamış doymuş yağ asitleri oranını artırır. Bu avantajlarına ek olarak, günümüzde soyadan üretilen gıdalann sağlık açısından bazı yararları olduğu belirtilmektedir. Soyayı oluşturan bileşenlerin hipokolesterolemik ve hipoglisemik etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Soyadaki fitokimyasallar da belirli kanser türleri ile osteoporoz üzerinde olumlu etkilere sahip bulunmaktadır.

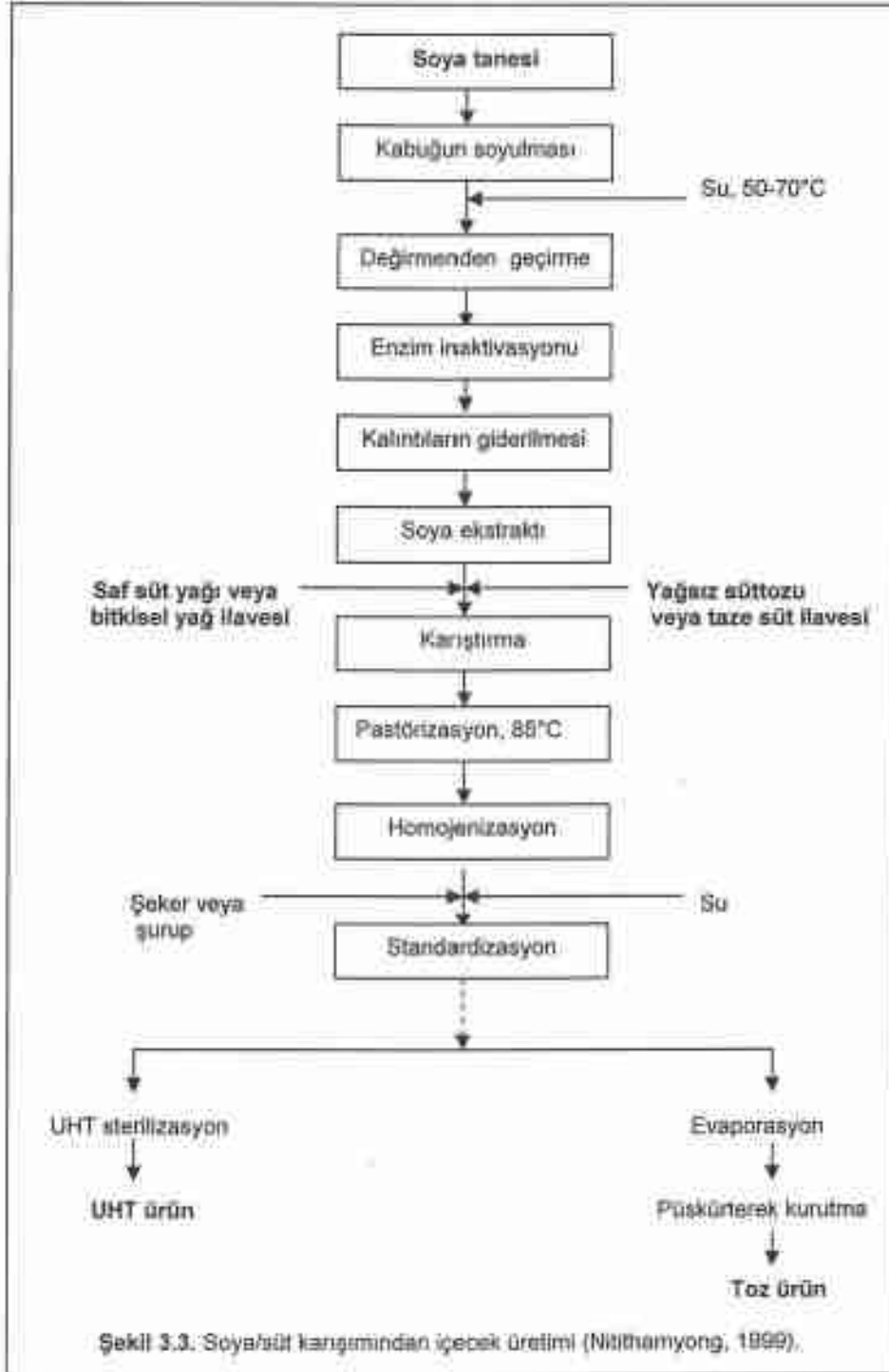
- **Tktici kabul açısından:** Soya ieeğinin süt ya da sttozu ile karıştırılması, tat ve lezzetinde artış sağlar, böylece tktici nin kabulünü olumlu yönde etkiler.

- **Maliyet açısından:** Soya ve süt karimından yapılan ürünün maliyeti stzundan rekombine ürün yapımına kıyasla nisbeten düşüktür. Bu nedenle, harmanlama ileniyle besleyici niteliği iyi bir ürünü makul fiyata üretmek mümkündür.
- **Yeni rn geliğimine fırsat sağlaması açısından:** Soya/inek sütü karimlarının rekombine ya da diğer tip ürünlerde kullanımı sağlık bilincine sahip tüketicilere sunulabilecek yeni ürünlerin geliğtirilmesine olanak tanır.

Ticari olarak, yağ içeriği yüksek stzu (% 1) ile soya karimından ibaret pastörize, sterilize ve UHT sterilize sütlerin retilimi yapılmaktadır. Ayrıca, soya tozu veya soya içeren sütün yağsız stzu, taze süt ya da peyniraltı suyu ile harmanlanarak toz halinde ya da UHT yöntemiyle sterilize içecek yapımında kullanılmaktadır. Bunların dışında, soya/süt karimleri yağsız stzunun yerine ikame ürün olarak kullanılmakta, unlu gıdalara, et ürünlerine, soslara ve formüle gıdalara da katılabilmektedir.

Aşağıda Şekil 3.3'de soya ve süt karimından hazırlanan bir iceceğin üretim akış diyagramı verilmiğtir.





### 3.2.4.2. İmitasyon krema ve soslar (topping)

Krem şantiyi yerine kullanılan ikame ürünlerdir. Köpürtülmüş halde ya da aerosol ambalajlar içine paketlenmiş olarak satılabilirler.

Çizelge 3.3'de İmitasyon krem şantiyi yapımında yararlanılan bir formülasyona yer verilmiştir.

Çizelge 3.3. İmitasyon krem şantiyi formülasyonu

Katkı maddeleri	
Katılaştırılmış hurma çekirdeği ya da hindistan cevizi yağı (erime noktası 33-38°C)	%20.0
Monogliserid laktik asit esterleri	% 1.0
Monogliserid tartarik asit esterleri	% 0.1
Sodyum aljinat	% 0.1
Şeker	%10.0
Yağsız sütozu	% 6.0
Aroma maddesi	300 ppm
Su	100'e kadar

Kaynak: Rajah ve Burgess, 1991

Daha az tatlı İmitasyon krem şantiyi üretimi isteniyorsa şeker oranı azaltılabilir, fakat dondurulmuş İmitasyon soslarda en az % 15 oranında şeker kullanımı gerekmektedir.

Elde edilen emülsiyon 75°C'de ve 100 - 150 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında homojenize edilir. Homojenizasyondan sonra emülsiyon bekletmeden olabildiğince hızla soğutulur ve 5°C'de 24 saat süreyle olgunlaşmaya bırakılır.

İmitasyon krem şantiyin başlıca katkı maddesi yağdır. Yağ son üründe iyi bir tat, yapı ve tekstür oluşumu sağlar. Ürüne özgü viskoziteye sahip, stabil bir köpük elde etmek için, oda sıcaklığından daha düşük derecelerdeki katı yağ içeriği fazla olan yağ seçilmelidir. Bu amaca en uygun yağ çeşitleri hurma çekirdeği yağı, hindistan cevizi yağı ve soya yağının katılaştırılmış formlarıdır. Bu yağların kullanımıyla dövülme işleminden birkaç saat sonra bile stabil halde kalabilen dayanıklı bir köpük elde edilebilir. Koza tohumu yağı zayıf bir dövülebilirlik niteliği sergilemektedir. Tereyağı kullanımı ise yumuşak yapılı bir ürün elde etmeye yarar.

Erime noktası 31 - 45°C arasında olan yağların kullanımı krem şantiyelerin köpürme niteliği üzerinde önemli bir farklılık yaratmamakla birlikte, aroma açısından düşük erime noktasına sahip olanlar tercih edilmektedir. Çünkü, erime noktası yüksek olanlar ağızda yağlımsı ve mumumsu bir tat bırakmaktadır.

Aşağıdaki çizelgede farklı yağ kaynakları kullanılarak üretilen krem şantiyelerin bileşimi ve dövülebilme özelliklerine ilişkin bazı sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 3.4. Farklı yağ kaynakları kullanılarak üretilen krem şantiyelerin bileşimi ve dövülebilme özellikleri

	Örnek No					
	1	2	3	4	5	6
Bileşim, %:						
Hindistan cevizi yağı	29.0	-	-	-	-	29.0
Katılaştırılmış hurma çekirdeği yağı	-	29.0	-	-	-	-
Soya yağı 41	-	-	29.0	-	-	-
Kolza yağı	-	-	-	29.0	-	-
Tereyağı	-	-	-	-	29.0	-
Laktodan P 22	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
Panoden 235	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-
Sobaig FD 155	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Süt yağsız kurumaddesi	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Şeker	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Dövülme özellikleri:						
Dövülme süresi, dakika	1:10	1:20	1:05	3:00	2:30	3:00
Köpük kalınlığı (jelimsi)	68	72	71	0	63	0
Hacim artışı, %	212	210	203	40	220	24
Sızıntı ( dövüldükten 3 saat sonra)	-	-	-	-	++	-

Kaynak: Rajah ve Burgess, 1991.

Dövülebilme niteliği yüksek bir imitasyon krem şantiye eldesi için emülsifiyer kullanımı gereklidir. Emülsifiyerlerin bu ürünlerdeki fonksiyonları şunlardır:

- Yağın kümeleşmesini kontrol altında tutmak.
- Havanın tutulmasını kolaylaştırmak.
- İyi bir hacim artışı sağlamak.
- İyi bir yapı ve tekstür oluşumu sağlamak.
- Kitlenin pakette küçülmesine ve sinereze karşı dayanımı artırmak.

Bu fonksiyonları yerine getirebilmek üzere monogliseridlerin laktik asit esterleri ve asetik asit esterlerinden, propilen glikol monostearattan ve doymamış destile monogliseridlerden yararlanılmaktadır. Bunlar erime noktalarının altındaki sıcaklıklarda yağ globülünün yüzeyinde yapışkan bir film tabakası oluşturur ve dövülme anında yağın aglomerasyonunu artırır. Yağda kolaylıkla çözünürler.

Stabilizerlerin imitasyon krem şantiyelerdeki işlevi, sulu fazdaki reolojik koşulları değiştirmek ve hacim artışı sınırlarının dışında daha tekdüze bir sıklık sağlamaktır. Dondurulmuş haldeki krem şantiyelerde, stabilizerler dondurulma işleminin sırasında sınırlı düzeyde buz kristali gelişimi sağlar ve dondurulduktan sonra çözünme hızını kontrol edebilme yeteneği gösterirler. Aljinat, karragenan,

keçiboynuzu sakızı ve ksantan sakızı imitasyon krem şantiyelerde en çok kullanılan stabilizerlerdir.

Bu ürünlerde kremamsı tadın sağlanması için aroma maddesi kullanımına ihtiyaç duyulur.

### 3.2.4.3. İmitasyon kahve beyazlatıcılar

İmitasyon kahve beyazlatıcılar doğal olanlara göre daha iyi dayanım gösteren, fiziksel-kimyasal stabiliteyi yüksek ürünlerdir, çünkü bunlar fabrikasyon olarak üretilir ve bileşimlerinde fonksiyonel katkı maddeleri bulundurulur.

Yapımlarında bitkisel yağ, karbonhidrat ve nisbeten düşük miktarda proteinden yararlanır. Protein kaynağı kazeln veya soya proteinidir. İmitasyon kahve beyazlatıcıların hazırlanmasında yararlanılan formülasyonlara Çizelge 3.5'de yer verilmiştir.

Çizelge 3.5. İmitasyon kahve beyazlatıcı formülasyonları

Katı maddeleri	Sıvı kahve beyazlatıcı	Toz kahve beyazlatıcı (Toplam kurumadde üzerinden)
Bitkisel yağ, %	10.0	30.0
Sodyum kazeinat, %	1.0	4.0
Malto dekstrin (DE 20), %	10.0	62.0
Destile monogliserid, %	0.2	yaklaşık 1.5
Monogliseridin tartarik asit esterleri, %	0.2	0.5
Karragenan, %	0.05	-
Sodyum aljinat, %	-	0.05
Dipotasyum fosfat, %	0.2	1.5
Aroma maddesi, ppm	300	1000
Su, %	100'e kadar	-

Kaynak: Rajah ve Burgess, 1991.

Kahve beyazlatıcılarda emülsifiyer olarak destile monogliseridlerden ve monogliseridlerin tartarik asit esterlerinden yararlanır. Bunların kombine halde kullanımı ile daha iyi nitelikleri sahip bir ürün elde edilebilir. Destile monogliseridler ürünün optimum düzeyde beyazlatma gücüne sahip olmasını ve kahve ya da çayda daha iyi dağılabilmesini sağlar. Monogliseridlerin tartarik asit esterleri ise ise sıvı haldeki ürünün depolanması sırasında yağın topaklaşmasını önleyerek emülsiyon stabilitesinin korunmasını sağlar.

Stabilizer olarak kullanılan karragenan ve aljinat, proteinlerle kompleks oluşturabildikleri için kolloidal stabiliteyi ve proteinin çözünürlüğünü koruyucu görev yapar, yapıyı iyileştirir ve kıvamı artırır.

Sıvı haldeki kahve beyazlatıcılar aşağıdaki niteliklere sahip olmalıdır:

- Fiziksel stabilitesi çok iyi olmalı, sıcak kahveye katıldığında yağ separasyonu göstermemeli ve dondurma-çözme işlemlerine karşı dayanım göstermelidir.
- Doğal ürünün viskozitesine yakın viskoziteye sahip olmalıdır. Ağır yapılı bir ürünün kahvede dağılılırılığı güçtür.
- Katıldığı ürünlerin tüm kitlesinde tekdüze bir beyazlatma sağlamalıdır. Beyazlatma gücü üzerinde etkili faktörler toplam kurumadde düzeyi ve dispers fazın dağılımıdır.
- Tatsız ve kokusuz olmalıdır.

Toz haldeki kahve beyazlatıcıların raf ömrü uzun olmalıdır. Bu nedenle yağ seçiminin ayrı bir önemi bulunmaktadır. Kullanılacak yağın oksidatif stabilitesi yüksek, iyot sayısı olabildiğince düşük olmalıdır. Yağ, depolama sıcaklığında sıvılaşmamalı, fakat kahveye katıldığında eriyebilme özelliği göstermelidir.

## KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1989.** The present and future importance of imitation dairy products. *Int. Dairy Fed. Bull. No: 239*. International Dairy Federation, 41 Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium.
- CHARTERIS, W.P., 1995.** Minor ingredients of edible table spreads. *J.Soc.Dairy Technol.*, 48: 101-106.
- CHARTERIS, W.P., M.K.KEOGH, 1991.** Table spreads:trends in the European market. *J.Soc.Dairy Technol.*, 44: 3-8.
- JONES, V.A., W.J.HARPER, 1976.** General Processes for Fluid Milks. In: "Dairy Technology and Engineering". AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. pp. 141-184.
- KOSIKOWSKI, F.V., V.V. MISTRY, 1997.** Imitation cheese. In: "Cheese and Fermented Milk Foods: Vol.1. Origins and Principles". Publ. and distributed by F.V.Kosikowski, L.C.C., 1 Peters Lane, Westport, Connecticut 06880, USA. pp.454-466
- LANE, R, 1992.** Butter and mixed fat spreads. In: "The Technology of Dairy Products. Ed. by R. Early. VCH Publishers, Inc., 220 East 23rd Street, Suite 909, New York, NY 10010-4606. Pp. 86-116.
- NITITHAMYONG, A, 1999.** Opportunities for soy/cow milk blends in recombined products. In: "3rd International Symposium on Recombined Milk and Milk Products". Publ. by The Int. Dairy Federation, 41 Square Vergote, B-1030 Brussels, Belgium. pp. 130-133.

- PARODI, P.W. 1979.** Vegetable oils. In: "Monograph on Recombination of milk and milk Products (Technology and Engineering Aspects)". Int. Dairy Fed. Bull. No. 116. Int. Dairy Federation Square Vergote B-1040 Brussels, Belgium.
- RAJAH, K., K. J. BURGESS. 1991.** The production of dairy analogue products using emulsifiers, stabilizers and flavours. In: "Milk Fat: Production, Technology and Utilization. Ed. By K.K.Rajah, K.J.Burgess. Publ. by The Society of Dairy technology, Crosley House, 72 Ermine Street Huntingdon, Cambridgeshire PE18 6EZ. Pp. 112-121.
- SJOLLEMA, A. 1990.** Influence of vegetable fats on the quality of filled milk products. In: "Recombination of Milk and Milk Products". Proceedings of a seminar organized by The International Dairy Federation and The University of Alexandria, 12-16 November 1988. Publ. by The Int. Dairy Federation 41, Square Vergote, B-1040 Brussels, Belgium. pp.151-158.
- WILBEY, R.A. 1986.** Production of butter and dairy-based spreads. In: "Modern Dairy Technology. Vol.1. Advances in Milk Processing". Ed. by R.K.Robinson. Elsevier Applied Sci.Publ.Ltd. Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 5JU, England. pp. 93-129.

## BEBEK MAMALARI

Doğumdan sonraki dönemde, bebekler, belirli esansiyel besin elementlerine fazlaca gereksinim duymakta birlikte, organlarının çoğu işlevlerini henüz yeterince yerine getiremediğinden, gıda alımındaki değişimlere karşı duyarlık gösterirler. Bu nedenle, bebeğin dengeli beslenmesi yaşamsal bir öneme sahiptir. Bebeğin hızlı büyümesi ve gelişimi için gerekli olan makro ve mikro besin elementleri en iyi şekilde anne sütü ile karşılanmaktadır. Ayrıca, anne sütü bebeğin bağırsağında simbiyotik floranın gelişmesine destek olmakta ve pasif bağışıklık unsurlarının bebeğe geçmesini sağlamaktadır. Bu nedenle anne sütü ile beslenen canlılar, mamayla beslenenlere göre, sindirim sistemi enfeksiyonlarına daha az yakalanma riski taşımakta ve gıda allerjilerine karşı da korunabilmektedir. Bebeğin bakteri ve virüslere karşı bağışıklık kazanmasını ve korunmasını proteinlerden immunoglobülinler, özellikle de immunoglobülin A (IgA) sağlamaktadır. Spesifik antimikrobiyel faktörler sayılan immunoglobülinler virüsleri inaktif hale getirmekte, bakterilerin gelişimini önlemekte, gıda antijen absorpsiyonunu engellemekte ve fagositozu artırmaktadır. Immunoglobülinler dışında, anne sütündeki spesifik olmayan antimikrobiyel faktörler olarak kabul edilen lizozim, laktoperoksidaz, laktoferrin ile B<sub>12</sub> vitamini ve folat bağlayan proteinler de bebeğin korunmasına yardımcı olmaktadır. Bunlardan yalnızca laktoperoksidaz inek sütünde anne sütündekinden daha yüksek oranda bulunmaktadır.

Anne sütü, büyüme dönemindeki bebek için ideal bir besin olmakla birlikte, annenin bebeği emziremediği veya emzirmek istemediği durumlarda karşılaşılabılır. Böyle durumlarda, bebek mamalarından yararlanılmaktadır. Mamaların üretiminde, genellikle inek sütü kullanılmakta ve tasarımlarında, kadın sütü ile inek sütünün bileşimi arasındaki farklılık, bu bileşenlerden her birinin rolü ve bebeğin beslenme ve bağışıklık bakımından duyduğu gereksinimler esas alınmaktadır.

## 4.1. Mama Tipleri

### 4.1.1. Kullanım amacına göre mama tipleri

#### 4.1.1.1. Adapte (başlangıç) bebek mamaları

Anne sütünün yeterli olmadığı durumlarda sağlıklı bir bebeğin yaşamının ilk yılında gereksinim duyduğu toplam enerjiyi ve besin elementlerini karşılamak amacıyla tasarlanan mamalardır. Adapte: mamalar, kadın sütününe benzetilmek üzere bileşimi modifiye edilen inek sütünden üretilmektedir. Bu amaçla, inek sütündeki protein, yağ, karbonhidratlar ve mineral maddelerin toplam miktarları kadın sütündeki miktarlara adapte edilir, ayrıca belirli vitaminler ve iz elementler ilave edilir. Bunun dışında lipid ve protein fraksiyonlarının bileşimleri değiştirilebilir. Örneğin, yağ asitleri kompozisyonunu kadın sütündekine benzer hale getirmek için süt yağı bitkisel yağlarla karıştırılabilir veya süt yağı yerine bitkisel yağ kullanılabilir.

#### 4.1.1.2. Tamamlayıcı mamalar

Bebeğin sindirim ve boşaltım sistemleri yeterince geliştiğinde, 4 - 6. aydan itibaren, karışık besleme rejiminin bir kısmını oluşturmak amacıyla tasarlanan mamalardır. Adapte mamalardan daha basit ve ucuzdur. Fakat, bir birim enerji sağlamak için gereken tüm besin elementlerini karşılamaktadır. Protein içeriği (22 g/l) adapte mamalardan biraz daha yüksektir. Inek sütü proteininde genellikle bir modifikasyon yapılmadığından, serum proteini : kazein oranı 20 : 80'dir. Yağ karışımında ağırlıklı olarak süt yağı bulunur, bitkisel yağ oranı düşüktür. Karbonhidrat kaynağı laktozdur.

#### 4.1.1.3. Prematür ya da düşük doğum ağırlıklı bebekler için formüle edilen mamalar

Prematür bebekler ya da doğum ağırlığı 2500 g'dan az olan bebeklerin besin gereksinimlerini karşılamak amacıyla tasarlanmış mamalardır. Adapte mamalara kıyasla sağladıkları enerji değeri biraz daha fazladır. Protein içerikleri de biraz daha yüksektir ve serum proteini : kazein oranı 60 : 40 veya 70 : 30 olacak şekilde adapte edilmiştir. Karbonhidrat fraksiyonu, maltodekstrin ve laktoz karışımından oluşur. Maltodekstrinin kullanım oranı % 25 - 60 arasında değişir. Yağ, hızlı absorbe olabilen orta zincirli trigliseridlerin bitkisel yağlarla ve bazen de süt yağıyla karışımından ibarettir. Trigliseridlerin bu karışımındaki oranı % 25 - 60 arasında değişir.

#### 4.1.1.4. Süt alerjisi bulunan bebekler için formüle edilen mamalar

Süt proteinini ya da laktozu tolere edemeyen bebekler için hazırlanan formülasyonlardır.

Süt proteini alerjisine, en çok, anne sütünde bulunmayan  $\beta$ -laktoglobülin yol açmaktadır. Normal koşullarda, vücuda alınan bir antijen (yabancı olmayan protein) makrofajlar tarafından sindirilmektedir. Alerji durumunda ise, makrofajlar antijeni kısmen sindirmekte, sindirilmeyen kısım ise,



RNA-antijen kompleksi halinde lenfositlere geçmektedir. Bu kompleks, lenfositler içinde, bir dizi reaksiyonlar sonucu serum antikorlarını üretmektedir. Bu antikorlar da bazı özel dokularda klinik alerji belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kusma, ishal, bağırsaklardan gizli yada görünür kan kaybının neden olduğu anemi, tekrarlanan solunum enfeksiyonları ve deride kızamıklı alerjik durum belirtileridir. Bu belirtilerin çoğu, bebek yaklaşık 1 aylıkken ortaya çıkabildiği gibi, 10 yaşında da görülebilmektedir.

Süt proteini alerjisi görülen bebeklerin mama formülasyonlarında protein kaynağı olarak soya proteini izolatları, et proteini veya kazeinin enzimatik hidrolizatları (peptidlere ve amino asitlere parçalanmış proteinler) kullanılmaktadır.

Laktoz intoleransı görülen bebekler için tasarlanan formülasyonlarda da karbonhidrat kaynağı olarak glikoz, maltodekstrin veya mısır şurubu ya da bunların karışımından yararlanılmaktadır.

#### **4.1.1.5. Tıbbi amaçlı bebek mamaları**

Doğuştan konjestif kalp yetmezliği, yağ absorpsiyon sorunları (steatorrhea= bağırsak ya da pankreas rahatsızlığından dolayı diyare ve ağırlık kaybıyla birlikte seyreden, dışkı yoluyla yağın aşırı kaybı) ve metabolizma bozuklukları olan bebekler için geliştirilmiş özel formülasyonlardır.

#### **4.1.1.6. Süt bankasından yararlanma**

Bebeklerin emziremediği durumlarda nadiren yararlanılabilecek bir çözüm yolu, süt bankasından süt teminidir. Süt bankaları yalnızca çok gelişmiş ülkelerde, genellikle hastanelerde bulunmaktadır. Bu kuruluşlarda, vericinin sütü uygun muamelelerden geçirilip ihtiyaç duyulduğu anda kullanılmak üzere depolanmaktadır.

#### **4.1.2. Lipid fraksiyonuna göre mama tipleri**

Lipid fraksiyonları bakımından mamalar 4 tipe ayrılabilir;

- a) Süt yağı ile süt yağsız kurumaddesi veya serum proteinleri bulunduran mamalar.
- b) Süt yağı bulunduran, fakat süt yağsız kurumaddesi ya da serum proteinleri içermeyen mamalar.
- c) Bitkisel yağ ve süt yağsız kurumaddesi ve/veya serum proteinleri bulunduran mamalar.
- d) Bitkisel yağ bulunduran fakat süt yağsız kurumaddesi ya da serum proteinleri bulundurmeyen mamalar.

İnek sütü esasına dayalı formüllerin çoğu, birinci ve üçüncü tiptedir. İkinci formülasyon çok seyrek rastlanan bir mama tipidir. Dördüncü formül ise, tamamiyle soya-esaslı tüm çeşitleri kapsamaktadır.

Birinci ve ikinci tip mamalar, süt yağ globülü zarar görmemiş süt yağından üretilmiş iseler, kompleks lipidlerin yani gliserolipidlerle sfingolipidlerin büyük bir kısmını bileşimlerinde bulundurlar.

Üçüncü tip mamalar süt yağsız kurumaddesinde ve serum proteinlerinde bulunan kompleks lipidlere sahiptir.

Son tipteki mamalarda inek sütünde mevcut olan kompleks lipidler (fosfolipidler) bulunmaz. Bunlarda yapay bir yağ membranı oluşturmak için formülasyona soya lesitini ve bazen de yumurta sarısı lesitini ilave edilir. Bu maddeler süt dışındaki diğer fosfolipid kaynaklarıdır. Fakat, soya lesitinde membranın önemli bir bileşeni olan sfingomyelin mevcut değildir. Bu tip mamaların diğer bir özelliği de bileşimlerinde araşidonik asit ve dokozahagzaenolik asit önemli esansiyel yağ asitlerinin bulunmamasıdır. Ancak, yumurta sarısı lesitini ve balık yağı kullanımıyla bu asitleri yüksek miktarda bulunduran mamalar elde edilebilir.

## 4.2. Mamaların Formüle Edilmesinde Dikkate Alınan Faktörler

### 4.2.1. Kadın ve inek sütlerinin bileşimleri arasındaki farklılık

Kadın ve inek sütlerindeki makro bileşenlerin ortalama miktarları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kadın ve inek sütünün makro bileşenleri

Bileşen, %	Kadın sütü	İnek sütü
Su	87.50	87.50
Protein	0.9	3.3
Yağ	4.0	3.8
Laktöz	7.0	4.7
Kül	0.2	0.7

Kaynak: Blanc, 1981; Rosenthal'den, 1991.

Çizelgeden görüldüğü gibi, her iki tür sütünün protein, laktöz ve kül içerikleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Diğer taraftan, inek sütü ile kadın sütü arasında protein ve yağın bileşimi yönünden de farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 4.2'de her iki tür sütündeki proteinlerin ortalama bileşimleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kadın ve inek sütündeki proteinlerin bileşimi

Protein	Miktar, %	
	Kadın sütü	İnek sütü
Toplam protein	0.94	3.29
Kazein	0.25	2.60
Serum albümini	0.05	0.03
β-laktoglobülin	-	0.32
α-laktalbumin	0.25	0.12
Lizozim	0.05	iz halde
Laktoferrin	0.17	0.002

Kaynak: Hambræus ve ark 1977; Hurrell ve ark'dan, 1989.

Çizelgeden de izlenebileceği gibi, inek sütü kadın sütündekinden 3.5 kat daha fazla protein içermektedir. Ayrıca, inek sütünde proteinin % 80'i kazein ve % 20'si serum proteinlerinden ibarettir. Kadın sütünde ise bunun tam tersi bir durum geçerlidir. İnek sütündeki başlıca serum proteini β-laktoglobülin iken, kadın sütünde β-laktoglobülin bulunmamaktadır. Protein bileşimindeki bu farklılıklar amino asit bileşimine de yansımaktadır. İnek sütü proteininde sistein:metiyonin oranı 0.30 iken, bu oran kadın sütü proteininde 1.32'dir. Kadın sütünde önemli miktarda bulunan ve safra asidinin sentezinde rol oynayan taurin amino asidi de inek sütünde mevcut değildir.

Bağışıklık sisteminin bir parçası olan immünoglobülinler bakımından da inek ve kadın sütleri arasında farklılıklar vardır. Çizelge 4.3'de gösterildiği gibi, kadın sütünde IgA, inek sütünde IgG baskın durumdadır.

Çizelge 4.3. Kadın ve inek sütündeki immünoglobülinler

Tür	İmmünoglobülin	Miktar, %	
		Kolostrum	Süt
İnek	IgG1	4.76	0.059
	IgG2	0.29	0.002
	IgA	0.39	0.014
	IgM	0.42	0.005
Kadın	IgG	0.043	0.004
	IgA	1.735	0.190
	IgM	0.159	0.010

Kaynak: Butler, 1974; Hurrell ve ark'dan, 1989.

Yağ oranı bakımından inek sütü kadın sütünden önemli bir farklılık göstermemekte, fakat yağ asitleri kompozisyonu bakımından bazı farklılıklar bulunmaktadır. Her iki tür sütündeki yağ asitlerinin oranları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Kadın ve inek sütündeki yağ asitlerinin kompozisyonu

Yağ asitleri, %	Kadın sütü	inek sütü
<b>Doymuş yağ asitleri</b>		
Bütirik (4:0)	-	3.5
Kaproik (6:0)	-	1.9
Kaprilik (8:0)	-	1.3
Kaprik (10:0)	1.4	2.5
Lavrik (12:0)	6.2	2.8
Miristik (14:0)	7.8	10.7
Palmitik (16:0)	22.1	27.8
Stearik (18:0)	6.7	12.6
<b>Toplam</b>	<b>48.2</b>	<b>65.8</b>
<b>Doymamış yağ asitleri</b>		
Palmitoleik (16:1)	3.1	2.5
Oleik (18:1)	35.5	26.5
Gağoleik (20:1)	0.96	İz halinde
Setoleik (22:1)	İz halinde	İz halinde
<b>Toplam</b>	<b>39.8</b>	<b>30.3</b>
<b>Diğer doymamış yağ asitleri</b>		
Linoleik (18:2)	8.9	2.5
Linolenik (18:3)	1.2	1.6
Arağidonik (20:4)	0.72	İz halinde
<b>Toplam</b>	<b>12.0</b>	<b>4.1</b>

Kaynak: Anonymous 1976; Caric'den, 1964.

Parantez içindeki değerlerden ilki karbon atomlarının, ikincisi ise çift bağların sayısını belirtmektedir.

Çizelgeden görüldüğü gibi, kadın sütünde doymamış yağ asitleri, inek sütünde ise doymuş yağ asitleri daha yüksek bir orana sahiptir. Kadın sütünde kısa zincirli yağ asitleri bulunmamakta, buna karşın inek sütünde kısa ve orta zincirli yağ asitleri dikkate değer düzeyde bulunmaktadır.

Yağ asitlerinin trigliserid molekülündeki pozisyonu bakımından da her iki tür sütü arasında farklılıklar bulunmaktadır. Kadın sütünde trigliserid molekülünün 2. kolunda çoğunlukla palmitik asit, 3. kolunda da orta zincirli yağ asitleri yer almaktadır. İnek sütünde ise, trigliserid molekülünün 1. ve 3. kollarında nisbeten daha fazla stearik asit yer almakta, palmitik asit trigliserid molekülünde düzensiz veya tesadüfi bir dağılım göstermektedir. Palmitik asidin pozisyonunun arasındaki bu farklılık, süt yağının kısmen, bebekler tarafından ilk birkaç ay boyunca düşük düzeyde absorbe edilmesine yol açmaktadır. Bu nedenle adapte mamaların üretiminde bitkisel yağdan veya süt yağının bitkisel yağla oluşturduğu karışımdan yararlanmak suretiyle suretiyle yağ asitleri kompozisyonu kadın sütündekine benzer şekilde dengelemeye çalışılmaktadır.

Kadın sütü inek sütüne göre daha fazla laktöz içermekte, ancak karbonhidratın bileşimi bakımından kadın sütü ile inek sütü arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır.

İnek sütünde kadın sütündekinin yaklaşık 4 katı kadar kalsiyum, 7 katı kadar fosfor, 3 katı kadar sodyum ve 3 katı kadar da potasyum mevcuttur (Çizelge 4.5). Minerallerden kalsiyumla fosfor arasındaki oran kalsiyumun vücut tarafından emilimi, alınan kalsiyumun vücutta tutulması ve iskelet gelişimi bakımından önemli bir parametredir. Bu oran inek sütünde 1.26 civarında, kadın sütünde ise 2.20 dolayındadır. İnek sütünün yüksek fosfor içeriği Ca : P oranının daha düşük olmasına neden olmaktadır.

Çizelge 4.5. Kadın ve inek sütünün ortalama mineral madde içeriği

Mineral maddeler	Miktar, mg/100 g	
	Kadın sütü	İnek sütü
Kalsiyum	32	119
Fosfor	14	93
Magnezyum	3	13
Sodyum	17	49
Potasyum	51	152
Klor	35	11

Kaynak: Packard, 1982; Coric'den 1994.

Hücre dışı salgılardaki başlıca katyon olan sodyum ile hücrelerde bulunan potasyum, vücudun asit-baz dengesinin ayarlanması ve kasların kasılmasında önemli rol oynayan elementlerdir. Klor ise hem sodyum hem de potasyumla birlikte vücuttaki iyonik kuvveti ve ozmotik dengeyi sağlamaktadır. Kadın sütünde Na : K oranı 0.5, (Na+K) : Cl oranı da 1.8'dir.

Her iki tür sütü arasında mineral maddelerin, özellikle de mikroelementlerin büyük çoğunluğunun bağlı olduğu protein fraksiyonları bakımından da farklılık bulunmaktadır. Örneğin, çinko, kadın sütünde laktoferrine, inek sütünde kazeine bağlı halde bulunmaktadır.

Yağda çözünen vitaminlerden özellikle A ve E vitaminleri kadın sütünde, suda çözünen B kompleksi vitaminler, nikotinik ve folik asitler hariç, inek sütünde daha yüksek miktardadır. Çizelge 4.6'da inek ve kadın sütünün vitamin içerikleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Kadın ve inek sütünün vitamin içeriği

Vitaminler	Miktar, 100 millilitrede	
	Kadın sütü	İnek sütü
<b>Yağda çözünenler</b>		
A vitamini, µg	54	30
D vitamini, µg	0.05	0.05
E vitamini, µg	520	88
K vitamini, µg	3.4	17
<b>Suda çözünenler</b>		
B <sub>1</sub> vitamini, µg	15	37
B <sub>2</sub> vitamini, µg	38	180
B <sub>6</sub> vitamini, µg	13	48
B <sub>12</sub> vitamini, µg	0.05	0.42
Biyotin, µg	0.58	3.5
Folik asit, µg	0.19	-
Pantotenik asit, µg	210	350
Nikotinik asit, µg	170	90
C vitamini, mg	4.4	1.7

Kaynak: Blanc, 1981; Rosenthal 1991'den

#### 4.2.2. Besin maddelerinin biyoyararlılığı

Anne sütüyle beslenmede mamayla beslenmeye göre daha iyi kalsiyum ve magnezyum emilimi sağlanmaktadır. Bu nedenle, mamaların kalsiyum ve magnezyum içerikleri kadın sütündeki miktarlarından biraz daha yüksek düzeyde tutulmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi, Ca:P oranı kalsiyum emilimi üzerinde etkili faktörlerdendir ve kadın sütünde inek sütüne göre yüksek orandadır. Fosfor içeriği yüksek sütte üretilen mamalarda beslemeye kalsiyum-fosfor metabolizması bozulmakta ve büyük olasılıkla çözünemeyen kalsiyum fosfatların oluşumu nedeniyle hipokalsemi olarak bilinen kalsiyum eksikliği meydana gelmektedir. Kalsiyum emilimi üzerinde etkili diğer bir faktör, kalsiyumun mama ve kadın sütündeki dağılım durumudur. Kadın sütünde toplam kalsiyumun yaklaşık % 40'i serum proteinlerine bağlı halde bulunur. Mamalarda ise toplam kalsiyumun yaklaşık % 12'si kazeine bağlıdır, geri kalanı kalsiyum sitrat ve kalsiyum fosfat tuzları halinde bulunmaktadır. Ayrıca, kadın sütünün yüksek laktoz içeriği de kalsiyum emilimini olumlu yönde etkilemektedir. Farklı karbonhidrat kaynakları içeren mamalarla yürütülen bir çalışmada, laktoz varlığında, kalsiyum emiliminin yaklaşık % 50, magnezyum emiliminin ise yaklaşık % 20 oranında artış gösterdiği, fosforun vücutta tutulma oranının da % 10'a kadar çıkabildiği ortaya konmuştur.

Benzer şekilde, iz elementlerin çoğundan yararlanabilme düzeyinin mamada kadın sütünekinden daha düşük olduğu kabul edilmektedir. Bu yüzden mamalara kadın sütünekinden daha yüksek miktarda demir, çinko, bakır, manganez ve iyot katılmaktadır. Buna rağmen, demirin mamadan emilimi vücutta alınan miktarın yaklaşık % 5 - 10'u düzeyinde kalmaktadır. Oysa, kadın sütünden emilimi % 50 civarında bulunmaktadır. Bunun nedenlerinden birisi,

demir bağlayan bir protein olan laktoferrinin kadın sütünde yüksek miktarda bulunmasıdır. Diğer taraftan mamaların kalsiyum yönünden zenginleştirilmesi demirden yararlanmayı azaltabilmektedir. Mamaların demir içeriği bakımından zenginleştirilmesi ise çinko ve bakırın yararlılığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu yüzden, bazı Avrupa ülkelerinde mamalara iz elementlerin katılmasına izin verilmemektedir.

#### 4.2.3. Beslenme fizyolojisi ve sağlıkla ilgili hususlar

Bebek mamalarının formüle edilmesinde beslenme fizyolojisi ve sağlık açısından aşağıdaki hususlar gözönüne alınmaktadır.

**Yağın absorpsiyonu.** Yeni doğan bebeklerde yağın parçalanmasını sağlayan enzim sistemi henüz yeterince gelişmemiştir. Bu nedenle, 1 haftalık bir bebek, kadın sütündeki yağın % 90'ını, inek sütündeki yağın ise yalnızca % 60 - 70'ni absorbe etmektedir. Süt yağının absorpsiyon oranı, birkaç aylık bebeklerde bile % 90'ın altında kalmaktadır.

**Proteinlerin sindirimi.** Bebekler proteinleri sınırlı düzeyde sindirmekte ve absorbe etmektedir. Inek sütü, yüksek kazein içeriği nedeniyle bebek midesinde sindirimi güç, sıkı bir pıhtı oluştururken, albüminli sütlerden sayılan kadın sütü yumuşak ve daha kolay sindirilebilen pıhtı oluşumu sağlamaktadır.

**Karbonhidratların özümlemesi.** Laktoz özümlemeden önce parçalanır. Kadın sütünün tampon kapasitesi nisbeten zayıf olduğundan, bebeğin bağırsağında pH değeri düşer. Bu durum anne sütü emen bebeklerde enteropatojenik *E.coli* gelişimini önlemektedir.

**Üriner sistem fonksiyonları.** Bebekliğin ilk dönemlerinde böbrekler proteinlerin parçalanma ürünü olan üreyi vücuttan atabilecek ve kökürtü amino asitlerin metabolizması sonucu oluşan aşırı asitliği tamponlayacak düzeyde gelişmemiştir. Ayrıca, tuzun fazlası böbreklerden nisbeten güç süzülmemektedir. Bu nedenlerle, elektrolitler arasındaki dengenin bozulması vücuttaki asit - baz dengesinin de değişmesine ve sonuçta alkaloz ya da asidoz'a, hafta ileri düzeyde seyrettiğinde ölüme yol açabilmektedir. Diğer taraftan, inek sütüyle beslemeye bağlı olarak vücutta sodyum birikimi, bebeklerde kalp rahatsızlığına neden olabilmektedir.

**Ozmolalite.** Mineral maddeler ile diğer besin maddelerinin, özellikle karbonhidratlar ve üre gibi çözünür maddelerin miktar ile ilgili olan diğer bir nokta, ozmolalitedir. Ozmolalite, 1 kilogram suda çözünen partiküllerin sayısıdır. Anne sütünde ozmolalite 250 - 286 mOsm/kg su, mamalarda 223 - 319 mOsm/kg su arasında değişim göstermektedir. Yüksek ozmolal besleme, özellikle prematürler ve yeni doğan bebeklerde böbreklere aşırı yüklenilmesine ve ayrıca bağırsak fonksiyonlarının bozulmasına neden olabilmektedir.



#### 4.2.4. İşleme ve depolama koşullarının yol açtığı değişimler ya da kayıplar

Bebek mamaları, normal olarak kullanılan hammaddelerde ya da mama bileşenlerinde üretim ve depolama sırasında meydana gelebilecek değişimler ya da kayıplar hesaba katılıp bir güvenlik marjı bırakılmak suretiyle formüle edilmektedir. Aşağıda açıklanacak olan değişimler ya da kayıplar nedeniyle mamaların protein ve laktoz içerikleri kadın sütündekinden biraz daha yüksek oranda tutulmaktadır.

Isıl işlem uygulamaları sırasında Maillard reaksiyonu nedeniyle laktulozil-lisin oluşmaktadır. Buna bağlı olarak lizin amino asidi biyolojik olarak yararlı hale gelmekte ve proteinin besleyici değeri azalmaktadır. Adapte bebek mamalarında, laktoz içeriği yüksek olduğu için, normal bir süttekinden daha yüksek oranda lizin kaybı görülmektedir. Püskürtme yöntemiyle kurutma işlemi adapte mamalarda % 10 dolayında kayba yol açabilmektedir. Laktoz intoleransı görülen bebeklere yönelik olarak hazırlanan mamalarda glikoz kullanılmaktadır. Glikoz laktozdan daha reaktif olduğu için bu tip mamaların geleneksel püskürtme yöntemiyle kurutulması sırasında lizin kaybı % 70'e kadar çıkabilmektedir. Ancak, kontrollü bir ısı uygulamasıyla kayıp düzeyi % 70'den % 15'e düşürülebilmektedir. Enzimatik yolla parçalanmış protein içeren mamalarda, ısı işlem uygulaması sırasında glikolize peptitler oluşabilmektedir. Maillard reaksiyonları depolama sırasında da devam etmektedir.

Sıvı bebek mamalarının sterilizasyonu sırasında lizinin serin fosfata reaksiyona girmesi sonucu lisinoalanin oluşmaktadır. Bu bileşik şişede sterilize mamalarda en yüksek, UHT yöntemiyle sterilize mamalarda en düşük miktarda oluşmaktadır. Farelerle yapılan denemelerde, lisinoalanin alımının böbreklerde sitomegali olarak adlandırılan lezyona yol açtığı saptanmıştır. Bu nedenle lisinoalanin oluşumu besin kaybıyla ilgili bir sorun olmaktan ziyade toksikolojik bir sorun olarak görülmektedir.

Laktoz içeriği yüksek mamalara ısı işlem uygulaması sırasında laktozdan laktuloz oluşmaktadır. Özellikle şişede sterilizasyon işlemi UHT yöntemiyle sterilizasyona göre daha yüksek oranda laktoz dönüşümü olmaktadır. Yüksek sıcaklık derecelerinde uzun süre depolanan sterilize bebek mamalarının laktuloz içeriğinde bir miktar artış meydana gelmektedir. Laktuloz bebeklerin bağırsaklarında bifidobakteri florasının gelişimini teşvik ederek yararlı bir rol oynamakla birlikte, belirli bir miktara ulaştığında (200 mg/100 ml) laktoz intoleransına benzer rahatsızlıklara yol açabilmektedir.

Sıvı bebek mamalarının sterilizasyonu sırasında C vitamini, tiamin, folik asit ve B<sub>6</sub> vitamininde de kayıplar meydana gelebilmektedir. Şişede sterilizasyon yönteminde UHT yöntemiyle sterilizasyona göre daha yüksek düzeyde vitamin kaybı oluşmaktadır. Vitaminlerde meydana gelebilecek kayıplar nedeniyle, mamalar etiketlerinde yazılı değerden daha yüksek düzeyde vitamin içerecek şekilde formüle edilmektedir. Bu yolla son kullanım tarihinde vitamin içeriğinin etikette belirtilen değere eşit olmasına çalışılmaktadır.



### 4.3. İnek Sütünde Yapılan Modifikasyonlar

Adapte bebek maması üretiminde kullanılabilmesi için, inek sütünün bileşiminde yapılması gereken değişiklikler şunlardır:

- Mineral maddelerden özellikle sodyum içeriğinin azaltılması,
- Ca : P oranının 1.2'den 2'ye çıkarılması,
- Protein içeriğinin azaltılması,
- Kazein:serum proteini (20:80) oranında serum proteini düzeyinin artırılması,
- Karbonhidrat miktarının artırılması,
- Süt yağı yerine bitkisel yağların kullanılması,
- Belirli vitamin ve iz elementlerin ilavesi.

İnek sütü kadın sütünden daha yüksek miktarda mineral madde içerdiğine göre, adapte bebek maması üretiminde ilk aşama minerallerin özellikle sodyum ve fosfatların azaltılmasıdır. Bebek mamalarında Na:K oranının 1'in üzerine çıkarılmaması ve (Na+K) : Cl oranının da en az 1.5 düzeyinde tutulması önerilmektedir. Diğer taraftan, Ca : P oranının (1.5-2) : 1 olacak şekilde adapte edilmesi gerekmektedir. Adapte bebek maması üretiminde kullanılacak inek sütünün mineral madde içeriğinin ayarlanması, mama üretiminin en karmaşık aşamasıdır. Bunun için, süte karbonhidratlar ilave edilerek toplam kurumaddedeki diğer bileşenlerin miktarında bir azaltmaya gidilebilmektedir. Ancak böyle bir uygulama mamanın karbonhidrat içeriğinde kadın sütündekine göre genellikle % 40 - 50 oranında bir artış yaratmaktadır. Günümüzde bu amaçla, demineralize peyniraltı suyundan yararlanılmaktadır.

Peyniraltı suyunun demineralizasyonunda uygulanan yöntemler iyon değişimi ve elektrodializdir.

İyon değişimi ile mineral madde içeriği % 90 oranında azaltılabilmektedir. Bu sırada protein, protein olmayan azot, organik asitler ve iz elementlerde bir miktar kayıp meydana gelmektedir.

Elektrodializ yoluyla Na, K ve Cl içerikleri % 90 oranında, Ca, Mg ve fosfat içerikleri de % 50 düzeyinde azaltılabilmektedir. Peyniraltı suyunun % 20 - 30 kurumadde oranına kadar koyulaştırdıktan sonra demineralize edilmesi işlemin etkinliğini artırmaktadır. Elektrodializ sırasında protein olmayan azot, organik asitler ve iz elementler bir miktar kayba uğramaktadır. Elektrodializ belirli düzeyde demineralizasyona olanak tanıdığından iyon değişimine göre daha avantajlıdır. Bazen iki teknik birlikte uygulanmaktadır.

Her iki yöntemde de, peyniraltı suyu demineralize edildikten sonra, son üründeki 1440 mg/litrelık kalsiyum talebini karşılayacak miktarda kalsiyum katılması gerekir. Fakat, kalsiyum tuzlarının ilavesi sterilizasyon işlemi sırasında mamanın ısı stabilitesini olumsuz yönde etkileyebilir. İyon halindeki kalsiyumun bu etkisini en aza indirmek için ortama trikalsiyum fosfat ya da kalsiyum karbonat halinde (çözünemeyen) kalsiyum ilave edilir. Isı stabilitesini kontrol edebilmek için uygulanan diğer bir yol, alkali sitrat veya fosfat halindeki stabilize edici tuzların ilavesidir. Çizelge 4.7'de peyniraltı suyuna katılmasına izin verilen mineral madde bileşikleri aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Adapte bebek mamalarının üretiminde kullanılan mineral bileşikleri

Mineral madde	Standardizasyonda kullanılan bileşikler
Ca	Karbonat, klorür, sitrat, mono-, di- ve tribazik fosfatlar
K	Klorür, sitrat, mono- ve dibazik fosfatlar
Na	Bikarbonat, klorür, sitrat, mono- ve dibazik fosfatlar
Mg	Klorür, sitrat, di- ve tribazik fosfatlar

Kaynak: Miles, 1982; Packard, 1982.

Mineral madde standardizasyonundan sonra, kristalizasyon ve santrifüj yoluyla laktozun bir kısmı ayrılmaktadır. Son olarak, peyniraltı suyu kurutulmakta ya da direk olarak sütle karıştırılmaktadır.

Deminerale peyniraltı suyu kullanımı aynı zamanda serum proteini ve laktoz bakımından da süte katkıda bulunmaktadır. Peyniraltı suyundaki laktoz sütün protein seviyesini azaltırken, protein oranında da 60:40 olacak şekilde serum proteini lehine artış sağlanmaktadır. Bu şekilde, aynı zamanda esensiyel amino asitlerden sistin düzeyi de artırılıp, tirozin ve fenilalanin miktarları azaltılmaktadır. Tirozin ve fenilalanin fazlalığı, bebeklerde beyin gelişimi üzerinde olumsuz bir etki yapabilmektedir.

İnek sütünün toplam karbonhidrat içeriğini artırmak amacıyla, laktoz, sakaroz, kurutulmuş mısır şurupları, glikoz, maltodekstrin ve buğday ve mısır nişastalarından yararlanılmaktadır. Patojen bakterilerin gelişimini önlemeye yardımcı olması ve dışkının pH değerini düşürmesi nedeniyle, genellikle laktoz tercih edilmektedir. Laktoz, sakaroz ve früktozdan daha az tatlıdır, şişmanlatmaz ve sakarozla göre daha az diş çürükleri oluşturur. Maltodekstrin ise, ürünün ozmolaritesini azaltması ve laktozdan daha kolay sindirilebilmesi nedeniyle bazı üstünlüklere sahiptir.

Yağsız süte mısır özü yağı, soya yağı, hindistan cevizi yağı, aspir yağı gibi bitkisel yağların ilavesiyle inek sütünün yağ asitleri kompozisyonu kadın sütündekine benzer hale getirilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca, süt yağının bitkisel yağlarla olan karışımından da yararlanılabilmektedir.

Vitaminlerden, özellikle yağda çözünen vitaminlerin bir kısmı anne sütünde daha fazla miktarda bulunduğundan, inek sütünün bu bakımdan zenginleştirilmesi gerekmektedir.

#### **4.4. Mama Üretimi**

Bebek mamaları, genellikle toz halinde üretilmekte ve bebeğe verimeden önce su ile rekonstitüe edilmektedir. Bazı ülkelerde hazır sıvı halinde mama üretimi de yapılmaktadır.

Süt esaslı mamaların üretiminde asitliği gelişmemiş ve az sayıda mikroorganizma içeren yağsız süt kullanılmaktadır. Hammadde olarak yağsız sütte kullanıldığında, diğer bileşenlerle hermanlamadan önce tozun rekonstitüe edilmesi gereklidir. Avrupa ülkelerinde, adapte bebek mamalarının

Üretiminde yağsız süte demineralize peyniraltı suyu ilavesi genel bir uygulama iken, Amerika Birleşik Devletleri'nde mamaların çoğu kazein predominant olacak şekilde üretilmektedir.

Mama üretiminde, "kuru işleme" ve "ıslak işleme" olmak üzere iki yöntem uygulanmaktadır. Bunlardan ikincide, toz halindeki tüm bileşenler önce kesikli yöntemle harmanlanmakta, daha sonra sürekli yöntemle dozajlama ve doldurma işlemleri yürütülmektedir. İkincisinde ise, sıvı haldeki maddeler kurutma işleminden önce ortama ilave edilmektedir.

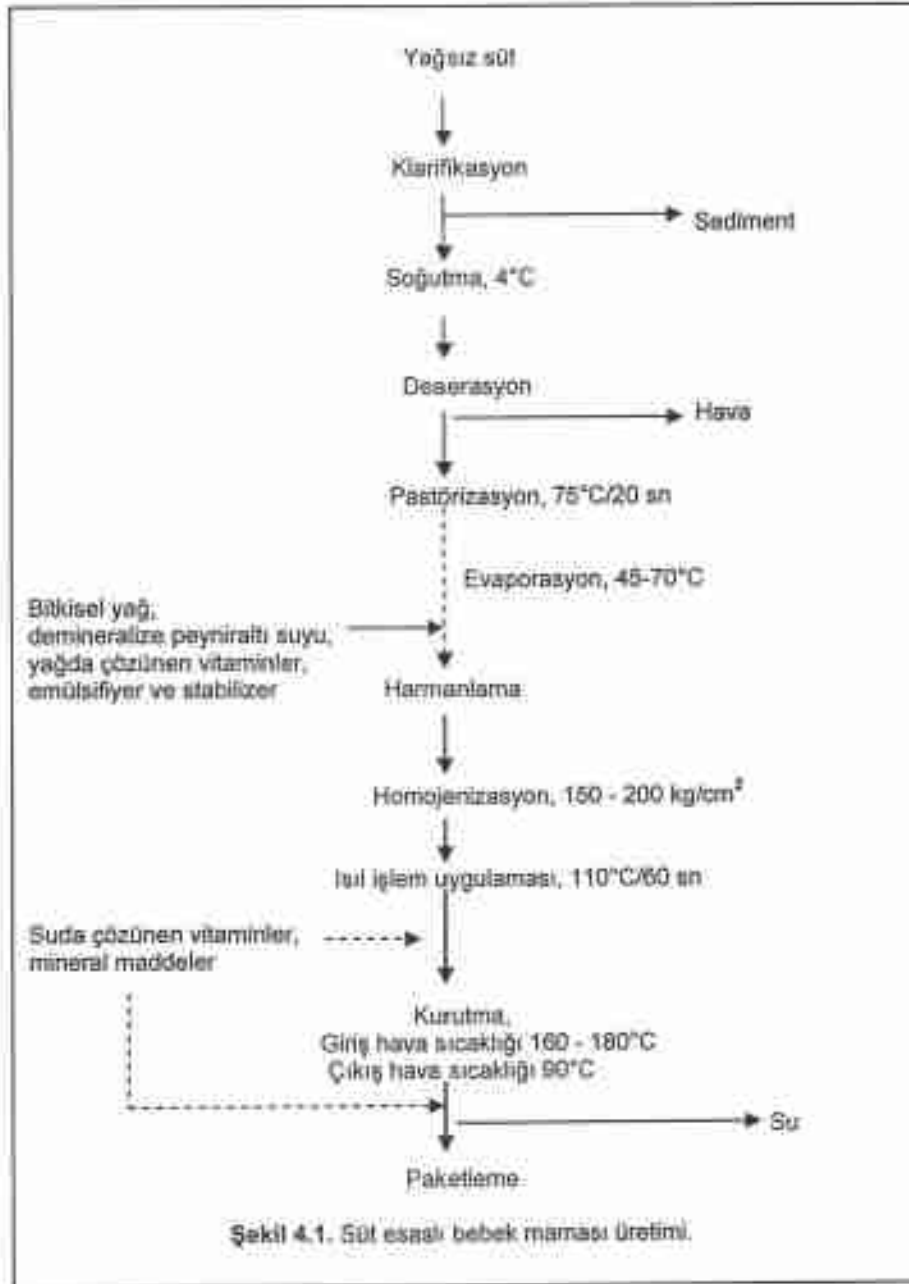
Kuru işleme, ucuz bir işleme şeklidir ve yatırım maliyeti düşüktür. Islak işleme ise, iyi bir karışım elde edilmesini sağlamaktadır. Bu iki yöntemin kombine hale getirilmiş şeklinde, suda çözünen unsurlar kurutma işleminden önce süte katılmakta, daha az çözünür unsurlar ise kurutmadan sonra toz halinde karışıma ilave edilmektedir. Böylece, her iki yöntemin üstün yanlarından yararlanılabilmektedir.

Süt esaslı toz mama üretiminde izlenen işlem aşamaları şöyledir:

1. Süte separasyon, klarifikasyon ve deaerasyon işlemleri uygulanır.
2. Yağsız süt 75°C'de 20 saniye pastörize edilir.
3. Bilkisel yağlar, demineralize peyniraltı suyu, yağda çözünen vitaminler, emülsifiyerler ve stabilizerler yağsız sütle harmanlanır. Suda çözünen vitaminler ve mineral maddeler karışıma, genellikle, kurutma işleminden önce katılır, ancak toz halinde olduklarından kurutma aşamasından sonra da ilave edilebilirler. Harmanlanan karışımın toplam kurumadde içeriği, % 40'ın altında ise süte evaporasyon işlemi uygulanması gerekir.
4. Harmanlanan karışım 150 - 200 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında homojenize edilir.
5. Karışıma, 110°C'de 60 saniye süreyle ısıtma işlemi uygulanır.
6. Karışım püskürtme yöntemiyle kurutulur. Mikrobiyolojik kaliteyi düşürmesi ve mama bileşenlerinde geri dönüşümsüz değişimlere neden olması nedeniyle vales yöntemiyle kurutma işlemi önerilmemektedir. Karışımın laktoz içeriği yüksek olduğundan, bebek mamalarının kurutulması sırasında bazı güçlüklerle karşılaşılabilir. Bu nedenle koyulaştırma oranı % 45'den fazla olmamalı, giriş hava sıcaklığı düşük olmalı ve kurutma işlemi özel olarak yapılmış kurutma odalarında gerçekleştirilmelidir. Kurutma işlemi, iki ya da üç kademede yürütülür. Anında çözünebilir (instant) toz elde için akışkan yataklı kurutuculardan yararlanır.

Sıvı haldeki mamalara ısıyla sterilizasyon uygulaması zorunludur. Bunun için, aseptik paketlenmeden önce mama UHT yöntemiyle (150°C/3 saniye) veya klasik yöntemle (115°C/10-15 dakika) sterilize edilir. UHT yöntemi besin elementlerinde (lisin, C vitamini, tiyamin, folik asit ve B<sub>6</sub> vitamini) daha az kayba yol açtığından tercih edilmektedir.

Şekil 4.1'de süt esaslı mama üretimi akış diyagramı verilmiştir.



#### 4.5. Mamaların Bileşimi

Süt ve soya esaslı mamaların makro ve mikro besin bileşenlerini sağlamak amacıyla kullanılan kaynaklar Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Bebek mamalarının üretiminde kullanılan makro ve mikro besin maddesi kaynakları

Süt esaslı <sup>a</sup>	Soya esaslı <sup>a</sup>
<b>Başlıca unsurlar<sup>b</sup></b> Su Yağsız süt Demineralize peyniraltı suyu (elektrodiyalizle) Laktoz Cleo oil Hindistan cevizi yağı Aspir yağı Soya yağı Leşitin Karragenan	<b>Başlıca unsurlar<sup>b</sup></b> Su Soya proteini izolatu Mısır şurubu kurumaddesi Şeker Soya yağı Leşitin Karragenan
<b>Vitamin kaynakları</b> A vitamini palmitatı β-karoten 7-Dehidrokolesterol (aktifleştirilmiş) DL-α-tokoferil asetat Askorbik asit Folik asit Tiyamin hidroklorid Riboflavin Niyasinamid Piridoksin hidroklorid Siyankobalamin Biyotin Kalsiyum pantotenat Fitonadiyon	<b>Amino asit kaynağı</b> L-metlyonin <b>Vitamin kaynakları</b> A vitamini palmitatı Ergokalsiferol Kolin klorür DL-α-tokoferil asetat Sodyum askorbat Folik asit Tiyamin hidroklood Riboflavin Niyasinamid Piridoksin hidroklorid Siyankobalamin Biyotin Kalsiyum pantotenat Fitonadiyon
<b>Mineral madde kaynakları<sup>c</sup></b> Potasyum bikarbonat Potasyum klorür Kalsiyum klorür Kalsiyum sitrat Sodyum bikarbonat Sodyum sitrat Demir sülfat Çinko sülfat Bakır sülfat Manganez sülfat	<b>Mineral madde kaynakları<sup>c</sup></b> Potasyum sitrat Potasyum klorür Potasyum iyodür Trikalsiyum fosfat Sodyum klorür Dibazik magnezyum fosfat Demir sülfat Çinko sülfat Bakır sülfat Manganez sülfat

Kaynak: Packard, 1982; Caric'den, 1994.

<sup>a</sup> Süt esaslı formül Wyeth Laboratuvarları (Philadelphia, Pennsylvania 19101), soya esaslı formül Mead Johnson Laboratuvarları (Evansville, Indiana 47721) ürünüdür.

<sup>b</sup> Mineral kaynaklarından bazıları hem besleyici hem de fonksiyonel amaçlarla kullanılmaktadır.

<sup>c</sup> Bir kısım mineral maddeler yağsız süt ve peyniraltı suyu kurumaddesinden sağlanmaktadır.

<sup>d</sup> Bir kısım mineral maddeler soya proteini izolatından sağlanmaktadır.

Süt esaslı adapte bebek mamaları genellikle yağsız süt ve demineralize peynir sığı suyunu karıştırmak suretiyle üretildiğinden, makro bileşenlerin hemen hemen tümü doğrudan ya da dolaylı olarak sağlanan süt bileşenleridir. Yalnızca süt yağı yerine bitkisel yağ ya da süt yağı ile bitkisel yağın karışımı kullanılmaktadır.

Soya esaslı mamaların bileşiminde ise, soya proteini izolatu protein kaynağı olarak, maltodekstrin, glikoz veya mısır şurubu ya da bunların karışımı karbonhidrat kaynağı olarak yer almaktadır. Soya proteini metiyonin amino asidi yönünden fakir olduğu için, formülasyona L-metiyonin ilave edilerek bu eksiklik giderilmeye çalışılmaktadır.

Bebek mamalarının hepsinde, yağın emülsiyon durumunun korunması için emülsifiyer kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 1976 yılında kabul edilen Uluslararası Gıda Katkı Maddeleri Standardında, emülsifiyer olarak lesitin (0.5 g/100 ml rekonstitüe süt) ve mono- ve digliserid (0.4 g/100 ml rekonstitüe süt) kullanımına izin verilmektedir. Sıvı haldeki mamalara stabilizasyonu sağlamak ve kıvamı artırmak amacıyla karragenan katılmaktadır.

Çizelge 4.8'deki mineral madde kaynaklarından bazıları mamalarda hem fonksiyonel hem de besleyici amaçlarla kullanılmaktadır. Örneğin, mamanın pH değerinin ayarlanmasına ihtiyaç duyulduğu durumlarda sodyum ya da potasyum sitratın yararlanılmaktadır. Bu bileşikler aynı zamanda mamanın sitrik asit kaynağını teşkil etmektedir.

İz elementlerin kaynağı olarak en çok demir sülfat, çinko sülfat, bakır sülfat, mangan sülfat ve potasyum iyodür bileşiklerinden yararlanılmaktadır. Mamalarda molibden, kobalt, selenyum ve krom gibi diğer iz elementler yönünden herhangi bir düzenleme yapılmamakta, bunların miktarı üretimde kullanılan hammaddeye bağlı değişim göstermektedir.

Mamaların bileşimi konusunda Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)/Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Kodeks Komisyonu ile Avrupa Pediatrik Gastroenteroloji ve Beslenme Derneği (ESPGAN) tarafından kabul edilen yasal düzenlemeler vardır. Ayrıca, ESPGAN tarafından, prematür bebek mamalarının bileşimi konusunda yayınlanmış bir tüzük de bulunmaktadır. ABD'de ise, Amerikan Pediatrik Akademisinin adapte bebek mamalarına ilişkin önerileri doğrultusunda Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından 1985 yılında kabul edilen bir yasa mevcuttur. Bu yasalar her ülkenin kendi tüzüğünün temelini oluşturmaktadır.

Aşağıdaki çizelgede çeşitli tipteki bebek mamalarının besin maddeleri içerikleri verilmiştir.

Çizelge 4.9. Bebek mamasının bileşimi (100 kalori için gereken miktar)

	Adapte			Tamamlayıcı		Prematür
	Kodexs (1982)	FDA (1985)	ESPGAN (1977)	Kodexs (1987)	ESPGAN (1981)	ESPGAN (1987)
Protein, g						
En az	1.8	1.8	1.8	3.0	3.0	2.25
En çok	4.0	4.5	2.6	5.5	5.5	3.1
Yağ, g						
En az	3.3	3.3	4.0	3.0	3.0	3.6
En çok	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0
Linoleik asit, g	0.3	0.3		0.3	0.3	0.5
A vitamini, IU						
En az	250	250	250	250	250	300
En çok	500	750	500	750	900	500
D vitamini, IU						
En az	40	40	40	40	40	
En çok	80	100	80	120	80	185
E vitamini, IU	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6
K vitamini, mgr.	4	4	4	4	-	4
Tiyamin, mgr.	40	40	40	40	-	20
Riboflavin, mgr.	60	60	60	60	-	60
B <sub>3</sub> vitamini, mgr.	35	35	35	45	-	35
B <sub>6</sub> vitamini, mgr.	0.15	0.15	0.15	0.15	-	0.15
Niyasin, mgr.	250	250	250	250	-	800
Folik asit, mgr.	4	4	4	4	-	60
Pantotenik asit, mgr.	300	300	300	300	-	300
C vitamini, mg	8	8	8	8	-	7
Kolin, mg	7	7	7	-	-	-
Biyotin, mgr.	1.5	-	1.5	1.5	-	1.5
Inositol, mg	-	4	-	-	-	-
Kalsiyum, mg	50	60	60	90	90	70
Fosfor, mg	25	30	30	60	60	60
Magnezyum, mg	6	6	6	6	6	6
Demir, mg						
En az	0.15	0.15	0.15	1	1	1.5
En çok	1.0	3.0	1	2	2	-
Çinko, mg	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.55
Manganez, mgr.	5	5	5	5	-	2.1
Bakır, mgr.	60	60	30	-	-	90-120
İyot, mgr.						
En az	5	5	5	-	-	-
En çok	-	75	-	-	-	-
Sodyum, mg						
En az	20	20	22	20	23	23
En çok	60	60	40	85	85	53
Potasyum, mg						
En az	80	80	-	80	76	90
En çok	200	200	-	-	203	152
Klor, mg						
En az	55	55	-	55	60	56
En çok	150	150	-	-	150	88

Kaynak: Hurrell ve ark., 1989.

Çizelgeden, farklı kuruluşlar tarafından mamalarda bulunması kabul edilen en düşük besin maddesi miktarlarının genellikle birbirine eşit olduğu, fakat en yüksek miktarları arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durum mamaların bileşimi konusunda bir esneklik olduğunu ifade etmektedir. Böylece üretici firma, eğer gerekirse, satış yaptığı ülkenin yürürlükte olan yasalarna göre kendi mama formülasyonunda değişiklik yapabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- CARIC, M. 1994.** Infant formulas. In "Concentrated and Dried Dairy Products". VCH Publishers, Inc., 220 East 23rd Street, New York, New York 10010, USA. pp. 127-140.
- CARIC, M. 1993.** Concentrated and Dried Dairy Products. In "Dairy Science and Technology Handbook", Volume 2 : Product Manufacturing. Ed. Y.H.Hui. VCH Publishers, Inc., 220 East 23rd Street, New York, New York 10010, USA. pp. 257-300.
- HURRELL, R.F., BERROCAL, R., NEESER, J.R., SCHWEISER, T.F., HILPERT, H., TRAITLER, H., COLAROW, L., LINDSTRAND, K. 1989.** Micronutrients in infant formula. In "Micronutrients in milk and milk-based food products". Ed. E.Renner. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England. pp. 239-303.
- ROSENTHAL, I. 1991.** Milk and Dairy Products : Properties and Processing. VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-6940 Weinheim, Germany. p. 217.
- SJÖBERG, L.B. 1982.** infant foods. In: "Dairy ingredients in foods". Seminar Proceedings, Luxemburg-May 1981. Int. Dairy Fed. Document 147. Int. Dairy Fed., 41 Square Vergote, 1040 Brussels, Belgium. pp. 67 - 71.



## SÜT PROTEİNİ ÜRÜNLERİ

Süt proteini ürünleri, izolasyonları ve kullanımları sırasında önemli reaksiyonlara uğrayan, interaksiyonlara giren ve kompleks konformasyonel durumlar gösteren makro ve mikro bileşenlerin oluşturduğu protein sistemleridir. Bunlar, geleneksel yollara ya da ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon, jel filtrasyonu, elektrodializ gibi tekniklerle süttten ve/veya peyniraltı suyundan ayrılarak konsantre hale getirilebilir ya da kurutularak toz haline dönüştürülebilir. Başlıca ticari süt proteini ürünleri şunlardır:

- Asit ve maya kazeinler.
- Sodyum/potasyum/kalsiyum kazeinatlar.
- Kazein/serum proteini ko-presipitatları.
- Laktabümin.
- Serum proteini konsantrasyonları.
- Süt proteini hidrolizatları.

Diğer süt proteini ürünleri, bu temel ürünlerin türevleri veya karışımları ya da diğer gıda katkı maddeleri (karbonhidrat, yağ, tuz, emülsifiyer, stabilizer, asitlik düzenleyici gibi) ile oluşturdukları kombinasyonlardır.

Besleyici, işlevsel ve duyuşsal niteliklerinin üstünlüğü nedeniyle, süt proteini ürünleri formüle gıda sistemlerinde katkı maddesi olarak kullanılır. Bunun dışında, süt proteini ürünlerinden endüstriyel ve tıbbi amaçlarla da büyük ölçüde yararlanılmaktadır.

Formüle gıdalara katılacak protein ürünlerinde aranan genel nitelikler şunlardır:

- Toksik ve beslenme açısından olumsuz etki yaratan maddeler taşımamalı.
- Yabancı bir tada sahip olmamalı ve pigmentler bulundurmamalı.
- Protein içeriği yüksek olmalı.
- İşlemeye uygun olmalı, diğer katı maddeleriyle uyumlu bir karışım oluşturmalı.
- Belirli bir işlevi yerine getirmeli.
- Katıldığı gıdanın besleyici değerini artırmalı.
- Ucuz ve kolay temin edilebilir olmalı.

Bu genel niteliklere ilaveten, proteinler katıldığı gıdalarda belirli işlevleri yerine getirebilmelidir. Bu işlevlerin büyük bir kısmı, proteinlerin konformasyonuna, çözünebilirliğine ve su bağlama kapasitesine göre değişmektedir. Süt proteinleri ürünleri, gıda endüstrisinde gerekli işlevlerin birçoğunu tatminkar bir düzeyde yerine getirdikleri için artan bir ilgi çekmektedir. Aşağıdaki çizelgede süt proteinlerinin gıda sistemlerindeki işlevsel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 5.1. Süt proteinlerinin gıda sistemlerindeki işlevsel özellikleri

İşlevsel özellik	İşlevin yerine getirilme şekli	Yer aldığı gıda sistemi
Kohezyon-adezyon	Protein bir yapıştırıcı madde gibi fiziksel görevler	Etler, sıvık-sosler, fırınlanan ürünler, makarnalar, peynir analogları
Elastikiyet sağlama	Glutenle hidrofor bağlanma, jellerde disülfid bağları oluşturma	Etler, fırınlanan ürünler, peynir analogları
Emülsiyon oluşturma	Yağ emülsiyonu oluşturma ve stabilizasyonunu sağlama	Sıvık-sosler, mayonezler, kahve beyazlatıcılar, çorbalar, kekler, mamalar, peynir analogları
Yağ bağlama	Serbest yağın bağlanması	Sıvık-sosler, doughnut
Firm katmanı oluşturma	Kıvrımlı yapının açılması ve hava veya katı iç yüzeylerde tutunma	Gıda emülsiyonları, köpükler, glazeler
Köpük oluşturma	Havayı tutan stabil filerler oluşturma	Şifon tatlılar, kekler, köpüklü pasta süslemeleri
Jelleşme ve pıhtılaşma	Protein ağı yapısını oluşturma	Etler, fırınlanan ürünler, peynir
İstabiliteyi sağlama	Suyun hareketsiz hale gelmesine bağlı olarak protein moleküllerinin birbirini itmesi	Mamalar, UHT ürünler, soslar
Çözünebilirlik	Proteinin çözülmesi	İçecekler
Viskoziteyi artırma	Koyulaştırma, su bağlama	Çorbalar, et suları, mayonezler
Su tutma ve bağlama	Suyun tutulması	Etler, sıvık-sosler, kekler, simitler

Kaynak: Kinsella, 1982; Marshall'dan, 1990.

### 5.1. Süt Proteinleri ve Genel Özellikleri

Normal inek sütünde % 3 - 3.5 arasında değişen oranda protein bulunur. Süt proteinini kazein ve serum proteinleri olmak üzere başlıca iki tip proteinden ibarettir.

Kazein, toplam süt proteinlerinin % 76 - 86'nı teşkil eder. Sütte, esas olarak kalsiyum fosfattan ibaret inorganik materyalle birlikte küresel şekilli miseller halinde bulunur. Kazein, her biri farklı genetik varyantlara sahip olan üç primer proteinle, primer proteinlerin proteolizi sonucu oluşan minör proteinlerden ibarettir.

Serum proteinlerinin toplam protein içindeki oranı % 14 - 24 arasında değişim gösterir. Bunlar normal olarak monomer ya da dimer halinde, sütün serum fazında çözünür durumda bulunur. Serum proteinlerinin başlıcaları,  $\beta$ -laktoglobülin,  $\alpha$ -laktalbümin, siğir serum albümini, immünoglobülinler ve proteoz-peptonlardır. Ayrıca, laktoferrin, laktoperoksidaz, laktolin, glikoprotein ve serum transferrin gibi minör proteinler de bulunmaktadır.

Aşağıdaki çizelgede sütteki başlıca proteinler ve bazı genel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 5.2. Süt proteinleri ve bazı özellikleri

Süt proteini	Fraksiyonları	Oranları (%)	İzoelektrik pH	Molekül ağırlıkları (Dalton)
Kazein	$\alpha$ -kazein	36 - 45	4.6	22 056
	$\beta$ -kazein	23 - 35		23 971
	kappa-kazein	8 - 15		19 037
Serum proteini	$\beta$ -laktoglobülin	7 - 12	5.35 - 5.49	18 300
	$\alpha$ -laktalbümin	2 - 5	4.2 - 4.5	14 000
	Proteoz-peptonlar	2 - 6	-	4 100 - 40 800
	İmmünoglobülinler	2 - 3	5.5 - 8.3	15 000 - 1 000 000
	Siğir serum albümini	1	5.13	69 000

Kaynak: Marshall, 1986 ve 1980.

Fizikokimyasal özellikleri bakımından kazein ve serum proteinleri arasında farklılık vardır. Kazein molekülleri amfipik (hem sulu hem de susuz ortamlarda faaliyet gösterebilme) niteliktedir. Bu durum hidrofob ve hidrofil amino asitlerinin polipeptit zincirinde düzenli bir dağılım göstermemesinden ileri gelir. Bu da kazeinatların iyi bir yüzey aktif madde özelliğine sahip olmasını sağlar. Polipeptit zincirinde prolin amino asidi fazla miktarda bulunduğu ve uniform bir şekilde dağıldığı için, kazeinler rastgele kıvrımlı bir yapısal düzen içinde bulunur ve ısıyla denatürasyona karşı direnç gösterirler. Buna karşın hidrofob, iyon ve kalsiyum bağları yoluyla polimerize olma eğilimi sergilerler. Kalsiyum ve fosfor, kazeinlerin yapısı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Sütün sentezlenmesi sırasında, kazeinin alt birimleri, kalsiyum iyonlarının etkisiyle,

10 - 20 nm çapındaki alt miselleri oluşturacak şekilde polimerize olur. Alt miseller de 100 - 300 nm çapındaki gözenekli ve çözünür miselleri oluşturmak üzere koloidal kalsiyum fosfatla biraraya gelir. Kazeinin kapa-kazein fraksiyonu, ısı işlem sırasında denatüre  $\beta$ -laktoglobülinle ve muhtemelen diğer serum proteinleri ile reaksiyona giren tek bir disüfit grubu bulundurur. Bu fraksiyon ayrıca, glikomakropeptit grubuna sahiptir. Oldukça asidik ve polar karakterli olan bu grup sütte, kalsiyum iyonları varlığında, miselin stabil durumunda kalmasını sağlar.

Serum proteinleri, sıvı ve globüler formda moleküller halindedir. Polipeptit zincirindeki amino asitleri düzenli bir dağılım gösterme eğiliminde olduğu için, serum proteinleri amfipik nitelikte değildir. Yüksek miktarda sistein bulundurmaları, daha fazla sayıda disüfit çapraz bağları oluşturabilmelerine yol açar. Serum proteinleri ısıya karşı duyarlıdır. Isıtmaya bağlı olarak polipeptit zincirleri açılır, 65°C'nin üzerinde denatürasyona uğrar ve doğal durumlarına dönemezler.

Çizelge 5.3'de süt proteinlerinin fizikokimyasal özellikleri özet halinde verilmiştir.

Çizelge 5.3. Süt proteinlerinin fizikokimyasal özellikleri

Protein tipi	Özellikler
Kazein	<p>20°C ve üzerindeki sıcaklıklarda izoelektrik noktada (pH 4.6) çözünmez.</p> <p>Alt miseller rastgele kıvrımlı yapısal bir durum gösterir.</p> <p>Alt miseller amfipik özelliğe sahiptir.</p> <p>Alt miseller hidrofob bağlar ve kalsiyum iyon bağları yoluyla interaksiyonlara girebilir.</p> <p>Misellerin çapı 100-300 nm arasındadır.</p> <p>Miseller koloidal fosfatla biraraya gelebilir.</p> <p>Miseller rennin etkisiyle pıhtılaşır.</p> <p>Miseller <math>\kappa</math>-kazeinle stabil halde tutulur.</p> <p>Miseller disüfit değişimi yoluyla <math>\beta</math>-laktoglobülinle interaksiyona girer.</p>
Serum proteinleri	<p>Sıvı, globüler bir yapıya sahiptir.</p> <p>Peptit zincirinde hidrofil ve hidrofob amino asitler dengeli bir dağılım gösterir.</p> <p>Sistein ve sistein amino asitlerini bulundurur.</p> <p>Isıyla kolayca denatüre olur ve sülfidril grubu aktif hale geçer.</p> <p>Denatüre formu izoelektrik noktada (pH 4.5-5.0) çözünmez.</p> <p>Disüfit ara değişimi ve kalsiyum bağlama yoluyla protein-protein interaksiyonlarına girer.</p> <p>Hafif asidik koşullarda stabilitesini korur.</p>

Morr (1985) ve Marshall (1990)'a göre düzenlenmiştir.

Süt proteinlerinin temel özellikleri ve bu özelliklerde pH, sıcaklık, iyonik güç ve bileşim gibi faktörlerin ve enzimatik yolla parçalanma, koyulaştırma ve ısıtma gibi işlemlerin etkisiyle teşvik edilen değişimler onların diğer süt bileşenleri veya diğer gıda bileşenleri ile interaksyonlara girmelerine olanak tanır. Böylece çeşitli gıda sistemlerinde belirli fonksiyonları (işlevleri) yerine getirmelerini sağlar.

Son yıllarda, süttaki minör proteinlerden birçoğunun belirli fizyolojik işlevlere sahip oldukları kabul edilmektedir. Diyabet, yüksek tansiyon, hiperlipidemi, kansızlık, artrit, allerji, bağışıklık yetersizliği ve kanser gibi rahatsızlıkların önlenmesi ve tedavisi bu işlevler arasındadır. Bunların dışındaki fizyolojik faaliyetler, mineral maddelerin, özellikle kalsiyum ve demirin transferi, vücudun bağışıklık, sinir ve dolaşım sistemlerinin kontrolü ve ayrıca yaşlılığın etkilerinin kontrol altına alınmasını kapsamaktadır. Fizyolojik işleve sahip süt proteinleri veya protein-esaslı faktörler şunlardır:

İmmüoglobülinler	Lizozim
Ksantin oksidaz	Laktoferrin
Tiroid salgısını teşvik eden hormon	Transferrin
Tiroid salgısını teşvik eden hormonu salgılayan Faktör	Gelişme hormonu salgılayan faktör
Mamotrofik hormon (prolaktin)	Gonadotropik hormon (gonadotropin)
Gastrin açığa çıkaran peptit (bombesin?)	Hematropik hormon (eritropoetin)
Fibroblast gelişme faktörü	Epidermal gelişme faktörü
Anti-hipertansif peptitler	Opiyoid peptitler
İmmünomodülatör peptitler	Kalsiyum emilimini artıran peptitler
-kemotatik	Platelet aglütinasyonunu engelleyen Peptit
-t-hücresi stimülatörleri	Epidermal hücre gelişim stimülatörleri
-fagositotik stimülatörler	

Kaynak: Marshall, 1990

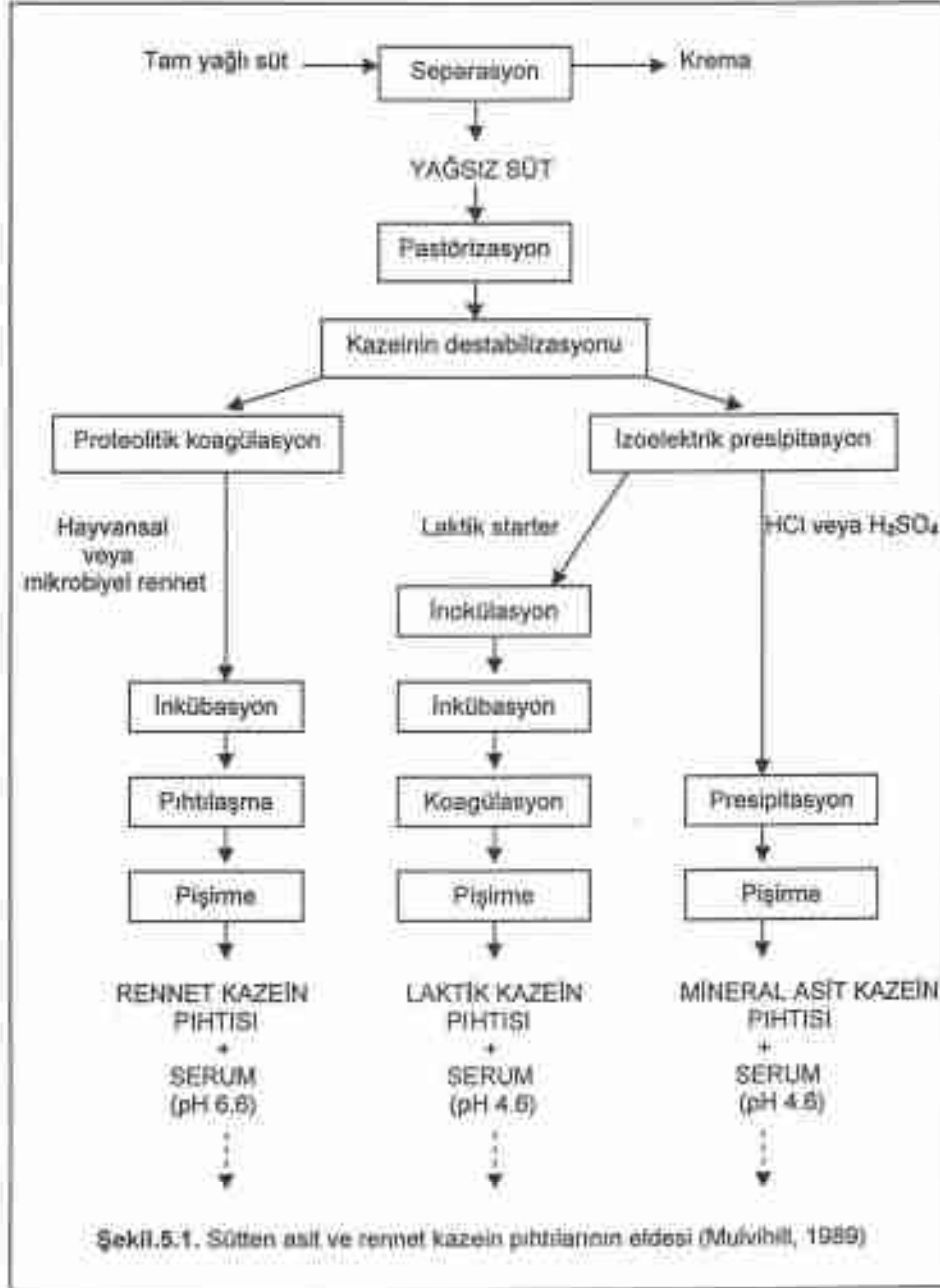
## 5.2. Süt Protein Ürünlerinin Üretimi

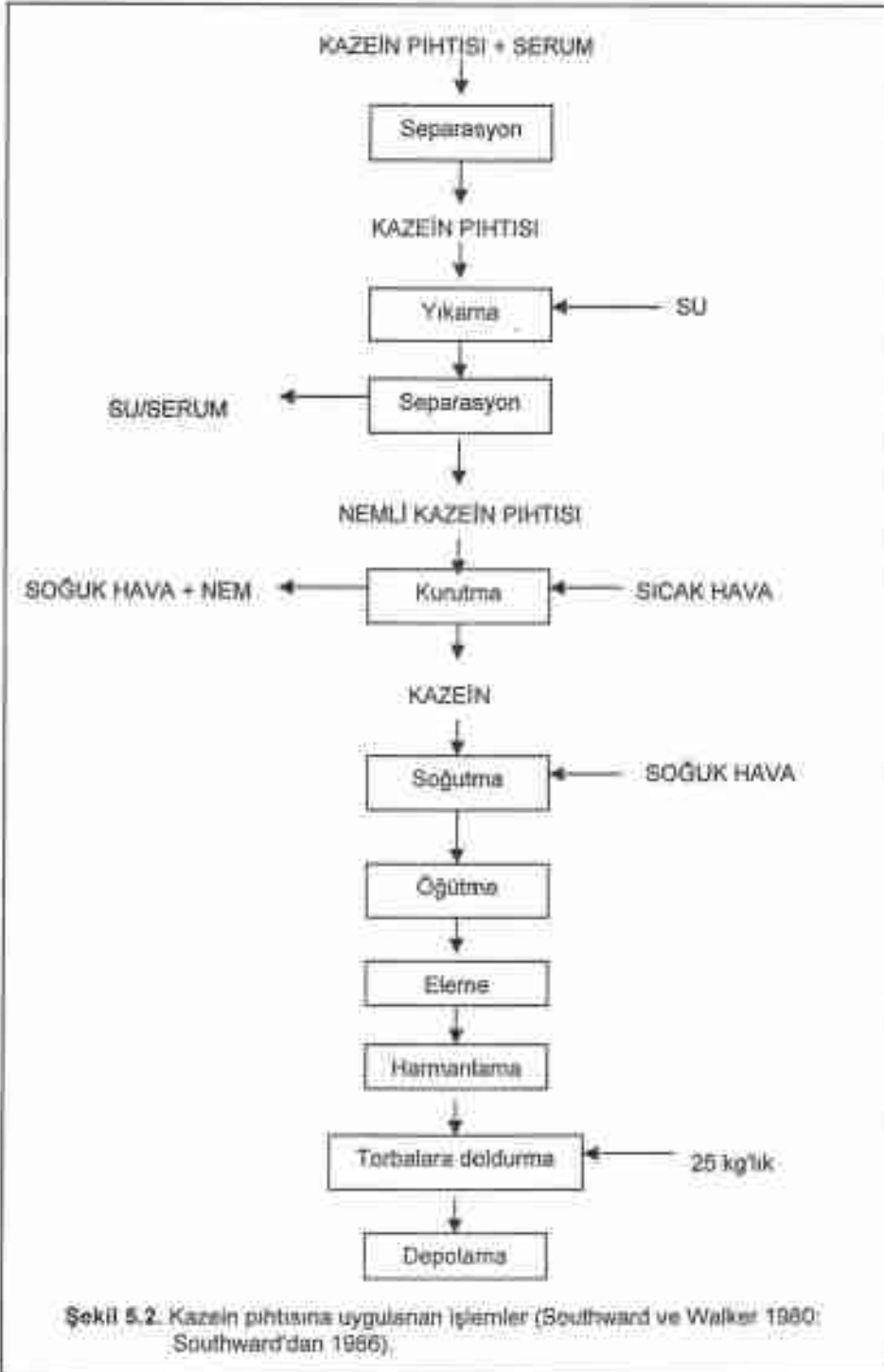
### 5.2.1. Kazein Üretimi

Kazein, yağsız sütün pıhtılaştırılması, yıkanması ve kurutulması suretiyle elde edilen proteince zengin bir ürün olarak tanımlanabilir. Sütün pıhtılaştırılmasında yararlanılan maddeye göre başlıca iki tip endüstriyel kazein mevcuttur:

- ASİT KAZEİN:** Yağsız sütün pıhtılaştırılmasında kullanılan pıhtılaştırıcı unsura göre kendi içinde ikiye ayrılır. Seyreltik mineral asit (hidroklorik asit veya sülfürik asit) ilavesiyle elde edilen kazeine **MİNERAL ASİT KAZEİN**, laktik starter kültürü yardımıyla üretilen kazeine de **LAKTİK KAZEİN** adı verilir.
- RENNET (MAYA KAZEİN) :** Yağsız sütün proteolitik bir enzimle pıhtılaştırılması suretiyle nötral pH'da elde edilen kazeindir.

Kazein üretiminde ilk aşama yağsız süttten kazeinin presipite edilmesidir. Bunu izleyen aşamalar her iki kazein çeşidinde de aynıdır. Aşit ve rennet kazeinlerin presipitasyonunu içine alan işlemler Şekil 5.1.'de, kazein pıhtısına uygulanan işlemler de Şekil 5.2.'de şematize edilmiştir.





### 5.2.1.1. Kazenin destabilizasyonu/presipitasyonu

#### 5.2.1.1.1. Asitle presipitasyon

##### (a) Starter kültürün oluşturduğu asit etkisiyle presipitasyon

Pastörize yağsız süt 22 - 26°C'de *Streptococcus lactis* ve/veya *Streptococcus cremoris* suşlarından oluşan starter kültürü ile % 0.5 - 1.5 oranında aşılanır. Yaklaşık 14-16 saat süren inkübasyon sırasında starter kültürün faaliyeti ile laktozun bir kısmı laktik aside dönüşür ve sütün pH değeri izoelektrik noktasına yavaş yavaş düşerken kazein misellerindeki koloidal kalsiyum çözünerek misellerden ayrılır, ağ yapısında kazein jel veya pıhtı oluşur. Inkübasyon süresinin sonunda pıhtıya direk buhar enjekte edilerek sıcaklık 60°C'ye yükseltilir. Bu işlem pişirme olarak bilinir ve sinerezi teşvik eder ve pıhtının sıkışmasını sağlar. Bazen pişirme işleminden önce pıhtı kesme bıçakları yardımıyla pıhtı parçalanır ve sinerezi artırmak amacıyla pişirme anında pıhtı dikkatlice karıştırılır.

Yukarıda belirtilen geleneksel pişirme işleminin dışında, pıhtı peynir teknesinden pompa ile bir bekletme borusuna pompalanır ve direk buhar enjeksiyonu ile ısıtma yapılır. Bekletme borusunda pıhtının bir süre tutulması sinerezi başlatır ve pıhtı taneciklerinin kümeleşmesini sağlar. Bu süreç "asidülasyon" olarak adlandırılır.

##### (b) Mineral asitlerle presipitasyon

Bu amaçla genellikle hidroklorik asit kullanılır. Sülfürik asitten de yararlanılabilir. Sıcaklığı 30 - 35°C arasında bulunan pastörize yağsız süte bir karıştırma bölümünde basınç altında seyreltik (1 - 2 molar) hidroklorik asit püskürtülür. Sütün akış yönünün tersi yönde akan asidin etkisiyle pH değeri yaklaşık 4.6'ya düşer. Asitlendirilmiş haldeki süte daha sonra buhar enjekte edilir ve sıcaklığı yaklaşık 60°C'ye yükseltilir. Laktik kazein eldesindeki gibi, koagülasyonun tamamlanması ve pıhtı taneciklerinin kümeleşmesi için bir bekletme borusunda asidülasyon uygulanır.

### 5.2.1.1.2. Enzimatik destabilizasyon

Proteinaz enzimleri sütü iki aşamada pıhtılaştırır. İlk aşama k-kazeinin spesifik olarak para-k-kazein ve glikomakropeptidlere parçalanmasını içine alır. İkinci aşamada rennetin etkisiyle değişime uğrayan kazein miselleri 20°C'nin üzerinde kalsiyum iyonları yardımıyla koagüle olur. Peynir yapımında kullanılan ve rennet ediliyle bilinen peynir mayası buzağı, kuzu veya oğlaktan elde edilir ve gastrik proteinaz enzimlerini içerir. Yavru hayvanlardan elde edilen rennetlerde pıhtılaştırıcı aktivitenin % 90'dan fazlası kimozin enziminden ileri gelir. Hayvan yaşlandıkça kimozin oranı düşer, pepsin oranı artışı gösterir.

Geleneksel yolla rennet kazein üretiminde buzağı şirdeninden elde edilen rennet kullanılmaktadır. Bunun yanısıra rennet yerine geçebilecek siğir gastrik ekstraktları, domuz pepsini ve ayrıca *Mucor miehei* ile *Mucor pusillus*'dan elde edilen mikrobiyel enzimler de kullanılabilir.



Rennet kazein üretimi için, yağsız süt 31°C'de çift cidarlı teknelerde, peynir yapımında olduğu şekilde mayalanır. Pıhtılaştırma süresinin sonunda optimum büyüklükte pıhtı taneleri elde edilecek şekilde pıhtı parçalanır. Daha sonra tekneye kontrollü bir hızda (dakikada 0.5°C'lik artış hızıyla 60°C'ye kadar çıkılacak şekilde) buhar verilir ve pişirme işlemi uygulanır. Bu işlem pıhtı tanelerinin kümeleşmesi kolaylaştırır. Geleneksel yolla çöktürülen pıhtı diğer kazein çeşitlerinde olduğu gibi sürekli yöntemle de pişirme işlemine tabi tutulabilir.

Rennet kazeinin başlıca endüstriyel kullanım alanı plastik yapımıdır. Bu plastiğin açık renkli ve pürüzsüz (gaz kabarcıkları bulundurmeyen bir yapıda) olması arzulanır. İstenen nitelikte plastik üretimi için rennet kazein eldesinde etkili faktörler şunlardır:

- **Sütün yağ oranı.** Yüksek oranda yağ içeren sütte elde edilen rennet kazein plastiği mat ve koyu renklidir.
- **Süte uygulanan ısı işlemi.** Sütün pastörizasyonu koyu kahve renkli bir plastik üretilmesine neden olur.
- **Kazein pıhtısına uygulanan pişirme işlemi.** Sürekli yöntem uygulaması şeffaf nitelikte bir plastik üretimine olanak sağlar, fakat plastiğin daha fazla sayıda gaz kabarcığı bulundumasına yol açar.
- **Pıhtı yıkama karakteristikleri.** İyi yıkanmayan, laktoz içeriği yüksek olan rennet kazeinden koyu renkli plastik üretilir.
- **Kazeinin demir içeriği.** Yüksek oranda (>10 mg/kg) demir içeren rennet kazeinden üretilen plastiğin renginde bozulma olabilir.

Gıdalarda kullanılacak rennet kazeinde ise plazmin (alkali süt proteinazı) aktivitesinin düşük olması istenir. Serum ayrılması aşamasından sonra, rennet kazein pıhtısında plazmin aktivitesi mineral asit veya laktik kazein pıhtısındakinden daha yüksek düzeydedir, çünkü nötral pH koşullarında plazminin büyük kısmı rennet kazein pıhtısında tutulur. Bununla birlikte, yıkama ve kurutma işlemleri ile plazmin aktivitesi % 45 düzeyine kadar indirilebilir. Plazminin mevcudiyeti kazein çözeltilerinin viskozitesini ve rennet kazeinden üretilen peynir benzeri ürünlerin niteliklerini etkilediği için önem taşır.

#### 5.2.1.2. Serum ayrılması

Kazeinin asit etkisiyle ya da enzimatik yolla destabilizasyonundan sonra serum kısmı pıhtıdan ayrılır. Serum ayrılması daha sonraki yıkama işleminin etkinliği ve kazeinin kalitesi bakımından büyük öneme sahiptir.

Serum ayrılmasında aşağıdaki düzeneklerden yararlanılabilir:

- Naylondan ya da küçük gözenekli paslanmaz çelikten yapılmış, titreşimli hareketli veya hareketsiz, eğik durumda yerleştirilmiş olan elekler
- Polyesterden yapılmış, pıhtıyı aşağıya doğru kaydırarak hareket ettiren, şelale benzeri bir profilde yerleştirilmiş olan eğimli elekler
- Mekanik cihazlar (santrifüj separatör veya döner presler)

Eleklerin eğim açısı, uzunluğu ve gözenek büyüklüğü serum ayrılmasını etkileyen faktörlerdir.

Santrifüj separatörlerle pıhtının su içeriği % 58 - 60'a düşürülebilir. Santrifüj separatörlerle serum ayrılmasında sıcaklık ve pıhtının pH değeri önemli kriterler olup, asit kazein üretiminde yaklaşık 47°C'de, rennet kazein üretiminde ise 37°C'de separasyon yapılmaktadır. Etkili bir serum ayrılması sağlamak için gerekli pH değeri de 3.9 - 4.95 arasında olmalıdır.

### 5.2.1.3. Yıkama

Pıhtıda bulunan laktoz, tuzlar, serum proteinleri ve serbest asitlerin ortamdan uzaklaştırılması için yıkama işlemi uygulanır. Bu kalıntılar yüzey yıkama yoluyla kısmen uzaklaştırılır. Kalıntıların giderilmesi büyük ölçüde suyun pıhtı taneciklerinin içine difüzyonu yoluyla gerçekleşir. Difüzyon oranını etkileyen faktörler şunlardır:

- Pıhtı taneciklerinin büyüklüğü ve geçirgenliği.
- Yıkama suyunun miktarı.
- Yıkama suyunun sıcaklığı.
- Yıkama suyunun hareket yönü.
- Tanenin içi ile taneyi çevreleyen sudaki bileşenlerin konsantrasyonları arasındaki farklılık.

Yıkama işleminde, çok kademeli ve pıhtı ile suyun birbirine zıt yönde hareket ettiği ters akışlı kule tipi sistemlerden yararlanılır.

Yıkama suyu temiz, tortusuz ve belirli bir sertlik derecesinde olmalı, bileşiminde organik maddeler, demir ve istenmeyen diğer iz elementleri bulundurmamalıdır. Ayrıca yıkama suyunun pH değeri 4.6 civarında olmalıdır. Yıkama suyunun bundan daha asil karakterde olması taneciklerin etrafında jelatinimsi bir katman oluşumuna yol açar. Suyun belirli bir düzeyden yüksek alkalilik göstermesi ise pıhtının dağılmasına neden olur. Yıkama suyunun pH değerini ayarlamak için sülfürik asitten yararlanılır. Çünkü, kazeinin sülfürik asitteki çözünürlüğü hidroklorik asittekinden daha düşük düzeydedir.

Laktoz, serum proteinleri ve tuzlar pıhtıdan difüzyon yoluyla ayrıldığı için, yıkamanın belirli bir süreyle yapılması gerekir. Üç kademeli bir yıkama sisteminde, ortalama 30 dakikalık bir yıkama süresi sağlayan su akış hızı ile laktozun yüksek oranda uzaklaştırılması mümkün olur.

Yıkama suyunun sıcaklığı suyun pıhtıdan ayrılmasını sağlayacak ve bakterileri yok edecek bir derecede olmalıdır. Dört kademeli bir yıkama sisteminde asit kazein pıhtısının yıkınması için uygulanacak sıcaklık dereceleri 1. aşamadan 4. aşamaya kadar şöyle değişim gösterir: 55°C, 65°C, 75°, 35°C.

Yıkama işleminde önemli noktalardan birisi de yıkama suyu ile olabilecek pıhtı kayıplarının en az düzeyde tutulmasıdır. Bu amaçla hidrosiklonlardan veya separatörlerden yararlanılabilir. Böylece yıkama suyuna geçen kazein taneleri yakalanarak sodyum hidroksitle çözündürülür ve pıhtılaşma için yeniden sisteme verilir veya direk olarak sıcak su içine devrettirilerek kazein tanelerine yapışması sağlanır.

#### **5.2.1.4. Baskıya alma**

Kurutma aşamasında buharlaştırılacak su miktarını en aza indirerek enerjiden tasarruf sağlamak için pıhtıda kalan su mekanik olarak uzaklaştırılır. Bu amaçla baskı sistemleri ya da dekantör santrifüjden yararlanılır. Bu aşamada uygulanan sıcaklık ve basınç kalan suyun ayrılmasında etkili faktörlerdir. Vidalı preslerde yaklaşık 30°C'de, silindirik pres ve dekantör santrifüjlerde yaklaşık 39°C'de baskı uygulanmaktadır. Basınç değeri 1.06 kg/cm<sup>2</sup> (104 kPa)'dan büyük olmamalıdır. Böylece nem içeriği % 55 - 60'a kadar düşmektedir.

#### **5.2.1.5. Kurutma**

Standart bileşimde, stabil ve depolanabilir bir ürün eldesi için kazein pıhtısı % 12'den az nem içerecek şekilde kurutulur. Kurutma işleminde geleneksel olarak yarı-akışkan yataklı kurutuculardan yararlanılır. Kurutma işlemini etkileyen faktörler tanecik boyutu ve kazein tipidir. Tanecik boyutu küçüldükçe kurutma kolaylaşır. Laktik asit kazeini en kolay kurutulabilen kazein tipidir, bunu sülfürik asit kazeini ve rennet kazein izler.

#### **5.2.1.6. Soğutma**

Aynı nem içeriğine sahip, soğutulmuş bir ürün elde etmek için ürün karıştırılır ve soğutulur. Bu işlem pıhtıyı birkaç bekleme bölmesinden pnömomatik olarak devretmek suretiyle gerçekleştirilir.

#### **5.2.1.7. Öğütme**

Kurutma, soğutma ve karıştırma işlemlerinden sonra kazein döner veya disk biçimli değirmenlerde öğütülür. Daha sonra istenen boyutlarda taneciklere ayırmak için eleklerden geçirilir, büyük olanlar tekrar öğütülür. Son olarak paketieme işlemi gerçekleştirilir.

##### **- Kazeinlerin bileşimi**

Asit ve rennet kazeinlerin bileşimi aşağıda Çizelge 5.4'deki gibidir.

Çizelge 5.4. Asit ve rennet kazeinlerin bileşimi

Bileşen	Asit kazein	Rennet kazein
Nam, %	11.4	11.4
Protein, %	85.4	79.9
Kül, %	1.8	7.8
Laktöz, %	0.1	0.1
Yağ, %	1.3	0.8
pH	4.6 - 5.4	7.3 - 7.7

Kaynak: Southward, 1986.

Çizelgeden görüldüğü gibi, asit ve rennet kazein arasında özellikle kül içeriği ve pH değeri bakımından önemli farklılıklar vardır. Asit kazein üretiminde, sütte kazein miselleri ile birlikte bulunan kalsiyum ve inorganik fosfor asitlendirme aşamasında çözünür hale geçerek pıhtıdan ayrılır. Pıhtıda yalnızca organik fosfor ve az miktarda kalsiyum kalır. Bu yüzden asit kazeinin bileşiminde rennet kazeine göre daha düşük miktarda kül bulunur.

#### - Kazeinlerin özellikleri

Asit ve rennet kazeinler suda çözünmezler. Islatıldıkları zaman suyu absorbe ederek şişerler. Alkali çözeltilerde çözünebilirler. Asit kazein pH 7 ve üzerindeki değerlerde sodyum ve potasyum hidroksitler, karbonat ve bikarbonatlar, trisodyum fosfat ve boraks içerisinde çözünür. Rennet kazein ise pH 7 - 8 arasında sodyum tripolifosfat gibi kompleks fosfat çözeltilerinde, pH 9.5 ve üzerinde ise sodyum hidroksitte çözünebilir.

Kazeinlerin tüm çözeltileri (sodyum tripolifosfat çözeltilerindeki rennet kazein hariç) yapışabilme özelliğine sahiptir. Ayrıca, litresinde 150 gramdan fazla kazein bulunduran çözeltileri oldukça koyu kıvamlıdır.

#### 5.2.2. Kazeinat üretimi

Yukarıda da belirtildiği gibi, kazeinler suda çözünmezler. Suda kolay çözünür hale gelmeleri için uygun koşullarda alkali çözeltilerinde çözündürülüp kurutulurlar. Alkali çözücü olarak sodyum, potasyum, amonyum ve magnezyum hidroksitlerden yararlanılabilir. Kazeinatların yapımında hammadde olarak kurutulmuş asit kazein veya yıkama aşamasından sonraki nemli asit kazein pıhtısı kullanılır. Yüksek kalitede kazein üretimi için genellikle yıkama aşamasından sonraki pıhtı tercih edilir.

Kazeinin kazeinata dönüştürülmesi sırasında karşılaşılan başlıca sorunlar, kazeinat çözeltilerinin yüksek viskoziteye sahip olması ve alkali katıldığı anda pıhtı tanelerinin etrafında geçirgen olmayan, jelatinimsi bir katman oluşma eğiliminin artmasıdır. Çözelti viskozitesinin kontrol altına alınması için ortamın pH değeri ve sıcaklığı kontrol edilmelidir. Ayrıca, alkali ilavesinden önce su-kazein karışımı bir değirmenden geçirilip tanecek çapı küçültülmelidir.

### 5.2.2.1. Sodyum kazeinat üretimi

Gıdalarda en fazla kullanılan kazeinat çeşididir. Yapımında izlenen aşamalar şöyledir:

- Yıkama aşamasından sonra elde edilen kazein pıhtısı (% 45 kurumadde) ufalanır ve 40°C'deki su ilavesiyle kurumadde oranı % 25'e düşürülür. Bu karışım daha sonra değirmenden geçirilip tanecek çapı küçültülür.
- Değirmenden çıkan kazein pıhtısına bir pompa yardımıyla sodyum hidroksit çözeltisi (2.5 molar) ilave edilerek son pH değeri 6.6 - 6.8 arasında bir değere ayarlanır.
- Kazein ve alkali karışımı bir tanka pompalanır, burada karıştırmak suretiyle çözündürme işlemi gerçekleştirilir. Aynı zamanda sıcaklık bir miktar artırılır.
- Karışım ikinci tanka pompalanır, sıcaklığı 75°C'ye çıkarılarak kazeinin alkali çözeltisinde iyice çözünmesi sağlanır. Bu sırada çözeltinin viskozitesi de artar.
- Kazeinat çözeltisi balans tankına pompalanır, plakalı ısı değiştiricide 95°C'ye ısıtılır.
- Isıtıcıdan çıkan çözeltinin viskozitesi kontrol edilir, gerekirse sıcak su ilavesiyle viskozite ayarlanır. Son olarak püskürtme yöntemiyle kurutma yapılır.

Üretim esnasında çözeltinin yüksek sıcaklık derecelerinde uzun süre bekletilmesi Maillard reaksiyonuna yol açabilir. Ayrıca, yüksek pH değerlerinde uzun süre bekletme sonucu lisino-alanin oluşur, bu madde tat bozukluğuna neden olabilir. Bu yüzden sıcaklık ve pH koşullarına dikkat edilmesi gerekir.

### 5.2.2.2. Kalsiyum kazeinat üretimi

Üretim aşamaları şöyledir:

- Mineral asit kazein pıhtısı % 25 kurumadde içeriğine sahip olacak şekilde su ile karıştırılır.
- Karışım değirmenden geçirilir.
- Pıhtının sıcaklığı 35 - 40°C'ye ayarlandıktan sonra % 10'luk kalsiyum hidroksit çözeltisi ile karıştırılır. Son pH değeri 7.5'den yüksek olmayacak şekilde ayarlama yapılır.
- Kazein ve alkali çözeltisinin iyice karışması sağlanır, daha sonra çözündürme tankına pompalanır. Yaklaşık 10 dakika süreyle karıştırma yapılarak çözündürme işlemi tamamlanır.

- Bundan sonra borulu ısıtma sistemlerinde 70°C'ye ısıtılır, kurutucuya pompalanır ve kurutulur.

#### - Kazeinatlarn bileşimi ve özellikleri

Yıkama aşamasından sonraki asit kazein pıhtısından elde edilen sodyum ve kalsiyum kazeinatlarn bileşimi ve bazı nitelikleri Çizelge 5.5'deki gibidir.

Çizelge 5. 5. Sodyum ve kalsiyum kazeinatlarn bileşimi ve bazı nitelikleri

	Sodyum kazeinat	Kalsiyum kazeinat
Nem, %	3.8	3.8
Protein, %	91.4	91.2
Kül, %	3.6	3.8
Laktöz, %	0.1	0.1
Yağ, %	1.1	1.1
Sodyum, %	1.2 - 1.4	< 0.1
Kalsiyum, %	0.1	1.3 - 1.5
Demir, mg/kg	3 - 20	10 - 40
Bakır, mg/kg	1 - 2	1 - 2
Kurşun, mg/kg	< 1	< 1
pH	6.5 - 6.9	8.8 - 7.0
Çözünürlük, %	100	90 - 98
Su absorpsiyonu, %	271	143

Kaynak: Southward, 1966.

Çizelgeden görüldüğü gibi, sodyum ve kalsiyum kazeinatlarn arasında genel bileşim bakımından önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Yalnızca, sodyum kazeinat kalsiyum kazeinata göre daha yüksek oranda su absorbe etmektedir.

#### 5.2.3. Ko-presipitat üretimi

Asit ya da maya etkisiyle pıhtılaştırılan süten kazeinin ayrılmasından sonra geriye kalan sıvıda serum proteinleri bulunur. 1950'li yıllarda geliştirilen bir işleme tekniği yardımıyla serum proteinlerini kazeinle birlikte süten ayırmak mümkün olmuş ve elde edilen ürün kazein-serum proteini ko-presipitatu olarak adlandırılmıştır. Bu yolla hem yüksek biyolojik değere sahip olan serum proteinleri değerlendirilebilmekte hem de kazein üretimindeki kıyasla daha yüksek oranda süt proteini geri kazanılmaktadır.

Ko-presipitat üretiminde, serum proteinlerini denatüre etmek ve kazeinle kompleks oluşturmalarını indüklemek için yağsız süt 90°C'ye kadar ısıtılır. Daha sonra asit yardımıyla pH değerini 4.6'ya kadar düşürerek veya kalsiyum klorür ve asitin ortak etkisiyle kompleks haldeki süt proteinleri presipite edilir. Ko-presipitat pıhtısı serumdan ayrılır, yıkanır, baskıya alınır ve kurutulur. Optimum işleme koşullarında süt proteinlerinin geri kazanım oranı % 95 - 97 arasında değişir.

Üretimde uygulanan parametrelere bağlı olarak kalsiyum içerikleri farklı üç tip ko-presipitat elde edilir:

- Yüksek oranda kalsiyum içeren ko-presipitat
- Orta düzeyde kalsiyum içeren ko-presipitat
- Düşük oranda kalsiyum içeren (asit) ko-presipitat

Presipitasyon sırasında sütün pH değeri yüksek ise son ürünün kalsiyum içeriği de yüksektir. Diğer taraftan, sütün yüksek sıcaklık derecesinde bekletilme süresi uzadıkça kalsiyum konsantrasyonu azalır. Çizelge 5.6'da ko-presipitat tipine bağlı olarak değişen üretim parametreleri özetlenmiştir.

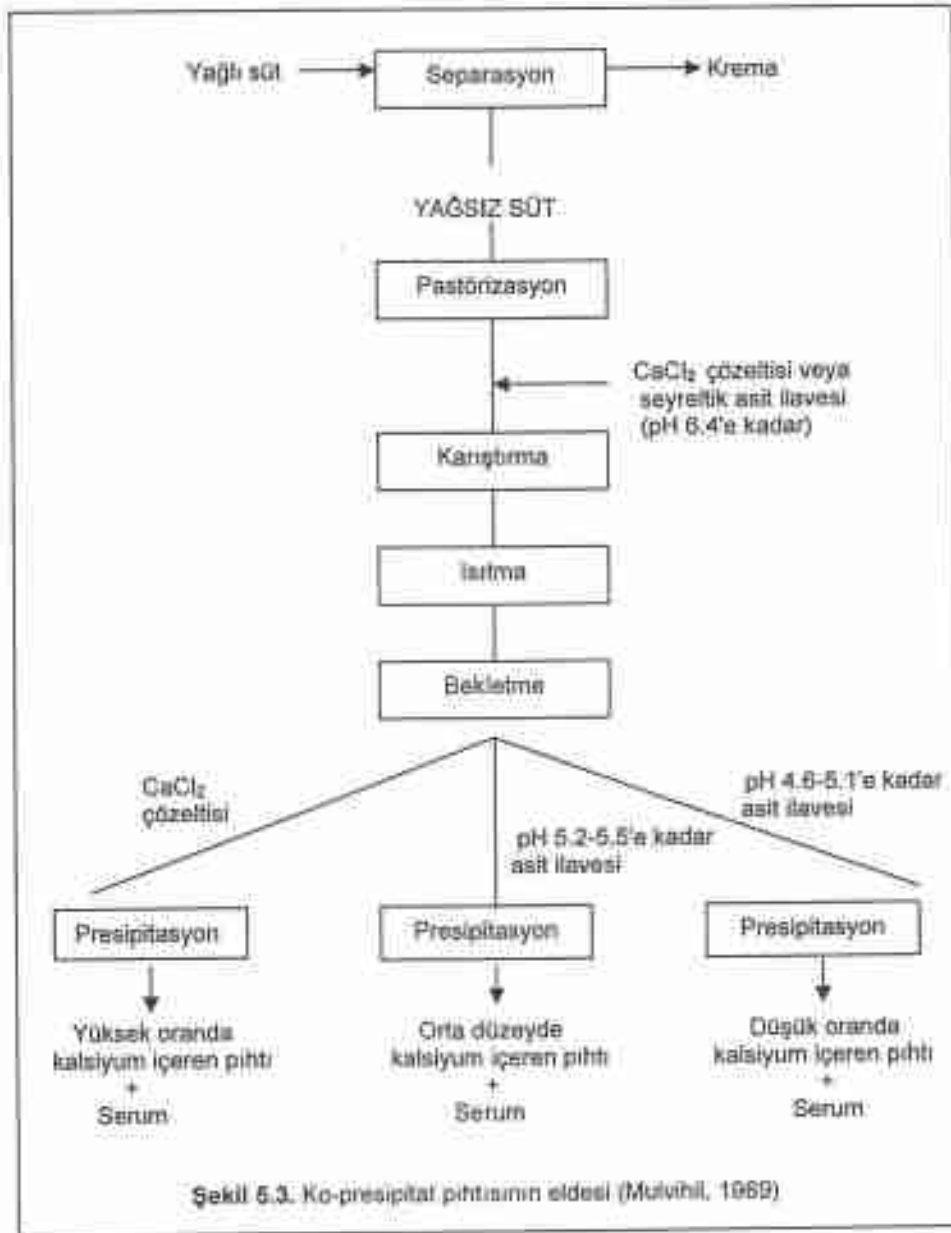
Çizelge 5.6. Ko-presipitat tipine bağlı olarak üretim parametrelerindeki değişimler

Ko-presipitat tipi	Sütü 90°C'de bekletme süresi (dakika)	İlave edilen CaCl <sub>2</sub> miktarı (% süt ağırlığı)	Asit ilavesi	Presipitasyon pH'sı
Yüksek kalsiyumlu	1 - 2	0,2	Yok	5,8 - 5,9
Orta düzeyde kalsiyumlu	10 - 12	0,05	Var	5,3 - 5,6
Düşük kalsiyumlu	15 - 20	0,03	Var	4,6 - 4,8

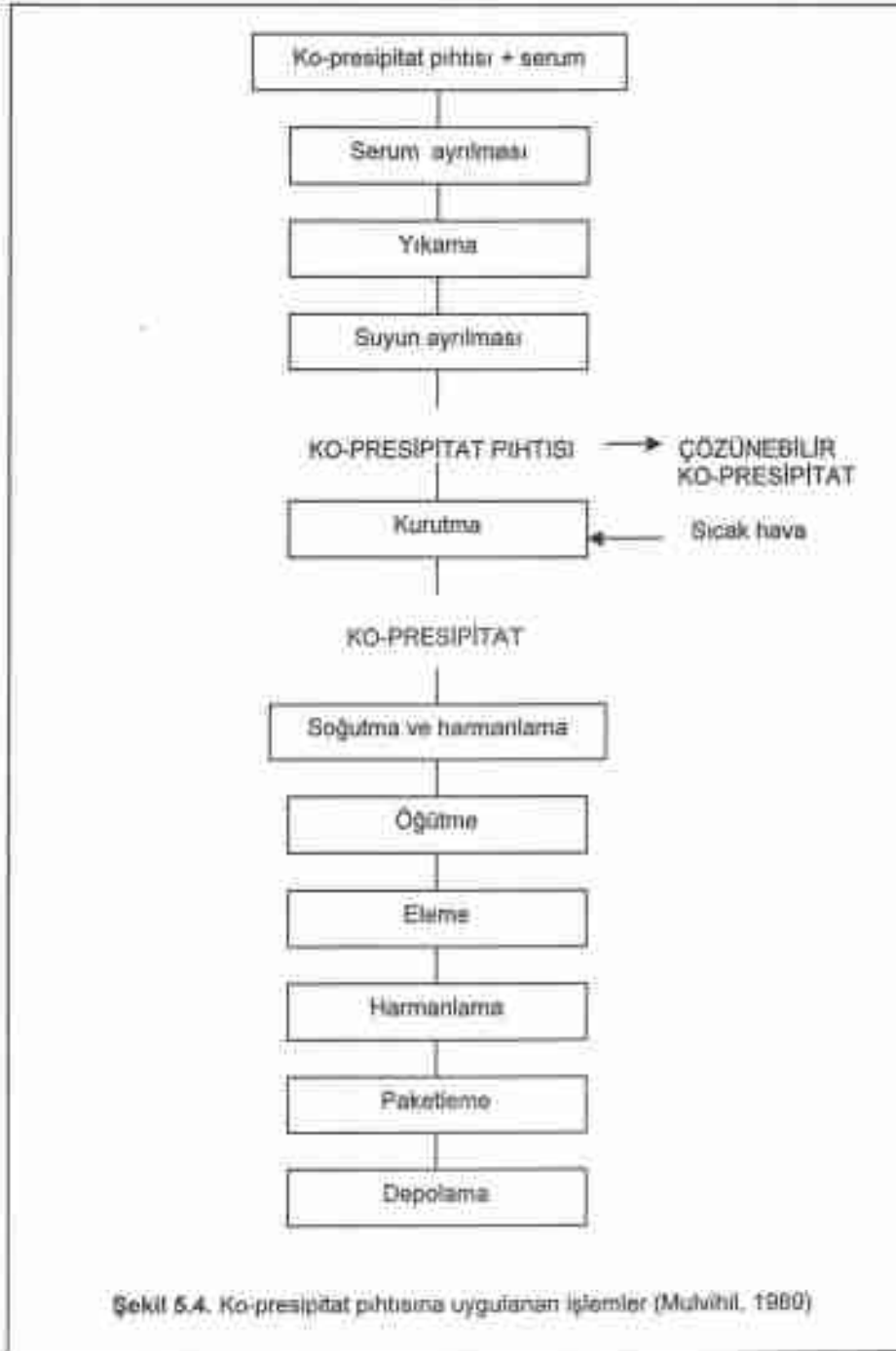
Aşağıda Şekil 5.3'de ko-presipitat pıhtısının eldesinde izlenen aşamalar ve Şekil 5.4'de de ko-presipitat pıhtısına uygulanan işlemler şema halinde verilmiştir.

Şekillerde gösterilen yollarla elde edilen ko-presipitatların çözünürlüğü ve fonksiyonelliği sınırlı düzeydedir. Bunları polifosfatlarla ya da kalsiyum bağlayan maddelerle muamele etmek suretiyle çözünürlükleri arttırmaya çalışılır.

Ko-presipitatlar gıda endüstrisinde bazı bisküvilerde, değişik sütü tatlılarda, düşük laktoz içerikli diyetetik unlu mamullerde, eritme peynirinde, protein içeriği zenginleştirilmiş diyetetik ya da limitasyon ürünlerde ve et ürünlerinde kullanılabilirlerdir.







Şekil 5.4. Ko-presipitat pıhtısına uygulanan işlemler (Molvihil, 1980)

### - Ko-presipitatların bileşimi

Su ile iki kez yıkama işlemi uygulanan pıhtıdan elde edilen granüller (çözünemez formda) ko-presipitatlar ile çözünebilir ko-presipitatların bileşimi ve bazı nitelikleri Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelgeden görüldüğü gibi, granüler ko-presipitatların kalsiyum içeriğindeki azalmayla birlikte kül içeriği sürekli olarak azalmaktadır. Bu durum presipitasyon pH'sındaki düşüşten ileri gelmektedir.

Çizelge 5.7. Ko-presipitatların bileşimi ve bazı nitelikleri

	Granüler ko-presipitat			Çözünebilir ko-presipitat		
	Yüksek oranda kalsiyum içeren	Orta düzeyde kalsiyum içeren	Asit	Yüksek oranda kalsiyum içeren	Orta düzeyde kalsiyum içeren	Asit
Nem, %	9.5	9.5	9.5	(4)*	(4)*	(4)*
Protein, %	81.7	85.6	86.7	81.4	88.1	90.5
Kül, %	7.7	3.7	2.4	13.5	6.7	4.1
Laktoz, %	0.5	0.5	0.5	(0.5)	(0.5)	(0.5)
Yağ, %	0.6	0.7	0.9	0.6	0.7	0.9
Sodyum, %				1.9	-	1.1
Kalsiyum, %				2.9	1.2	0.5
pH	6.5 - 7.2	5.6 - 6.2	5.4 - 5.8	7.1 - 7.2	6.6 - 7.2	6.6 - 7.2
Çözünürlüme, %				92	95 - 98	97 - 98
Su absorpsiyonu, %				276	282	292

Kaynak: Southward ve Aird, 1976; Southward'dan, 1986.

\* Parantez içindeki değerler tahmini değerlerdir.

Çözünbilir ko-presipitatların kalsiyum içeriği kısmen, sodyum tripöfosfatın mevcudiyetine bağlı olarak yüksek düzeydedir. Çözünür asit ko-presipitatın bileşimi sodyum kazeinata benzerlik göstermektedir.

#### 5.2.4. Toplam süt proteini üretimi

Bileşim bakımından ko-presipitatlara benzeyen bir üründür. Çözünürlüğü yüksektir ve pek çok işleve sahiptir.

Üretimi için, yağsız sütün pH değeri 10'a ayarlanır ve kazein misellerini çözüldürmek amacıyla yağsız süt yaklaşık 70°C'ye ısıtılır. Daha sonra serum proteinleri ile kazein arasında kompleks oluşumunu sağlamak üzere pH değeri 3.5'e ayarlanır. Kompleks haldeki proteinleri çöktürmek için ortamın pH değeri 4.6 - 4.7'ye ayarlanır, bundan sonra yıkama ve kurutma işlemleri uygulanır. Bu şekilde elde edilen izolattaki kazein:serum proteini oranı yağsız sütteki gibi 88:14 oranındadır.

### 5.2.5. Laktaübün üretimi

Geleneksel yöntemle laktaübün üretiminde, önce peyniraltı suyunun pH değeri 4.5-5.2'ye ayarlanır, daha sonra serum proteinlerinin denatürasyonunu sağlamak için ısı işlem uygulanır ve proteinlerin %70-80'ni çöktürülür. Elde edilen çökelti çözünmez formdadır ve bu bakımdan kazeine ve ko-presipitatlara benzerlik gösterir. Kazein, kalsiyum kazeinat ve ko-presipitatların kullanıldığı alanlarda kullanılabilir. Besleyici değeri kazeinler ve kazeinatlardan daha yüksektir. Çözünürlüğü az, besleyici değeri yüksek ve su tutma kapasitesi yüksek olduğundan fırınlanan ürünlerde, et ürünlerinde, yoğurt, eritme peyniri ve şekerlemelerde kullanılmaktadır.

Sürekli yöntemle laktaübün üretiminde, peyniraltı suyunun pH değeri 6'ya ayarlanır. Serum proteinlerinin denatürasyonu ve presipitasyonunu sağlamak amacıyla buhar enjekte edilerek peyniraltı suyu 120°C'ye ısıtılır. Elde edilen laktaübün % 20 - 25 oranında küllü içerir. Bu değer geleneksel laktaübündeki küllü içeriğinden daha yüksektir. Protein presipitasyonuna yardımcı olmak ve küllü içeriğini % 2 - 5'e düşürmek için geliştirilen modifiye bir yöntemde ise, ısıtılmış haldeki peyniraltı suyunun pH değeri 4.6'ya ayarlanır. Elde edilen laktaübün çözünmez durumda olduğu için makarna ve benzeri unlu gıdalarda kullanılmaktadır.

Sürekli yöntemle laktaübün üretiminde uygulanan bir başka yol da Centri-whey yöntemidir.

pH 5'in üzerinde yüksek oranda çözünürlüğe sahip laktaübün üretimi için, peyniraltı suyunun pH değeri 2.4 - 3.5'e ayarlanır. Daha sonra peyniraltı suyu 90°C'ye ısıtılır, soğutulur ve denatüre serum proteinlerini çöktürmek için pH değeri 4.5'e ayarlanır. Bu yolla kurumaddede % 40 kadar protein içeren bir ürün elde edilir.

### 5.2.6. Serum proteinlerinin izolasyonu

Serum proteinlerinin izolasyonunda kullanılan en eski tekniklerden birisi ısıyla denatürasyon ve asit etkisiyle presipitasyondur. Bu geleneksel teknikle elde edilen ürün yukarıda da anlatıldığı gibi laktaübün adıyla bilinmektedir. Laktaübün yüksek besleyici değere sahip olmakla birlikte denatüre formda elde edildiği için suda çözünmemekte ve doğal serum proteinlerinin diğer işlevsel özelliklerinden yoksun bulunmaktadır. Bu nedenle doğal haldeki serum proteinlerinin niteliklerine yakın nitelikte ve konsantrasyonunda serum proteinleri elde için ultrafiltrasyon, jel filtrasyonu ve metafosfat ya da karboksimefil selüloz kompleksinin presipitasyonu gibi tekniklerden yararlanılmaktadır. Bu teknikler genellikle elektrodializ veya laktoz kristalizasyonu ile birarada yürütülmektedir. Anılan yöntemlerle serum proteinleri en az düzeyde denatürasyona uğradıkları için elde edilen konsantratların çözünürlüğü ve işlevsel özelliği yüksek düzeydedir.

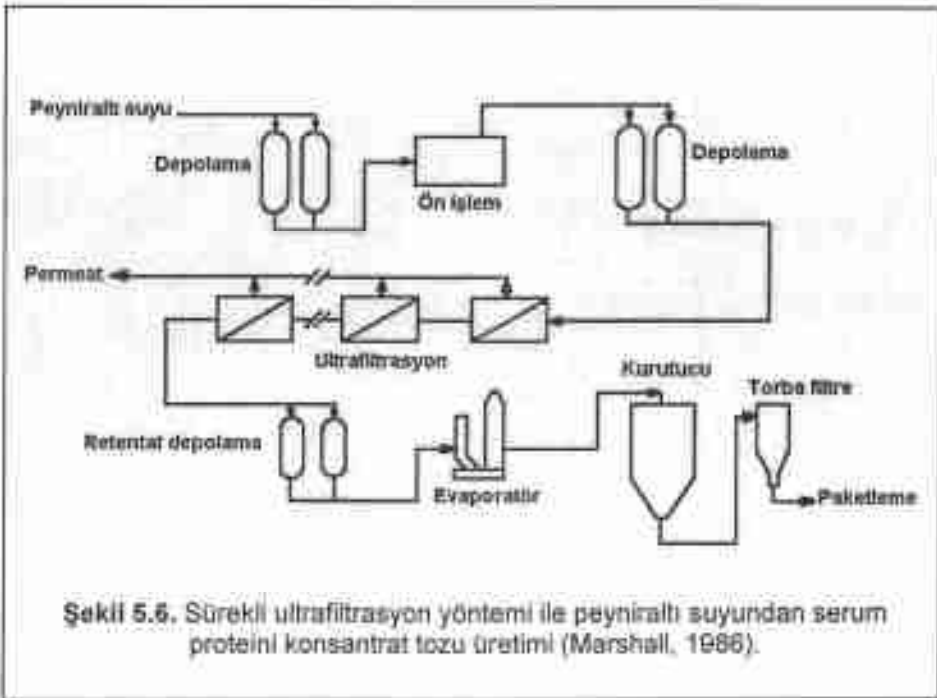
Çizelge 5.8'de ticari olarak üretimi gerçekleştirilen bazı ticari serum proteini konsantratları ve bileşimleri verilmiştir.

Çizelge 5.8. Bazı ticari serum proteini konsantrat tozları ve bileşimleri

Ürün	Protein, %	Laktoz, %	Yağ, %	Kül, %	Nem, %	Kaynak
Lacprodan-80	76.1	3.2	8.0	2.5	4.9	Tolboe, 1982
Lacprodan-80	77.6	3.5	7.7	2.6	5.1	Tolboe, 1982
Lacprodan-80	76.9	5.2	7.8	2.7	5.5	Tolboe, 1982
Lacprodan-35	40.0	43.4	4.1	5.0	4.2	Tolboe, 1982
Lacprodan-35	36.0	50.0	2.8	6.1	3.3	Early, 1990
Lactalbumen 80	80.0	4.7	6.0	2.8	5.0	Early, 1990
Lactalbumen 75	75.0	9.5	5.0	3.0	5.0	Early, 1990
Lactogel "V"	75.0	6.0	4.5	5.7	5.0	Early, 1990
Lactalbumen 70	70.0	15.0	5.2	3.3	5.0	Early, 1990
Lactalbumen 65	65.0	19.7	5.0	3.8	5.0	Early, 1990
Lactalbumen 60	60.0	24.5	4.8	4.2	5.0	Early, 1990
Lactalbumen 50	50.0	32.7	5.0	5.4	5.0	Early, 1990
Lactalbumen 35	35.0	47.0	4.0	7.0	5.0	Early, 1990

#### 5.2.6.1. Ultrafiltrasyon yoluyla serum proteini konsantratu üretimi

Ultrafiltrasyon tekniği ile protein içeriği % 35 - 85 arasında değişen, toz halinde serum proteini konsantratu elde edilebilir. Bu amaçla kesikli işleme yöntemi uygulanabilir (Şekil 5.5.) Fakat, mikrobiyel gelişme riskini en aza indirebilmek için kesikli işleme 10°C'nin altında ya da 48°C'nin üzerinde yürütülmelidir. Günümüzde, ticari ultrafiltrasyon işletmelerinin çoğu çok kademeli (15'e kadar) sürekli sirkülasyon sistemleri halinde genellikle 50°C civarında çalışmaktadır. Sürekli işleme yöntemi ile peyniraltı suyundan serum proteini konsantrat tozu üretimi akış diyagramı Şekil 5.6'da gösterilmiştir. Ultrafiltrasyon için, peyniraltı suyu özellikle de mayas peyniraltı suyu önce separasyona tabi tutulur, daha sonra ön işlemlerden geçirilip depolanır. Ultrafiltrasyona başlamadan önce peyniraltı suyunun bir depolama tankında toplanır. Bunun nedeni, işlem sırasında sıvının sisteme belirli bir akış hızında girmesini sağlamaktır. Sıvının uygun bir hızda akışını sağlamak ve böylece membran kirliliğini en aza indirmek amacıyla her kademede bir sıkıştırma (booster) ya da devridaim pompası kullanılır. İlk kademede protein yönünden kısmen konsantrata hale gelen retentatın bir kısmı ikinci kademeye geçer, kalan kısım devridaim pompasına geri döner ve sisteme giren sıvı ile karışır. Son kademedeki retentatın protein/toplam kurumadde oranı, ayrılan permeat miktarına göre kontrol edilir. Permeat miktarı arttıkça protein/toplam kurumadde oranı da yükselir. Fakat son kademelere doğru retentat daha viskoz hale geldiği için akış hızı önemli derecede azalır ve bu nedenle en fazla 0.65:1 dolayında bir orana erişilir. Bundan daha yüksek bir oran elde edebilmek için son kademelerdeki retentata permeat akışından daha düşük oranda su ilave edilir. Böylece retentat seyreltik hale gelir ve viskozitesi azalır, ayrıca laktozla mineraller ortamdaki ayrılır. Bu seyreltme işlemine diafiltrasyon adı verilir. Ticari işletmelerin çoğunda son kademeden geçen retentat nisbeten seyreltikdir, bu nedenle önce yaklaşık 40°C'de % 15 - 20 protein oranına kadar koyulaştırılır, daha sonra püskürtme yöntemiyle kurutulur.



### 5.2.6.2. Fosfat presipitasyonu yoluyla konsantrat üretimi

Ticari koşullarda yaygın olarak kullanılan bir yöntem değildir. Konsantrat eldesi için, pH değeri 3.5'e ayarlanan 55°C sıcaklığındaki peyniraltı suyu polifosfat çözeltisi (örneğin potasyum polimetafosfat ve sodyum hegzametafosfat) ile karıştırılır. Elde edilen presipitat sentrifüj işlemiyle ayrılır ve yıkanır. pH ayarlaması ve kalsiyum ilavesiyle serum proteini-fosfat kompleksinden fosfatın ayrılması sağlanır. Süspense ya da çözelti halindeki presipitat 70°C'nin altındaki sıcaklıklarda püskürtme yöntemiyle kurutulur.

Elde edilen ürün % 30 - 85 arasında değişen oranda protein bulundurur. İzoelektrik pH dolayında çözünemez durumdadır. Fosfatın ortamdaki uzaklaştırılması pahalı bir işlem olduğu için mineral madde içeriği nisbeten yüksektir. Bu da çoğu gıda sistemindeki işlevsel özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir.

### 5.2.6.3. İyon adsorbsiyonu yoluyla serum proteini konsantratu üretimi

Serum proteinleri amfoter moleküllerdir ve bu yüzden yüklü iyonlar gibi hareket ederler. İzoelektrik noktadan daha düşük pH değerinde pozitif yüklü oldukları için katyonlar gibi davranarak katyon değiştirici yüzeylere tutunurlar. İzoelektrik noktadan daha yüksek pH değerinde ise, anyonlar gibi davranarak anyon değiştirici yüzeylere tutunurlar. Bu adsorbsiyon olayının gerçekleşmesinde uygun gözenek ve yüzey özelliklerine sahip ortamlardan yararlanır. Ortamların hazırlanmasında rejenere selüloz, alumina, silis veya titanyum kullanılır.

"Vistac" yönteminde rejenere selüloz kullanılır ve adsorbsiyon ve desorbsiyon işlemleri karıştırıcı ve filtre düzenekleri bulunan tanklarda gerçekleştirilir. Serum proteinlerinin adsorbsiyonu pH 3.2'de, desorbsiyonu ise pH 9'da yapılır. Seyreltik protein çözeltisi (% 1'lik) ultrafiltrasyon yoluyla koyulaştırılır, böylece aynı zamanda mineral madde içeriğinde azalma sağlanır, daha sonra evaporasyona tabi tutulur. Son olarak püskürtme yöntemiyle kurutulur.

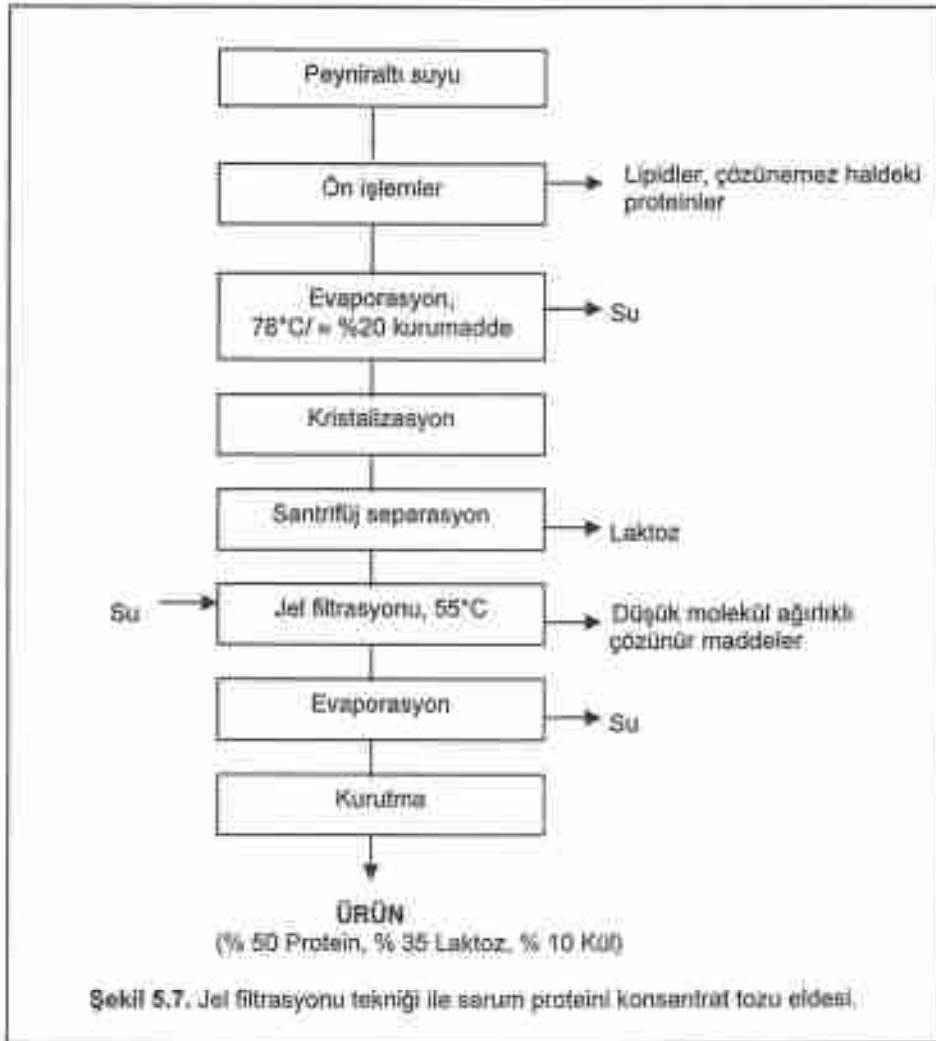
"Spherosil" işleminde, anyon ve katyon değiştirici kolonlarda silis-esaslı reçineler kullanılır. Peyniraltı suyu kolondan geçirilir ve proteinlerin adsorbsiyonu sağlanır. Reçineler doygun hale geldiğinde, yıkanır ve proteinler ayrılır. Asit peyniraltı suyundaki proteinlerin tümü pH 4.4'de katyon halindedir ve bunlar kuvvetli asit karakterli katyonik reçineler tarafından tutulur. Adsorbe olan proteinler 0.1 M amonyum hidroksitle yıkanır. Maya peyniraltı suyunda ise, proteinlerin çoğu anyon halinde olduğundan kuvvetli anyonik reçineler tarafından tutulur ve 0.1 M hidroklorik asit ile yıkanılır. Protein konsantrasyonu % 2 - 5 arasında değişen bu çözeltiler ultrafiltrasyon ve evaporasyon yoluyla koyulaştırılır, daha sonra püskürtme yöntemiyle kurutulur.

İyon adsorbsiyonu tekniği ile elde edilen toz haldeki serum proteini konsantratlarının protein içeriği yüksek (>% 90), laktoz ve lipid içerikleri ise düşüktür. Bunların işlevsel niteliklerinin yüksek düzeyde olduğu bildirilmektedir.

#### 5.2.6.4. Jel filtrasyonu yoluyla serum proteini konsantrasyonu üretimi

Jel filtrasyonu, maddelerin moleköl büyüklüklerine göre ayrılmasını sağlayan kromatografik bir işlemdir. Bu işlemde laktöz ve tuzlar jel içersine difüze olurken protein gibi büyük molekölü maddeler jelden geçer ve hızlı bir ayrımına gerçekleşir. Ticari olarak jel filtrasyonu kolon veya santrifüj işlemi yoluyla yürütülebilir.

Jel filtrasyonu tekniğı uygulanarak serum proteini konsantrasyonu üretimi akış diyagramı Şekil 5.7'de şematize edilmiştir.



Bu teknikde % 30 - 80 arasında değişen oranda protein içeren konsantrasyon elde edilebilir. Jel filtrasyonunun maliyeti yüksek olduğu için yaygın bir uygulama değildir.

### 5.3. Süt Proteinlerinin İşlevsel (Fonksiyonel) Özellikleri

#### 5.3.1. Çözünürlüme

Bir proteinin (fonksiyonel özellik olarak) çözünürlüğü, belirli bir işlem uygulaması sonucu protein ürünüde çözünür halde kalan azotun oranı olarak tanımlanabilir. Bu özellik proteinlerin bir sıvı içerisinde homojen bir dağılım gösterebilmesi bakımından önem taşır. Ayrıca, çözünürlüme ile viskozite, jelleşme, köpük oluşturma ve emülsifiye etme gibi diğer işlevsel özellikler arasında bir ilişki mevcuttur.

Süt proteinlerinin çözünürlüğü pH değerine (Çizelge 5.9) ve iyonik güce bağlı bir değişim gösterir.

Çizelge 5.9. Süt proteini ürünlerinde pH değeri ile çözünürlüme arasındaki ilişki

Ürün	pH değeri	Çözünürlüme durumu
Asit kazein	3.5 - 5.5 < 3.5	Çözünmez Çözünür
Na-, K-, NH <sub>3</sub> - kazeinatlara	> 5.5	Tamamen çözünür
Rennet kazein	= 7 > 9	Çözünmez Çözünür
Ko-presipitatın sodyumlu formu	6 - 7	Çözünürlüğü zayıf
Doğal formundaki serum proteinleri	Tüm pH değerleri	Çözünür
Denatüre serum proteinleri	4 - 6.5	Çözünürlüğü zayıf

Çizelge 5.9'da gösterildiği gibi, asit kazein izoelektrik noktasına yakın pH değerlerinde çözünmez durumdadır, 5.5'in üzerindeki pH değerlerinde ise katyonik tuzlara (Na, K, NH<sub>3</sub>) dönüştürülerek tamamiyle çözünür bir hale getirilebilir. Asit kazein pH 3.5'in altındaki değerlerde çözünür, fakat elde edilen çözelti nötral pH değerindeki çözeltiden daha viskozdur ve jel-benzeri sistemler oluşturur.

Rennet kazein yüksek oranda kalsiyum içerdiği için suda çözünmez. Su ile karıştırıldığında pH değeri 7 civarında olan bir dispersiyon oluşturur. Bu dispersiyonun pH değerini 9'un üzerine çıkarmak ya da ortama polifosfatlar ve/veya sitratlar gibi kalsiyum bağlayan maddeler ilave etmek suretiyle rennet kazein çözünür forma dönüştürülebilir.

Geleneksel yolla elde edilen ko-presipitatların sodyum içeren formu pH 6 - 7 arasında zayıf bir çözünürlük gösterir. Alkali pH değerlerinde ısıtılan süttten elde edilen ko-presipitatların sodyum içeren formları kazeinatlara benzer çözünürlüğe sahiptir.



Kalsiyum kazeinatlar ve orta ve yüksek düzeyde kalsiyum içeren ko-presipitatlar su ile karıştırıldıklarında çözümlenen zıyade koloidal dispersiyonlar oluştururlar.

Serum proteinleri doğal durumlarında (denatürasyona uğramamış) iken tüm pH değerlerinde çözünürler. Yüksek tuz konsantrasyonlarında ve ayrıca pH 4 - 6.5 arasında, 70°C'den yüksek sıcaklık derecelerinde ısıtıldıklarında çözünürlükleri azalır. Isıl işlemin bu pH aralığının dışındaki değerlerde uygulanması ise çözünürlük üzerinde daha az olumsuz etkiye sahiptir. Genel olarak ultrafiltrasyon ve jel filtrasyonu yoluyla elde edilen konsantratların çözünürlüğü fazladır. Metafosfat ve karboksimetil selüloz kompleksinin presipitasyonu yoluyla elde edilen konsantratların çözünürlüğü pH 2'de düşük düzeydedir. pH değeri 8'e çıkarıldığında çözünürlükleri artış gösterir.

### 5.3.2. Isı stabilitesi

Sodyum, potasyum ve amonyum kazeinatların ısı stabilitesi yüksektir, örneğin sodyum kazeinatın % 3'lük çözeltisi (ağırlık/hacim) pH 7'de 140°C'de pıhtı oluşturmadan 60 dakika süreyle ısıtılabilir. Bu nedenle sodyum kazeinat ısı stabilitesinin gerekli olduğu ürünlerde kullanılabilir, buna karşın ısıyla jelleşmenin istendiği gıda sistemleri için uygun bir katkı maddesi değildir. Kalsiyum kazeinatın ısı stabilitesi daha zayıftır, % 1'lik çözeltisi 50 - 60°C'de jelleşir, fakat % 4'den daha yüksek konsantrasyondaki çözeltileri pH 7'nin üzerinde, 120°C'de 15 dakika süreyle ısıtma sırasında stabilitesini korur.

### 5.3.3. Jelleşme

Jelleşme, polimerlerin hem kendi aralarında ve hem de çözücülerle dengeli interaksiyonlara girmeleri ve üç boyutlu bir ağ yapısı oluşturmaları ile sonuçlanan protein agregasyon olayıdır. Bu yapı elastik ağ yapısı, yüksek oranda su tutma ya da suyu hareketsiz hale getirme yeteneğinin yanısıra, diğer gıda bileşenlerini de bağlama özelliğine sahiptir.

Kazein ve kazeinatların jelleşmesi üzerinde etkili faktörler protein konsantrasyonu, sıcaklık derecesi ve pH değeridir.

Protein konsantrasyonu % 5'in üzerinde olan bir kazein çözeltisi 40°C'nin altında jel benzeri bir yapı oluşturur.

Protein konsantrasyonu % 15'in üzerinde olan kalsiyum kazeinatlar 50 - 60°C'de ısıtma sırasında jelleşir. Protein konsantrasyonunun % 20'ye doğru artışı ile birlikte ve pH 5.2 - 6 arasında jelleşme sıcaklığı da yükselir. Kalsiyum kazeinat geri dönüşümlü termal jelleşme özelliği gösteren tek süt proteini sistemidir. Bu nedenle, oluşturduğu jel soğutma sırasında yavaş bir biçimde sıvı çözünür hal alır, fakat ısıtıldığında yeniden jelleşir.

Serum proteini konsantratları ısıtmanın etkisiyle üç boyutlu ağ yapısında jel oluşturabilirler. Bu ağ yapısı içerisinde serbest suyun büyük kısmı fiziksel olarak bağlı halde tutulur. Oluşan jelin nitelikleri ve dayanımı aşağıdaki faktörlere bağlı değişim gösterir:

- **pH değeri.** Düşük pH değerlerinde yumuşak ve opak renkte jeller oluşur. Yüksek pH değerlerinde oluşan jeller ise daha elastik, daha dayanıklı ve şeffaftır.
- **Protein konsantrasyonu.** Protein konsantrasyonu yüksek olan konsantratlardan daha dayanıklı jeller elde edilir.
- **Kalsiyum konsantrasyonu.** Düşük kalsiyum konsantrasyonlarında oluşan jeller dayanıksızdır. Kalsiyum konsantrasyonu 11 millimole yaklaştıkça jelin dayanımı artar, bunun üzerindeki konsantrasyonlarda ise yine zayıflar.
- **Sülfidril içeriği.**

#### 5.3.4. Su bağlama (hidrasyon) veya su tutma

Süt proteini ürünleri, fonksiyonel gıdaların çoğunda, hidratize olabilmeye dolayısıyla su bağlama özelliklerine bağlı olarak değişen bir kullanım olanağına sahiptir.

Su bağlama ya da hidrasyon, 1 gram kuru proteinin bağladığı suyun gram olarak miktarıdır. Bu özellik şişme yeteneği olarak da bilinir. Genel olarak tamamen çözünür durumda bulunan proteinler, çözünürlüğü daha az olanlara göre daha az su bağlama kapasitesine sahiptir.

Kazein ve kazeinatların hidrasyon değeri 0.7 - 3.8 g H<sub>2</sub>O/g'dır. Asit kazeinin hidrasyonu ile sıcaklık derecesi arasında fazla bir bağlantı yoktur, fakat sodyum kazeinatın hidrasyonu sıcaklık derecesindeki artışla birlikte azalır.

Doğal (denatüre olmamış) serum proteinleri, genel olarak, çözünabilir nitelikte oldukları için fazla su bağlamazlar. Bunların su bağlama kapasiteleri soya proteini ve sodyum kazeinat çözeltilerinden daha düşük düzeydedir. Serum proteini içeren çözeltiler, eğer, protein konsantrasyonu yeterli ve ortam koşulları (pH, iyonlar vb.) da uygun ise, ısıtıldıklarında su tutma kapasitesi yüksek jeller oluştururlar. Maya peyniraltı suyundan elde edilen serum proteini konsantratlarının su bağlama kapasitesi asit peyniraltı suyundan elde edilenlere göre daha düşük düzeydedir. Jel filtrasyonu veya ısıtma yoluyla elde edilen konsantratların su bağlama kapasiteleri yüksektir.

#### 5.3.5. Viskozite

Viskozite, bir protein ürününün işlenmesi sırasında pompa, boru, atomizer gibi ekipmanlardan kolaylıkla geçirilebilmesi bakımından önemlidir.

Kazeinatların % 15'den yüksek protein konsantrasyonuna sahip çözeltileri oldukça viskoz bir nitelik sergiler. Bu nedenle kazeinat çözeltileri en fazla % 18 - 20 kurumadde oranına kadar koyulaştırılıp kurutulabilir.

Kazein ve kazeinat çözeltilerinin viskozitesi üzerinde etkili faktörler şunlardır:

- **pH değeri.** Sodyum kazeinatın viskozitesi düşük pH değerlerinde (2.5 - 3.5) yüksek, nötral pH değerinde (= 7) ise en düşüktür.
- **Kalsiyum konsantrasyonu.** % 1 oranında kalsiyum içeren bir kazeinat çözeltisinin viskozitesi sıcaklığın 30°C'den 38°C'ye doğru artışı sırasında önce birden azalır, daha sonra 57°C'ye kadar sabit halde kalır ve bu derecenin üzerinde pH 5.4'de jelleşir. Daha yüksek pH değerlerinde ise jelleşme olmaz. Düşük düzeydeki kalsiyum, pH 7'nin üzerinde sodyum kazeinatın viskozitesini artırır, bu değer in altında ise azalmasına yol açar.
- **Üretim koşulları.**
  - a) Kazein yapımında kullanılan sütün ya da kurutma sırasında kazein pıhtısının şiddetli ısı işlem uygulamasına maruz kalması viskoziteyi artırır.
  - b) Presipitasyon işleminin normal pH değerinden düşük (örneğin 3.8 civarında) ve daha yüksek (örneğin 5.05 civarında) pH değerlerinde yapılması kazeinatların viskozitesini artırır.
  - c) Silindir yöntemiyle kurutulan kazeinatlarda viskozite püskürtme yöntemiyle kurutulanlardakine göre daha yüksektir.
  - d) Geleneksel yolla üretilen çözünür haldeki ko-presipitatların viskozitesi sodyum kazeinattan daha fazladır ve artan kalsiyum konsantrasyonu ile birlikte daha da fazlalır.
  - e) Toplam süt proteini çözeltileri sodyum kazeinatla geleneksel ko-presipitat arasında yer alan bir viskozite değerine sahiptir.
- **Proteolitik parçalanma.** Plazmin enziminin etkisiyle sınırlı düzeyde proteoliz kazeinat çözeltilerinin viskozitesini azaltır. Bu nedenle, geç laktasyon dönemindeki sütlerden elde edilen kazeinatların viskozitesi düşüktür. Kazeinat çözeltilerinin viskozitesi sülfidrilleri bloke edebilen ve/veya disülfidleri indirgeyen maddelerle muamele etmek suretiyle de azaltılabilir.

Serum proteinleri kazein misellerinden daha küçük moleküllü oldukları için bunlardan elde edilen konsantratlar kazeinat çözeltilerinden daha düşük viskoziteye sahiptir. Bu yüzden % 25 kurumaddeli bir serum proteini çözeltisi pompalardan herhangi bir güçlük yaratmadan geçirilebilir. Düşük pH değerlerinde ısı işlem uygulaması yoluyla elde edilen konsantratların viskozitesi membran ayırma teknikleri ile elde edilen konsantratlarından daha fazladır.

### 5.3.6. Emülsifiye etme

Proteinler hidrofob ve hidrofil karakterli amino asitlere sahip oldukları için su ve yağdan ibaret sistemlerin stabilizasyonunda rol oynayabilirler. Hidrofob gruplar su ile yağ arasındaki yüzeye yönelerek yağı bağlarken, hidrofilik gruplar da su ile birleşir ve böylece faz ayrılmasını önlerler.

Bir proteinin emülsifikasyon özellikleri aşağıdaki kavramları içine alır:

- **Emülsiyon aktivitesi:** Belirli bir sistemde birim ağırlıktaki proteinin stabilize ettiği emülsiyonun maksimum ara yüzey alanıdır.
- **Emülsiyon oluşturma kapasitesi:** Standart miktardaki bir proteinin belirli koşullar altında bağlayabileceği maksimum yağ miktardır.
- **Emülsiyon stabilitesi:** Bir proteinin belirli bir sıcaklık ve yerçekimsel alanda belirli bir süre değişmeden kalabilen emülsiyon oluşturma yeteneğidir.

Genel olarak, kazeinlerin çok iyi bir emülsifiyer madde olduğu kabul edilmektedir. Bunun nedeni, kazeinin polipeptit zincirinde hidrofil ve hidrofob amino asitlerin aynı bölgelerde yoğunlaşmış olmasıdır.

Sodyum kazeinat serum proteini, jelatin veya soya proteinine kıyasla daha etkili bir yüzey aktif madde özelliğine sahiptir. Ara yüzeylere hızlı bir şekilde difüze olur ve yüzey tarafından hızla tutulur. Bu durum olasılıkla serbest haldeki hidrofob parçaların direkt ve ani olarak bağlanmasından ileri gelmektedir.

Sodyum kazeinat defosforilasyona uğratılmak ya da plazmin enzimiyle muamele edilmek suretiyle daha da etkili yüzey aktif madde haline getirilebilir.

Serum proteinleri genellikle aktif bir emülsifiyer madde niteliğine sahip değildir. Bu durum, serum proteinlerinin sıkı globüler yapıya sahip olması ve hidrofil ve hidrofob amino asitlerin primer yapıda nisbeten düzenli bir dağılım göstermesinden ileri gelir. Serum proteinlerinin emülsifikasyon özellikleri üzerinde etkili faktörler şunlardır:

- **Protein konsantrasyonu.** Düşük konsantrasyonlarda daha iyi bir emülsiyon kapasitesi sağlanmaktadır.
- **pH değeri.** pH 3,7 ve pH 9'da emülsiyon stabilitesi fazladır. pH 4,5 - 5 arasında elektrostatik interaksiyonlar nedeniyle proteinler agregasyona uğradığından faz ayrılması görülür.
- **Sıcaklık derecesi.** Serum proteini konsantratından hazırlanan dispersiyonların 70°C ve üzerindeki sıcaklıklarda ısıtılması emülsiyon oluşturma yeteneğini azaltır.
- **Tuzların varlığı.** Tuzlar, serum proteinlerinin emülsiyon stabilitesi üzerinde fazla etkili değildir.
- **Diğer emülsifiyerlerin varlığı.** Ortamda diğer emülsifiyer maddelerin bulunması emülsiyon stabilitesini olumsuz yönde etkileyebilir.

Elektrodializ, ultrafiltrasyon ve jel filtrasyonu yoluyla elde edilen serum proteini konsantratlarının yağ bağlama kapasitesi, 1 gram protein için 2,9 g yağdır. Metafosfat ve karboksimetil presipitasyonu yoluyla elde edilen konsantratlarda emülsifikasyon özelliği önemli ölçüde azalır.

### 5.3.7. Köpük oluşturma

Köpürme, bir sıvı içerisinde (hava verildiğinde) gaz kabarcıklarının oluşturulması ve stabilizasyonlarının sağlanması olarak tanımlanabilir. Bir proteinin köpük oluşturma özelliği şu kavramları içine alır:

- **Köpük kapasitesi (hacim artışı yüzdesi):** Çırpılma sonucu elde edilen maksimum hacim artışı yüzdesidir.
- **Köpük stabilitesi:** Köpüğün maksimum hacmini koruyabildiği süredir.

Kazeinatlarda yumurta akı ya da serum proteinlerine kıyasla genellikle daha yüksek oranda köpük hacmi sağlarlar, fakat oluşan köpüğün stabilitesi zayıftır. Köpük oluşumunun istendiği gıda sistemlerinde yaygın olarak serum proteini ürünlerinden yararlanılır.

Süt proteinlerinin köpük oluşturma özellikleri üzerinde etkili faktörler şunlardır:

- **Protein konsantrasyonu.** Protein konsantrasyonu % 5 olan sodyum kazeinat, 10 dakika süreyle çırpıldığında optimum düzeyde köpük oluşturur. Kalsiyum kazeinat ise bu bakımdan farklı bir durum gösterir ve protein konsantrasyonunu % 2.5'den % 10'a doğru çıktıkça köpük kapasitesi azalır. Serum proteini ürünleri en yüksek düzeyde köpük kapasitesini % 11 - 12 arasındaki protein konsantrasyonunda sağlarlar. Bu konsantrasyon yumurta akının protein içeriğine yakın bir değerdir. Bunun üzerindeki konsantrasyonlarda köpük kapasitesi azalır.

Aynı protein konsantrasyonuna sahip (% 10) süt proteini ürünleri köpük stabilitesi bakımından şu sırayı izler:

Sodyum kazeinat > Kalsiyum kazeinat > Serum proteini konsantratu.

- **Proteinlerin durumu.** Genel olarak çözünür durumda olan proteinler en yüksek düzeyde köpük hacmi sağlar. Kısmen denatürasyona uğrayan (55 - 60°C'de 30 dakika ısıtma) serum proteinlerinde köpük stabilitesi artış gösterir, fakat denatürasyon oranı arttıkça köpük oluşumuna ilişkin özellikler olumsuz yönde etkilenir.
- **pH değeri.** Kazeinlerin köpük kapasitesi pH değerine fazla bir bağlılık göstermemekle birlikte şu sırayı izler:

Asit kazein, pH 2 > Sodyum kazeinat, pH 7 > Asit kazein, pH 3.

Köpük stabilitesinde ise bunun tersi bir sıra izlenir.

Serum proteinleri en yüksek köpük kapasitesi ve köpük stabilitesini pH 4 - 5 arasında oluşturur.

- **Ortamın iyonik gücü.** Ortama 20 milimole varan düzeyde sodyum klorür ya da 10 milimole ulaşan miktarda kalsiyum klorür ilavesi asit kazeinin (pH 2) köpük kapasitesini azaltır, fakat köpük stabilitesini artırır.

Serum proteini konsantrasyonlarının köpük oluşturma özellikleri üzerine iyonların ( $Ca^{+2}$ ,  $Na^+$ ) etkisi konusunda değişik görüşler mevcuttur. Bunun nedeni, iyonların su yapısı ve protein konformasyonu üzerindeki etkilerine bağlı olarak değişen bir etkiye sahip olmalarıdır.

#### **5.4. Süt Proteinlerinin Kullanım Alanı**

##### **5.4.1. Kazein, kazeinat ve ko-presipitatların kullanımı**

###### **5.4.1.1. Süt ürünlerinde kullanımı**

Kazein türevleri, süt endüstrisinde esas olarak imitasyon ya da ikame ürünlerin yapımında hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, taze süttten peynir, yoğurt gibi ürünlerin yapımında kazeinlerden, randımanı artırmak veya yapı ve tekstürü iyileştirmek amacıyla, katkı maddesi olarak yararlanılmaktadır.

Kazein ve türevlerinin gerçek ve imitasyon süt ürünlerindeki işlevleri aşağıdaki gibidir:

Yoğurt ve benzeri fermente ürünler	Yağı emülsifiye etmek Serum ayrılmasını azaltmak Pihtı sıkılığına artırmak Protein yönünden zenginleştirmek Daha iyi bir tat gelişimi sağlamak Ürünün tat ömrünü uzatmak
Peynir	Randımanı artırmak Ürünün besleyici değerini artırmak
İmitasyon peynirler (Mozzarella, eritme, sürülebilir eritme peynirleri)	Yağ ve su bağlamak Tekstürel özellikleri oluşturmak Erime özelliğini artırmak Erime anında uzayabilme niteliğini artırmak Malıyeti azaltmak
İkame dondurma (mellorine)	Mikasin dövülebilme özelliğini artırmak Hacim artışı sağlamak Yapıyı stabilize etmek Pürüzsüz bir yapı ve tekstür elde etmek
Dondurulmuş tatlılar (mus, puding)	Yağı emülsifiye etmek Havayı tutmak Köpüğü stabilize etmek
İmitasyon krem şanti (topping)	Yağı emülsifiye etmek Havayı tutmak İyi bir yapı oluşturmak Aroma sağlamak
İmitasyon kahve kreması (kahve beyazlatıcısı)	Yağı emülsifiye etmek ve bağlamak Rengi beyazlatmak Yapıyı iyileştirmek Daha iyi bir tat gelişimi sağlamak Sıcak haldeki kahveye katıldığında pıhtılaşmaya karşı direnci artırmak
İmitasyon süt içecekleri	Ürünün besleyici değerini artırmak Emülsiyon oluşturmak Yapıyı stabilize etmek

Aşağıda Çizelge 5.10'da değişik süt ürünlerinin yapımında kullanılan kazein türevleri ile kullanım oranlarına yer verilmiştir.

Çizelge 5.10. Değişik süt ürünlerinde kazein türevlerinin kullanımı

Ürün	Kazein türevi	Orandaki %	Kaynak
Meyveli yoğurt	Sodyum kazeinat	1.0-1.5	Lucynska ve ark., 1977
Fermente süt içeceği	Ko-presipitat	5	Tolstenko ve ark., 1982
Fermente krema	Sodyum kazeinat	2-2.5	Cosin ve ark., 1977
İnitasyon ekşi krema	Sodyum kazeinat	1.8-3.5	Calvert, 1973
Kahve kreması	Sodyum kazeinat	2-5	Alexander ve van Roon, 1973
UHT kahve kreması	Sodyum kazeinat	2	Buchheim, 1983
İnitasyon kahve kreması	Sodyum kazeinat	3-15	Gardiner, 1977
Kahve beyazlatıcı	Açıldırılmış kazein veya sodyum kazeinat	3-15	Melnichyn ve Stapley, 1973
UHT krema	Sodyum kazeinat	3	Anderson ve ark., 1977
Dondurma	Hidrolize kazein	0.2-0.6 (KM'de)	Lenderink ve ortakları, 1972
Meyveli dondurma	Sodyum kazeinat	3	Kozlov ve Ovchinnikova, 1982
Milk ice	Sodyum kazeinat	4	Steinhardt, 1971
Kaplıklı tatlılar	Sodyum kazeinat	0.49	Jonas, 1977
Dondurulmuş tatlılar	Sodyum kazeinat	0.2	Diamond, 1999
Dondurulmuş pudring	Sodyum kazeinat	0.3	Glicman ve ark., 1973
Mis	Sodyum kazeinat	2-5	Trop ve Livna, 1981
Sütle peynir	Asit kazein	25-28	Beit ve ark., 1975
Sütle peynir	Rennet kazein	>25	Bixby ve ark., 1984
Eritme peyniri	Rennet kazein	1-3	Zboralski, 1975
Eritme peynir	Yüksek kalsiyum içeren, çözünabilir ko-presipitat	4-6	Grishin ve ark., 1982
Sürülebilir eritme peyniri	Kalsiyum kazeinat	5-7	Gouda ve ark., 1985
Mozzarella-benzeri ikame peynir	Mays kazein	28	Moore ve Kasik, 1979
Peynir sütü	Sodyum kazeinat	0.7	Schröder ve ark., 1979
Peynir sütü	Sodyum kazeinat	0.35-0.5	Smith, 1986
Doğal peynir analoğu	Asit kazein	4-5	Swanson ve ark., 1982

Southward'dan (1989) derlenmiştir.



#### 5.4.1.2. Bebek mamalarında kullanımı

Kazein türevlerinin bebek beslemede kullanılan formülasyonlara ilavesi yaygın bir uygulama değildir. Çünkü bu formülasyonların çoğu serum proteini ilavesiyle kazein içeriği azaltılan ve bileşimi kadın sütüne benzer hale getirilen inek sütünden hazırlanmaktadır. Bu nedenle, kazein ürünleri ancak belirli bir amaca yönelik olarak kullanılan formülasyonlarda yer almaktadır. Bu formülasyonlar şunlardır:

- **Düşük oranda laktoz içeren formülasyon.** Laktoz ya da diğer karbonhidratların sindirimi ile ilgili sorunları olan bebek veya çocuklara yönelik bu formülasyonlarda orta düzeyde kalsiyum içeren (en az % 1.5) ko-presipitat kullanımının uygun olduğu belirtilmektedir.
- **Belirli bir mineral dengesine sahip formülasyon.** Sindirim ya da boşaltım sistemi sorunları olan bebeklerin beslenmesinde dengeli oranda kalsiyum, fosfor, potasyum, sodyum ve magnezyum içeren formülasyonların hazırlanması için asit kazeinin sodyum veya potasyum tuzu kullanılmaktadır.
- **Kazein hidrolizatları.** Kazeinin mikrobiyel proteinaz ya da gastrik enzimler yardımıyla parçalanması sonucu elde edilen ürünlerdir.
  - (a) Kazeinin pankreatik enzimle parçalanması sonucu elde edilen hidrolizat ("Aminosol") anne sütü ile karıştırılarak prematür bebeklerde tamamlayıcı gıda olarak kullanılmaktadır.
  - (b) Fenilalanin amino asidinin kazeinden % 95 oranında uzaklaştırıldığı "Lofenafac" isimli bir hidrolizat fenilketonüri rahatsızlığı olan bebekler için kullanılmaktadır.
  - (c) Azotun 2/3'nün serbest amino asit halinde, kalan kısmının da polipeptitler şeklinde bulunduğu "Nutramigen" hipoallerjenik bir formül olup süt ve laktoza karşı duyarlık gösteren bebeklerle gastroenteritis rahatsızlığı olan bebeklerin tedavisinde kullanılmaktadır.
  - (d) "Pregestimil" hipoallerjenik diğer bir formüldür.
  - (e) "Prohana", diyare, sistik fibroz ve seliak sendromu gibi rahatsızlıkları bulunan bebeklerin beslenmesinde yararlanan bir hidrolizattır.
- **Besleyici açıdan takviye sağlamak amacıyla kullanılan ürünler.** Bu amaçla sodyum kazeinat, düşük oranda kalsiyum içeren ko-presipitat gibi kazein türevlerinden yararlanılmaktadır.

Aşağıdaki çizelgede bebek ve çocuk beslenmesinde yararlanan bazı ürünlerde kazein kullanımına yer verilmiştir.

Çizelge 5.11. Bebekler ve çocuklar için hazırlanan gıdalarda kazein türevlerinin kullanımı

Ürün	Kazein türevi	Üründeki yüzdesi	Amacı/Etkisi	Kaynak
Karbonhidrat içermeyen bebek gıdası	Ko-presipitat	4.5	Beslenme	Henderson ve Buchanan, 1973.
Casecote®	Kazeinin sirik asitli tuzları	75	Beslenme	Korobkina ve ark., 1974
Düşük sodyum içerikli bebek maması	Asit kazein	5-13 (KM'de protein )	Beslenme	Nagasawa ve ark., 1975
Zenginleştirilmiş sütü içecek	Sodyum kazeinat	0.5-1.5	Beslenme	Carr, 1978
Düşük laktozlu bebek Maması	Ko-presipitat veya sodyum kazeinat	24.2-26.8	Beslenme	Gupta ve Rao, 1984

Southward'dan (1988) alınmıştır.

#### 5.4.1.3. Diyetetik gıdalarda kullanımı

Yüksek besleyici niteliği nedeniyle kazein ve türevleri aşağıdaki kişilerin tüketebileceği ürünlerin formüle edilmesinde kullanılabilmektedir:

- Sporcular.
- Hastalar veya zayıf ve güçsüz kişiler.
- Dengeli bir beslenme rejimi uygulamak zorunda olanlar bulunan kişiler.
- Aşırı kilolu olanlar ya da kilo vermek isteyenler.
- Gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenme sorunu bulunan çocuklar.
- Uzun yolculuğu yapanlar.

Çizelge 5.12'de kazein ve türevlerinin diyetetik amaçlı kullanımı gösterilmiştir.

Çizelge 5.12. Diyetetik gıdalarda kazein ve türevlerinin kullanımı

Ürün	Kazein türevi	Üründeki yüzdesi	Amacı/Etkisi	Kaynak
Ağır kilolu kişiler için diyetetik ürün	Kazein	15	Beslenme	Aust ve ark., 1977
Diyetetik gıda	Kazein	50-84	Beslenme, tokatır	Vogel ve ark., 1979
Et yerine geçen ürün	Kazein, Kalsiyum kazeinat, Sodyum kazeinat	10.7 23 5.0	Beslenme	Proctor 1981
Uzayda tüketilmek üzere hazırlanan şekerleme	Sodyum kazeinat	9	Beslenme	Dymaza ve ark., 1966

Southward'dan (1988) alınmıştır.

#### 5.4.1.4. Diğer gıdalarda kullanımı

Kazein türevleri gıda endüstrisinde unlu marnuller, şekerlemeler, et ürünleri, yağlı ürünler, çorbalar, ayaküstü atıştıran gıdalar, süt esaslı olmayan içecekler gibi ürünlerde katkı maddesi olarak kullanılabilir.

Süt proteinlerinin unlu gıdalardaki başlıca kullanım amacı ürünün besleyici niteliğini artırmaktır. Protein kalitesinin bir ölçüsü olan "Protein Etkinlik Oranı", (PER), buğday ununda nisbeten düşük düzeyde, 1.1 dolayında iken kazeinde 2.5'dir. Buğday ununun kazeinle karıştırılması PER değerini önemli ölçüde artırır. Örneğin; PER değeri, % 25 süt proteini ve % 75 buğday proteini içeren bir karışımda 1.8'e, % 50 kazein ve % 50 buğday proteini bulunduran bir karışımda da 2.2-2.3'e kadar çıkarılabilir. Ko-presipitatlar, kazein-serum proteinleri kompleksinden ibaret oldukları için kazeinin tek başına kullanımına kıyasla biraz daha iyi sonuç elde edilmesini sağlarlar. Diğer taraftan, hububat proteinleri lizin amino asidi yönünden fakirdir. Bu eksiklik, kazein gibi lizin yönünden zengin süt proteinleri ile birlikte kullanılmak suretiyle giderilebilir.

Kazein türevleri, unlu gıdalarda tat, renk, tekstür ve kıvam gibi duyuşal nitelikleri geliştirmek amacıyla da kullanılabilir.

Süt proteini ürünlerinin unlu gıdalarda yerine getirdikleri en önemli işlevlerden birisi suyu bağlamaktır. Tüm kazein ürünleri değişen düzeyde su bağlama (absorbe etme) kapasitesine sahiptir. Suyu absorbe etme özelliğine göre kazeinler üç gruba ayrılabilir:

- Düşük düzeyde su absorbe edenler; % 80 - 100: Çözünemez formdaki kazeinler ve ko-presipitatlar.
- Orta düzeyde su absorbe edenler; % 100 - 200: Dispers olabilen ko-presipitatlar, kalsiyum kazeinat.
- Yüksek düzeyde su absorbe edenler; > % 200: Sodyum ve potasyum kazeinatlar ve çözünebilir ko-presipitatlar.

İmitasyon ya da sentetik makarna-tipi ürünlerde su bağlama niteliği ayrı bir önem taşıdığından, ko-presipitatlar bu ürünlerde suyun kontrollü bir şekilde ve değişen düzeylerde bağlanabilmesine olanak sağlarlar.

Süt proteini ürünleri toffee, fudge ve karamel gibi şekerlemelerde tipik yapı, tat ve rengin gelişimi için gerekli maddelerdir. Bunlar ısıtıldıklarında şekerlemenin sıkı, esnek ve sakızimsı ağ yapısını oluştururlar. Suyu bağlar, emülsiyon oluşturur ve böylece katkı maddelerinin birbirleriyle homojen bir şekilde karışmasını sağlarlar. Süt proteinleri nougat ve marshmallow gibi şekerlemelerde ise, yumurta akının yerine, köpük oluşturabilmek kullanılmaktadır.

Et endüstrisinde kazein türevleri daha ziyade sosis, sucuk gibi kıyılmış haldeki et ürünlerinde kullanılmaktadır. Bu ürünlerin 70 - 80°C'ye kadar ısıtılması veya kızartılması sırasında et karışımı yüksek bir basınca maruz

kaldığı için yağın ve suyun bağlanması güçleşir. Bu nedenle yağ ve su bağlayan bir maddenin kullanımı gereklidir. Bu açıdan kazeinatlar iyi bir işleve sahiptir. Anılan stabilite sorunlarını çözmek amacıyla kazeinler kıymaya aşağıdaki şekillerde katılabilir:

- a) Kıyma işleminin başında toz halinde.
- b) Bir öğütücüde, su içerisinde % 10 - 15 oranında çözündürülerek jölemsi hale getirilmiş durumda.
- c) Süt proteini, yağ ve su karışımını önceden emülsiyon haline getirdikten sonra.

Et endüstrisinde, kazeinatlar dışında ko-presipitatlarla toplam süt proteininden de yararlanılabilir. Bileşimlerinde kazeinle birlikte serum proteinleri de bulunduğu için, toplam süt proteini ve ko-presipitatlar besleyici açıdan kazeinatlardan daha üstün niteliktedir. Fakat ko-presipitatlar genellikle ticari olarak yaygın bir biçimde kullanılmamaktadır. Toplam süt proteini ise, hem ürün etiketinde "süt proteini" şeklinde beyan edilmesi hem de bazı ülkelerde kazeinat kullanımına izin verilmemesi nedeniyle belirli bir avantaja sahiptir.

Çizelge 5.13' de gıda endüstrisinin bazı alanlarında kullanılan kazein türleri, kullanım oranları ve kullanım amaçlarına yer verilmiştir.

**Çizelge 5.13.** Gıda endüstrisinin bazı alanlarında kazein türlerinin kullanımı

Örün	Kazein türü	Öründeki yüzde	Amaç/Etki	Kaynak
<b>Makarnalar:</b> Proteince zengin diyetetik makarna	Sodyum kazeinat	1.5-6	Beslenme, bağlayıcı, tekstür, tat, görünüş	D'Allessandro ve ark., 1976
Zenginleştirilmiş buğday makarnası	Kalsiyum kazeinat	4-8	Beslenme, tekstür	Cox, 1979
Zenginleştirilmiş makarna	Kazein	9	Beslenme	Schoppet ve ark., 1979
Zenginleştirilmiş makarna	Sodyum kazeinat	4-21	Kıvam	Beltran-Grozco ve Gallardo-Navarro, 1986
Protein içeriği yüksek makarna	Kalsiyum kazeinat	2.5	Beslenme	Taufiq, 1982
Diyabetli hastalara yönelik unlu gıdalar	Kalsiyum kazeinat	2-24	Un yerine	Kim, 1980
<b>Süt-esaslı olmayan içecekler :</b> Sıvı çikolata	Sodyum kazeinat	1.8 (kuru maddede)	Stabilizasyon	Hansen, 1970
Limnata	Kazein	1	Stabilizasyon	Isler, 1974
Meyve suyu	Kazein hidrolizatı	5	Köpük oluşturma	Abramova ve Raimova, 1982
Kremalı alkollü içecek	Sodyum kazeinat	3-4	Emülsifikasyon	Walker, 1982
<b>Şekerlemeler :</b> Proteince zengin çözünebilir çubuk şeklindeki tatlılar	Ko-presipitat ve/veya serum proteini konsantratu	18-25 (protein olarak)	Beslenme, tekstür	Hansen ve ark., 1978
Dış kaplı şekerlemeler	Hidrolyze sodyum kazeinat ve/veya serum proteini	25-75	Beslenme	Andersen ve Lemke, 1980
Proteince zengin draje çikolata	Sodyum kazeinat	15.7	Beslenme, Depolama stabilitesi	Rebane, 1975
<b>Fırınlardan Örtüler:</b> Pastry glaze	Yüksek kalsiyum içerikli çözünebilir ko-presipitat	63.4	Renk, parlaklık	Bready, 1966
Kahvaltılı gevreği	Kazein	1.5-10	Beslenme	Clausi ve ark., 1967
Sütlü bisküvi	Kalsiyum kazeinat veya yüksek kalsiyum içerikli ko-presipitat	16-20	Beslenme	Henderson ve Buchanan, 1969

Çizelge 5.13'ün devamı:

Ürün	Kazein türü	Üründeki yüzdesi	Amacı/Etkisi	Kaynak
Protein takviyeli ekmek	Kalsiyum kazeinat	5-10	Beslenme	Campagnoli, 1970
Diyabetli hastalar için kek miktarı	Yüksek kalsiyum içerikli ko-presipitat	5-5	Beslenme, kek hacmi	Buchanan ve Henderson, 1969
Fırınlanmış halde dondurulan kek	Sodyum kazeinat	0.5-5	Tekstür, emülsifiyer	Goodman ve Ng, 1971
Proteince zengin sütü bekövi	Sodyum kazeinat	12.5	Beslenme	Bassi ve De, 1973
Bekövilər	Kalsiyum kazeinat	20	Beslenme	Gennip, 1976
Protein içeriği yüksek ekmek	Kazein	2-6	Beslenme	Titcomb ve Juers, 1976
Protein içeriği yüksek bekövi	Ko-presipitat	25-35	Beslenme	Freu ve Howell, 1977
Takviyeli ekmek	Ko-presipitat	3-10	Beslenme, hamur kıvamı, artan kabarma hacmi, duyuşel nitelikler, kısa fermentasyon süresi, randıman	Jakubczyk ve ark., 1977
Kurabiyeler	Laktik kazein, rennet kazein, düşük ya da yüksek kalsiyum içerikli ko-presipitatlar	6.5, 16.4	Beslenme, tekstür, Görünüş	Cooper ve ark., 1964
Et ürünleri : Soslar	Sodyum kazeinat	1-3.5	Yağ emülsifikasyonu	Hoogenkamp, 1967
Taze ve pişirilmiş kahvaltılık soslar	Sodyum kazeinat	0.5-1.0	Su ve yağ bağlama	Mense, 1987
Diğer ürünler: Yumurta sarısı ikame ürünü	Sodyum kazeinat	15-18.5	Tekstür	Lynn, 1975
Sentetik havyar	Kazein	15-20	Tekstür	Slonimsky ve ark., 1973
Potates çorbası	Sodyum kazeinat veya çözümlü ko-presipitat	50-60 (protein içinde)	Beslenme	Burkov ve ark., 1975
Kuruyemiş birtzei Ürün	Kazeinat	11 (kuru maddede)	İnce katman oluşturma	Durst, 1980

Southward'dan (1989) alınmıştır.

#### 5.4.1.5. Hayvan beslemede kullanımı

Hayvan beslemede kazeinden genellikle sodyum kazeinat şeklinde yararlanılmaktadır. Aşağıdaki çizelgede hayvan beslemede kullanılan kazein ürünleri verilmiştir.

Çizelge 5.14. Hayvan beslemede kazein türevlerinin kullanımı

Ürün	Kazein türü	Üründeki yüzde	Amaç/Etki	Kaynak
Ev hayvanları için yan sıvı gıdalar	Sodyum kazeinat	5-15	Eti ve yağ bağlama, tekstür oluşturma, beslenme	Burkwall ve ark., 1976
Ev hayvanları için toz halindeki gıdalar	Sodyum kazeinat	5-25	Yapıştırıcı	Babat ve ark., 1977
İnek sütü ikame ürünü	Enzimle parçalanmış sodyum kazeinat	1-9	Stabilizer	Van Kranenburg, 1979
Köpekler için dondurma	Kazein	4	Beslenme	Cook ve ark., 1980
Yüksek yağ içerikli yem katkı maddesi	Sodyum kazeinat	5,5	Yağın stabilizasyonu	McMahon, 1980
Yavru kümes hayvanları için sıt ikame maddesi	Sodyum kazeinat	6-10	Beslenme	Alimov ve ark., 1983
Somon balığı yemi	Kurutulmuş Kazein	20 (Protein ağırlığı)	Beslenme	Asgard ve Austreng, 1986

Southward'dan (1989) alınmıştır.

#### 5.4.1.6. İçeceklerin stabilizasyonunda kullanımı

Şaraplarda fenolik bileşiklerin ayrımını, rengin giderilmesini ve berraklaşmayı sağlamak amacıyla kazein, jelatin ve yumurta akı gibi protein içeren maddelerden yararlanılabilir. Proteindeki amino asitlerin yan zincirleri fenolik bileşikleri absorbe eder ve ortamdaki uzaklaştırır. Durulma işlemi tanen, bentonit, karbon gibi maddelerle de yürütülebilir.

Durulma işleminde kazein tek başına ya da bentonit gibi maddelerle birlikte kullanılabilir. Kullanım oranı % 0.1'in altında, genellikle % 0.02 - 0.05 arasında değişir. Kullanım oranındaki artış içeceğin kalitesini düşürebilir.

Çizelge 5.15'de çeşitli içeceklerin stabilizasyonunda kazein türevlerinin kullanımı gösterilmiştir.

**Çizelge 5.15. Çeşitli İçeceklerin stabilizasyonunda kazein ve türevlerinin kullanımı**

Ürün	Kazein türevi	Üründeki yüzde	Amaç/Etki	Kaynak
Bira	Kazein	0.1-0.5	Berraklaştırma ve rengi bozan maddeleri giderme	Vancraenenbroeck ve Lontie, 1965
Beyaz şarap	Kazein	0.02-0.03	Renkte redüksiyon	Nachkov, 1975
Beyaz şarap	Kazein	0.1	Renk stabilitesi	Antonucci ve Nofte, 1980
Beyaz şarap	Potasyum kazeinat	0.003-0.02	Fenolik bileşiklerin giderilmesi	Seddon ve Eschenbruch, 1986
Beyaz şarap	Potasyum kazeinat	0.05	Tanenin ve renk maddelerini azaltma, tadı artırma	Farkas ve Ruzickova, 1986
Kırmızı şarap	Kazein	0.03	Berraklaştırma, lezzeti artırma	Ruiz Hernandez, 1987
Kırmızı şarap	Kazein	0.003-0.02	Fenolik bileşiklerin giderilmesi	Seddon ve Eschenbruch, 1986
Elma suyu	Sodyum kazeinat	0.03-0.04	Renği giderme	Lodge ve Heatherbell, 1976

Southward'dan (1980) alınmıştır.

#### **5.4.1.7. Tıp ve eczacılık alanında kullanımı**

Kazein ve türevlerinin tıbbi ve farmasötik amaçlı uygulamalarına Çizelge 5.16'da yer verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, bu uygulamalarda daha ziyade kazeinden ya da kazeinden elde edilen peptitlerden yararlanılmaktadır.



Çizelge 5.16. Tıp ve eczacılık alanında kazein ve türevlerinin kullanımı

Ürün	Kazein türevi	Üründeki yüzdesi	Amacı/Etkisi	Kaynak
Yara merhemi	Enzimatik yolla modifiye edilen kazein	20-55	Farmasötik, Kosmetik	Gordon ve Weisberg, 1971
Aftroz ve gastrik ülser tedavisinde kullanılan ilaçlar	Kazeinden ekstrakte edilen glikopeptit		İyileştirme	Crinos Ind Farmacobiologica SPA1976
Anemi (kansızlık) için preparat	Kazein	5.6-7.4	Beslenme	Pokrovskii ve ark., 1976
Kanser hastaları için düşük magnezyum içerikli ürün	Kazein veya kazeinat	<32	Beslenme	Hendey, 1979
Pankreas rahatsızlığı olan hastalar için süt proteinli preparatı	Kazein	16-18.5	Beslenme	Nesterin ve ark., 1980
Enjeral veya oral beslemede kullanılan gıda	Kazein	12.6	Beslenme	Kashiwabara ve ark., 1982
Kazein mikrokapsülü	Kazein	93 + (7) 5.0	Mineral, sıvı yağ, ilağ etkin maddesinin taşınması	Snow Brand Milk Products, 1982
Diş macunu	Kalsiyum kazeinat		Diş çürüklerinin önlenmesi	Uni. Melbourne and Victorian Dairy Ind. Authority1987

Southward'dan (1989) alınmıştır.

#### 5.4.1.8. Süt ve gıda endüstrisi dışındaki endüstriyel alanlarda kullanımı

Kazeinlerin süt ve gıda endüstrisi dışındaki bazı alanlarda kullanımı Çizelge 5.17'de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.17. Süt ve gıda endüstrisi dışındaki endüstriyel alanlarda kazeinlerin kullanımı**

Kullanım alanı	Kullanım amacı
Yapıştırıcı	Tahta ve kağıt yapıştırma
Kağıt ve karton endüstrisi	Kağıt ve karton yüzeylerinin kaplanması ve parlatılması
Deri sanayii	Tabaklama
Boya endüstrisi	Kıvamı artırma ve emülsiyonu stabilize etme, boya pigmentlerini dispers hale getirme
Otomotiv sanayii	Araça lastiklerinde lastiğin dayanımını artırıcı ve stabilize edici madde olarak
Tekstil sanayi	Bazı kazein ipliklerinin üretimi
Plastik sanayii	Bazı plastik eşyaların yapımı
İnşaat sektörü	Çimento yapımı, eski taş binaların restorasyonu, yollardaki buzlanmasının önlenmesi
Tarım sektörü	Gübre olarak, ziraî mücadele ilaçlarında ve tohumlarda yapıştırıcı olarak
Kozmetik sanayii	Saç spreyleri üretimi

#### **5.4.2. Serum proteini konsantratlarının kullanımı**

Serum proteini konsantratları yüksek çözünürlüğe sahip oldukları için asit karakterli gıdalarda iyi bir işlev görmelerine karşın, diğer bazı uygulamalarda kazeinatlara ve soya proteinleri kadar işlevsel değildirler. Örneğin, fırınlanan gıdalarda kabarma hacmini stabilize edebilecek üç boyutlu sıkı bir ağ yapısı oluşturamazlar. Bu durum sülfidril ve disülfid içeriklerinin yumurta akına kıyasla nisbeten düşük düzeyde olmasından kaynaklanır. Sıkı, globüler bir yapıda oldukları için, su/yağ ve su/hava ara yüzeylerine yönelecek kadar amfipik bir özellik göstermezler. Bu nedenle emülsiyon ya da köpükleri etkili bir şekilde stabilize edemezler. Fakat ısıyla denatürasyona uğradıklarında yüzey aktif madde özellikleri önemli ölçüde artabilir.

Serum proteini konsantratlarının değişik gıda sistemlerinde kullanımı ile bu sistemlerdeki başlıca işlevleri Çizelge 5.18'de özetlenmiştir.

**Çizelge 5.18.** Serum proteini konsantralarının yer aldığı gıda sistemleri ve bu sistemlerdeki işlevleri

Gıda sistemi	İstenen işlev	İstenen serum proteini konsantrata	Konsantrat üretiminde istenen işlem uygulaması
<b>Süt ürünleri:</b> Cheddar peyniri	Randıman artışı	%35'lik serum proteini konsantrata	Isıyla denatürasyon
Quarg, Cottage p.	Randıman ve besleyici değerde artış		
Krem peyniri	Yağ ve su bağlama		
Yoğurt	Viskozite ve su bağlama özelliklerinde artış		
<b>İçecekler:</b> Süt-benzeri Alkolsüz (~ pH 3) Gazlı, alkolsüz	Kolloidal stabilite, çözünbilme, viskozite, tat geliştirme	Yağ ayrımına veya demineralize edilmiş	Mikrofiltrasyon/ lyon değişimi
<b>Şekerlemeler:</b> Toffee Fudge Karamel Frappe Meringue	Yüksek dövülebilme gücü, yüksek sıcaklıkta köpüğün stabilizasyonu	Yağ ayrımına ve ultrafiltra edilmiş veya demineralize edilmiş	Mikrofiltrasyon/ Ultrafiltrasyon
<b>Tatlılar/Mayonezler:</b> Krem şanti Dondurma Jöle Puding	Yağla birlikte çırpılabilme, pH 4'de emülsifikasyon sağlama	%35'lik serum proteini konsantrata	Ultrafiltrasyon/ Elektrodializ
<b>Et ürünleri:</b> Frankfurter sosis Jambon	Yağ ve su bağlama, ağı yapısı oluşturma Düşük viskozite değerlerinde yüksek oranda çözünme	%85'lik serum proteini konsantrata	Ultrafiltrasyon/ Diyalizasyon
<b>Unlu gıdalar:</b> Ekmek Kek	Besleyici değerde artış Yağ ve su bağlama, ısıyla jelleşme	%65'lik serum proteini konsantrata	Mikrofiltrasyon/ Ultrafiltrasyon/ Diyalizasyon
<b>Bebek mamaları</b>	Alerji karşılığı	Serum proteini konsantrata + tuz katkıları veya serum proteini hidrolizata	Modifikasyon

De Witt (1989b)' e göre düzenlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- CARIC, M. 1994.** Casein. In: "Concentrated and Dried Dairy Products". VCH Publishers Inc., 220 East 23rd Street, New York, N.Y. 10010-4606, USA. pp. 199-226.
- De WITT, J.N. 1989a.** Functional properties of whey proteins. In: "Developments in Dairy Chemistry - 4: Functional Milk Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England. pp. 285-321.
- De WITT, J.N. 1989b.** The use of whey protein products. In: "Developments in Dairy Chemistry - 4: Functional Milk Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England. pp. 323-345.
- EARLY, R. 1990.** The use of high-fat and specialized milk powders. *J. Soc. Dairy Technology*, 43: 53-56.
- KINSELLA, J.E., D.M. WHITEHEAD. 1987.** Modification of milk proteins to improve functional properties and applications. In: "Milk - The Vital Force". Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Int.Dairy Congress, The Hague, September 29 - October 3, 1986. Ed. Organizing Committee of the 22<sup>nd</sup> Int.Dairy Congress. Published by D.Reidel Publishing Company, P.O.Box 17, 3300 AA, Dordrecht, Holland. Pp.791-804.
- MARSHALL, K.M. 1990.** Protein products as food ingredients. In: "Proceedings of the 23th Int.Dairy Congress". Vol. 3, Montreal, October 8-12 1990. Sold and distributed by International Dairy Federation, Square Vergote 41, B-1040, Brussels, Belgium. pp. 2021-2032.
- MARSHALL, K.M. 1986.** Industrial isolation of milk proteins: Whey proteins. In: "Developments in Dairy Chemistry - 1: Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England. pp. 339-373.
- MORR, C. V. 1989.** Whey proteins: Manufacture. In: "Developments in Dairy Chemistry - 4: Functional Milk Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England. pp. 245-284.
- MORR, C. V. 1986.** Functional properties of milk proteins and their use as food ingredients. In: "Developments in Dairy Chemistry - 1: Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England. pp. 375-399.
- MORR, C. V. 1985.** Functionality of heated milk proteins in dairy and related foods. *J.Dairy Sci.*, 68: 2773-2781.
- MORR, C. V. 1979.** Utilization of milk proteins as starting materials for other foodstuffs. *J.Dairy Res.*, 46: 369-376.
- MULLER, L.L. 1986** Manufacture of casein, caseinates and co-precipitates. In: "Developments in Dairy Chemistry - 1: Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England. pp. 315-337.

- MULVIHILL, D.M. 1992.** Production, functional properties and utilization of milk protein products. In: "Advanced Dairy Chemistry - 1: Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex 1G11 8JU, England. pp. 389-404.
- MULVIHILL, D.M. 1989.** Caseins and caseinates: Manufacture. In: "Developments in Dairy Chemistry - 4: Functional Milk Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex 1G11 8JU, England. pp. 97-130.
- MULVIHILL, D.M., FOX, P.F. 1989.** Physico-chemical and functional properties of milk proteins. In: "Developments in Dairy Chemistry - 4: Functional Milk Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex 1G11 8JU, England. pp. 131-172.
- NIELSEN, E.W., J.A. ULLUM. 1989.** Casein and caseinates. In: "Dairy Technology - 2". Published by Danish Turnkey Dairies Ltd., 2, Europaplads, P.O.Box 146, DK-8100 Aarhus C, Denmark. pp. 273-277.
- RICHERT, S.H. 1975.** Current milk protein manufacturing processes. *J.Dairy Sci.* 58: 985-993.
- SOUTHWARD, C.R. 1989.** Uses of casein and caseinates. In: "Developments in Dairy Chemistry - 4: Functional Milk Proteins". Ed. by P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex 1G11 8JU, England. pp. 173-244.
- SOUTHWARD, C.R. 1986.** Utilization of milk components: Casein. In: "Modern Dairy Technology. Vol.1: Advances in Milk Processings". Ed. by R.K. Robinson. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex 1G11 8JU, England. pp. 317-368.
- TOLBOE, O. 1982.** Nutritional applications of whey protein concentrates in food products. In: "Dairy Ingredients In Foods. Seminar Proceedings, Luxemburg -May 1981". International Dairy Federation Document 147. pp.19-21.

---

## SÜTLÜ TATLILAR

Katkı maddeleri ve işleme yöntemlerindeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak ev yapımı sütlü tatlılara süpermarketlerin raflarında ya da dondurulmuş gıda bölümlerinde rastlanmaktadır. Kapakları kolayca açılabilen kutularda satışta sunulan bu ürünler kullanım kolaylığına sahip bulunmaktadır.

### 6.1. Sütlü Tatlı Çeşitleri

Tekstür, tat ve görünüş yönünden birbirinden farklı birçok sütlü tatlı çeşidi vardır. Bu çeşitlilik kıvam artırıcı ve jelleştirici maddelerin yanısıra kullanılan ekipmanlar ve işleme koşullarındaki gelişmelerden kaynaklanmaktadır. Örneğin, sütlü tatlılarda tekstürü oluşturan başlıca madde olan karragenanın farklı fraksiyonları tek başlarına veya kombine halde ya da diğer hidrokolloidlerle birlikte kullanılarak değişik tekstüre sahip ürünler üretilmektedir. Çizelge 6.1'de başlıca sütlü tatlı çeşitleri ile bunların tekstürel özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. Başlıca sütü tatlı çeşitleri ve tekstürel özellikleri

Tatlı Çeşidi	Ev tipi preparasyonlar		Endüstriyel preparasyonlar		
	Piçirilmiş pudıngler, turla	İnstant pudıngler	Jelleştirilmiş sütü turla	Kaymağımsı	Çok katlı tatlılar
Tekstürel özelliği	Ağırdan hafife kadar değişebilen, kırılan, kalıba dökülemeyen	Zayıf jel, kalın hamur gibi	Kırığından pürüzsüz kaymak benzerine kadar değişebilen sıkı jel	Kaymak gibi, ağırdan hafife kadar değişebilen yapı	Üstü süslemeli ya da süslemesiz kaymak benzeri ya da sıkı jel benzeri katmanlar

Kaynak: Rapaille ve Vanhemelryck, 1992.

### 6.1.1. Ev tipi preparasyonlar

Bu tip ürünlerin en ucuz şekli yalnızca nişasta, aroma maddesi ve renk maddesi içeren tozlardır, hazırlanmaları sırasında süt ve şeker katılması besleyici değerlerini artırır. Nişastanın görevi kıvamı artırmak ve jelleşmeyi sağlamaktır. Bu amaçla en çok mısır nişastasından yararlanılır. Bunun dışında mısır nişastasının diğer nişastalarla oluşturduğu karışımlardan ya da buğday nişastası, pirinç nişastası gibi nişastalardan da yararlanılabilir.

Mısır nişastası ürünleri kalıba dökülebilen pudıng halinde ya da daha koyu kıvamlı bir sos halinde, soğuk veya sıcak olarak tüketilebilir. Ayrıca, keklerde kullanılabilir.

Nişasta pudıngleri ağır yapılı ve hemen hemen yapışkan bir tekstüre sahiptir. Bunlar soğutulurken hızla koyulaşır, fakat nişastadaki amiloz fraksiyonunun retrogradasyonu nedeniyle gerçek bir jel halini almaları uzun bir süre gerektirir.

Jelleştirici madde olarak nişastanın yerini karragenan, fursellaran gibi Hidrokolloitlerin aldığı ve turla hazırlamak amacıyla kullanılan tozlar da mevcuttur. Bu ürünler nişasta esaslı tatlılardan daha hızlı bir şekilde donup katılaşırlar. Serum ayrımına karşı eğilimleri fazla olduğu için, yapıyı stabilize etmek amacıyla karragenanla birlikte bir miktar nişastası veya keçi boynuzu sakızı da kullanılabilir. Yararlanılan hidrokolloit çeşidine bağlı olarak son ürünün tekstürel özellikleri farklılık gösterir. Yalnızca karragenan içeren turtalar daha hafif yapıda, karragenanla birlikte diğer hidrokolloitleri de bulunduran ürünler ise pudıng-benzeri bir yapıdadır.

Pudıng ve turla tipi tatlıların hazırlanmasında aşağıdaki yol izlenir:

- a) Toz ve şeker homojen bir şekilde harmanlanır, daha sonra üzerine soğuk süt ilave edilerek pürüzsüz bir lapa elde edilmeye kadar karıştırılır.

b) Sütün kalını kaynatılır, ve

- ya sıcak haldeki süt lapaya ilave edilip iyice harmanlanır, daha sonra karışım 1-2 daha dakika kaynatılır.
- ya da lapa kaynatılmış süte, bir yandan karıştırmaya devam ederken, dikkatlice katılır ve 1-2 dakika daha kaynatmaya devam edilir.

Bir başka alternatif ise, kıvam artıncılar, şeker ve sütün bir kısmından ibaret olan lapanın soğuk haldeki süte ilave edilip sürekli karıştırılarak kaynatılmasıdır.

### 6.1.2. Hazır sütlü tatlılar

Hazır sütlü tatlılar pastörize, kutuda sterilize ya da UHT yöntemiyle sterilize edilmiş halde olabilir. Bunların paketlenmesinde genellikle bir porsiyonluk kutular veya 0.5 litrelik aile tipi ambalajlardan yararlanılır, ayrıca 1 litrelik TetraBrik kutular da kullanılır.

Hazır sütlü tatlılarda nişasta ve karragenan olmak üzere başlıca iki tip hidrokolloit kullanılır. Bunlardan nişasta kıvam artıncı madde olarak kullanılır, ayrıca tatlının yapı ve tat özelliklerini kazandırır. Karragenan ise, kullanılan çeşit ve miktarına bağlı olarak değişik tekstürel özellikleri sağlar.

Bu tip sütlü tatlılar tekstür ve görünüş özelliklerine göre aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

a) Sıkı, katıba dökülmeyen jeller (turtalar ve jel haline getirilmiş süt). Bu ürünler kutusundan kolaylıkla çıkarılabilir ve aşağıdaki tekstürel özellikleri gösterir:

- Ağızda dağılılabilen nitelikte sıkı jel.
- Ağızda yapışkan bir tat bırakan sıkı jel.
- Ağızda kaymağımsı bir tat bırakan sıkı jel.
- Ağızda kaymağımsı bir tat bırakan zayıf jel.

b) Kaymağımsı tatlılar. Kutuda "custard" ve sıvı puding bu tip tatlılardandır. Ağızda kaymağımsı bir tat bırakırlar. Değişik yapı ve tekstür özellikleri gösterirler.

c) Çok-katlı tatlılar. Bunlar da aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- Yukarıdaki çeşitlerden birisinin bir kat krem şantiy ile süslenmesi suretiyle elde edilenler.
- İmitasyon krem şantiy kullanılarak ya da kullanılmadan aşağıda belirtilen tatlıların kombinasyonlarından elde edilenler.
- Alt katmanında çikolata bulunan, jölesi ya da kaymaklı vanilyalı tatlılar.
- Üstü jöle ya da kaymaklı meyve preparasyonları.
- Alt katmanında meyve bulunan pıncı nişastası pudingi.



## 6.2. Sütü Tatlıların Yapımında Yararlanılan Maddeler

### 6.2.1. Süt

Süt ve süt proteinli ürünleri sütü tatlıların başlıca madde katkı maddeleridir. Sütün protein içeriği ve kazein misel stabilitesi, karragenan ile kazein arasında iyi bir interaksyon sağlanması açısından öneme sahiptir. Ayrıca süt yağı son ürünün reolojik özellikleri üzerinde önemli bir rol oynar. Süt yağı içeriği yüksek olan UHT sterilize tatlıların viskozitesi de yüksektir. Ürünün sıklık ve kohezyon gibi diğer reolojik nitelikleri ise süt yağı oranındaki değişimlerden çok az etkilenmektedir. Bu ürünlerin ağızda doygunluk hissi bırakan kaymağımsı tadının sağlanması için süt yağı oranının en az % 0.5 olması ve tercihen %1.5 düzeyinde bulunması gerektiği belirtilmektedir.

Sütü tatlıların çoğu jelleşmiş ya da yüksek viskoziteli ürünler halinde buldukları için, son üründe faz ayrılması önlenmek üzere emülsifiyer kullanımına gerek duyulmamaktadır.

### 6.2.2. Tatlandırıcılar

Sütü tatlılarda en fazla kullanılan tatlandırıcı sakarozdur, fakat diğer tatlandırıcılardan da yararlanılabilmektedir. Glikoz ve glikoz şurubunun katıldığı tatlılarda ısıtma işlemi aşamasında Maillard reaksiyonu oluşmamasına dikkat edilmelidir.

Şeker içeriği az olan sütü tatlılarda sorbitol ve maltitol gibi polioler ve nisbi tatlandırma derecesi yüksek olan şekerler kullanılabilir. Polioller Maillard reaksiyonu oluşturmazlar. Tatlandırma derecesi yüksek olan şekerler çoğunlukla düşük kalorili tatlılarda kullanılır. Bu şekerler sütü tatlılara uygulanan pastörizasyon ve UHT sterilizasyon işlemlerinden genellikle zarar görmezler. Aspartamın yüksek sıcaklıkta uzun süre sterilizasyona maruz kalması ise tatlandırma derecesinde kayba yol açar.

### 6.2.3. Aroma ve renk maddeleri

En çok bilinen aroma maddeleri çikolata, vanilya, karamel ve kahvedir. Aroma ve renk maddeleri ısıya dayanım göstermeli ve ürünün raf ömrü içerisinde niteliklerini korumalıdır.

Karamel ve kahve aromalı tatlılarda karamel rengi veren boya maddesi kullanılır. Çikolatalı tatlılarda yağ oranı, renk ve alkalilik düzeyi bakımından birbirinden farklı nitelikte kakaolar kullanılabilir. Kakaonun bu nitelikleri son ürünün tekstürü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kakao, kapa-karragenan ile birlikte kullanıldığında genellikle daha yumuşak ve kaymağımsı tekstüre sahip bir ürün elde edilir. Kakaonun kullanıldığı tatlılarda vanilyalı tatlılardan daha fazla miktarda karragenan kullanımına ihtiyaç duyulur.

## 6.2.4. Nişastalar

### 6.2.4.1. Doğal nişasta

Nişasta doğada en bol bulunan hammaddelerden birisidir ve birçok gıdanın başlıca katkı maddesidir. Mısır, buğday, patates, pirinç gibi kaynaklardan elde edilen birçok nişasta çeşidi mevcuttur.

Nişasta soğuk suda çözünmez. Yapı ve bileşimi botanik kaynağına göre farklılık gösterebilir. Doğal olarak küçük tanecikler halinde bulunur.

Tüm nişasta çeşitlerinde amiloz ve amilopektin olmak üzere iki tip molekül vardır. Amiloz, 1,4 bağlarında yer alan glikozların polimerizasyonu sonucu oluşan uzun bir moleküldür. Amilopektin molekülü ise dallanmış zincir yapısındadır. Temel zincir yapısı amilozunkine benzerlik gösterir, yani glikoz 1,4 pozisyonunda zincire bağlanmıştır ve dallanma zincirdeki 1,6 bağlarından olmaktadır.

Amiloz ve amilopektinin sentezi farklı enzim sistemleri tarafından gerçekleştirilir. Nişasta çeşitlerine bağlı olarak bu moleküllerin bileşimi ve oranı da değişir. Amilozun amilopektine oranı nişastanın macunumsu (lapamsı) özelliklerini tayin eden başlıca faktördür. Aşağıdaki çizelgede en çok bilinen nişasta çeşitlerindeki amiloz/amilopektin oranları verilmiştir.

Çizelge 6.2. Bazı nişasta çeşitlerinin amiloz ve amilopektin içerikleri

Nişasta kaynağı	Amiloz, %	Amilopektin, %
Mısır	26	74
Buğday	25	75
Pirinç	17	83
Patates	24	76
Tapioka	17	83

Kaynak: Rapaille ve Vanhemelryck, 1992.

Nişasta taneleri suda çözünmediği için, süspansiyon halindeki sıvının karıştırılması durdurulduğunda, taneler dibе çöker. Süspansiyon ısıtılırsa nişasta çeşidine göre değişen sıcaklık aralıklarında şişme meydana gelir. Nişasta çeşitlerinin şişme ya da jelatinizasyon sıcaklıkları aşağıdaki gibidir:

Buğday nişastası	52-63°C
Patates nişastası	56-66°C
Tapioka nişastası	58-70°C
Pirinç nişastası	61-78°C
Mısır nişastası	62-72°C

Pişirilip jelatinize hale gelen nişastalarda amiloz fraksiyonu hiçbir zaman tamamiyle çözünür durumda değildir, bu nedenle bir süre sonra moleküllerarası hidrojen bağlamak suretiyle düz bir hat üzerinde kümeler halinde birleşme eğilimi gösterir ve kristalize topaklar oluşturur. Bunun sonucunda serbest

eğilimi gösterir ve kristalize topaklar oluşturur. Bunun sonucunda serbest suyunu bırakır. Bu olay çoğu durumda geri dönüşümsüzdür. Bu nedenle, belirli bir amaçla kullanılacak olan nişastanın seçiminde bu retrogradasyon (jelin bozulması) eğilimi dikkate alınmalıdır.

Dalınmış yapısı nedeniyle amilopektin amilozdan daha stabildir ve pişirme sonrası daha az retrogradasyon eğilimi gösterir. Amilopektin lapası uzun süre akışkan halini korur ve bir miktar retrogradasyon meydana gelmesine karşın ısıtıldığında geri dönüşümü bir durum gösterir. Doğal nişasta gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakla birlikte, modern işleme yöntemlerinde uygulanan fiziksel koşullara karşı sınırlı bir dayanım gösterir.

#### 6.2.4.2. Modifiye nişasta

Doğal nişastalar çeşitli yollarla modifiye edilebilir, böylece kolay pişirilebilen ve stabilitesini uzun süre koruyan saydam jeller oluşturabilen ürünler elde edilebilir. Modifikasyon için çoğunlukla mumsu mısır nişastası kullanılır. Bunun dışında özel uygulamalar için diğer nişasta kaynaklarından da ikame nişastalar elde edilebilir.

Nişasta zincirleri arasında çapraz ester grupları bağlanması nişasta tanelerinin stabilizasyonunu sağlar. Çapraz bağlanma derecesi, köprülerin sayısı ile glikoz birimlerinin sayısı arasındaki orandır. 500-1000 adet glikoza bağlanan çok az sayıda çapraz bağ, besleyici değere zarar vermeden istenen stabilitenin sağlanmasına yeterlidir. Çapraz bağlanma derecesindeki artışla birlikte nişasta tanelerinin şişmesi de güçleşir. Aynı zamanda, viskozite de azalır. Belirli bir çapraz bağlanma derecesinin üzerinde, ancak uzun süreli pişirmeden ya da 100°C'nin üzerinde sıcaklıklarda ısıtmadan sonra kıvam gelişimi sağlanır.

İşleme ve depolama stabilitesinin büyük önem taşıdığı gıda sistemlerinde, çapraz bağlanmayla birlikte esterifikasyon ve eterifikasyon işlemleri uygulanarak modifiye edilen nişastalardan yararlanılır. Eterifikasyonda nişastanın hidroksil gruplarındaki hidrojen atomlarından bir kısmı ikame bir grupla yer değiştirir. Çapraz bağlanmada olduğu gibi, burada da yer değiştirme derecesi oldukça düşüktür. Artan ester ve eterifikasyon düzeyi nişasta lapasının saydamlığını artırır ve retrogradasyona olan eğilimini azaltır. Değişik tipteki UHT sterilize tatılarda çapraz bağlı asetik mumsu mısır nişastası yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı özel uygulamalarda hidroksipropil nişasta fosfatları tercih edilmektedir.

#### 6.2.5. Hidrokolloitler

SÜTÜ tatıların hazırlanmasında istenen kıvam ve tekstürün elde edilebilmesi için hidrokolloitlerden sıklıkla yararlanır. Hidrokolloitler suda dağılabilen ya da suda çözünebilir, yüksek molekül ağırlığına sahip uzun zincirli polimerlerdir. Çeşitli bitkilerden, deniz yosunlarından veya hayvanların kolajen dokusundan elde edilirler. Bu doğal sakızıların yanısıra kimyasal yollarla muamele edilmiş doğal ürünler ve sentetik sakızlar da mevcuttur. Gıdalarda kullanılan hidrokolloitlerin başlıca işlevleri kıvamı artırmak ve

jelleşmeyi ve stabilizasyonu sağlamaktır. Bunlara ilaveten aşağıda gösterilen ikinci işlevleri de yerine getirir.

<b>Birincil işlev:</b> Jelleştirmek Emülsiyonu stabilize etmek Kıvamı artırmak Enkapsülasyon olanağı sağlamak Film oluşturmak	Pudingler, tatlılar, şekerlemeler, eller Safata süslemeleri, alkolsüz içecekler Tart dolguları, soslar, el suları Püskürtülerek kurutulmuş aroma maddeleri Sosla mahfazalan, koruyucu katmanlar
<b>İkinci işlev:</b> Köpürme sağlamak Köpüğü stabilize etmek Süspansiyon oluşturmak Kaplama maddesi işlevi görmek Kriyalizasyonu önlemek Flökülasyona yardımcı olmak Koruyucu kolloid rolü oynamak Yapı oluşturmak Besin lifi olarak görev yapmak	Süslemeler, lokum benzeri şekerlemeler Çırpılmış süslemeler, bira Çikolatalı süt Şekerleme Dondurma, şuruplar, dondurulmuş gıdalar Şarap Tat emülsiyonları Diyetetik içecekler Diyetetik içecekler, kahvaltı gevrekleri, ekmek

Kaynak: Rapaiia ve Vanhemelriçk, 1992.

Hidrokoloidlerin hepsi sulu fazın kıvamını artırmakta birlikte, bazıları jel de oluşturabilir. Kullanılan hidrokoloidin çeşidine bağlı olarak jelin oluşma şekli (kimyasal, termal), tekstürel ve duyuşsal özellikleri ve stabilitesi büyük farklılık gösterir. Sütü tatlıların hazırlanmasında istenen kıvam ve tekstür özelliklerinin elde edilmesi için hidrokoloidlerden sıklıkla yararlanır. En uygun hidrokoloidin seçiminde, tatının bileşimi (örneğin protein içeriği), pH değeri ve yapım sırasında uygulanan işlemler dikkate alınmalıdır.

Hidrokoloidler ürünün yapımında uygulanan kesme ve ısıt işlemlerine karşı duyarlıdır ve ayrıca gıda sisteminin asitliğinden de etkilenir. Bu nedenle, çoğunlukla, belirli işleme koşullarında belirli uygulamalara olanak sağlayan karma sakızlardan yararlanılmaktadır.

Çizelge 8.3'de süt teknolojisinde kullanılan başlıca hidrokoloidlerin özelliklerine yer verilmiştir.



Çizelge 6.3'ün devamı:

Özellik	Ağırlık	Karışık milli sızma	Kağı boyuzlu sızma	Karışım sızma	Notlar
Sütle çözünürlüğü	Çözünmez. Bazılarının tuzları kaynar sütle alerji kompleks oluşturamamaktadır. Lütfen çözünür.	Çözünmez.	85°C'ye kadar çözünür.	Soğukta ve sıcakta çözünür.	40°C'yi üstünde çözünür.
Çözelti viskozitesi	pH 5.5'ten üstünde düşük, pH 5.5-5.7 arasında yüksek.	Yüksek	85°C'ye kadar yüksek.	100°C'ye altında yüksek.	Düşük.
Optimum pH aralığı	2.5-10	3-10	4-10	1-13	4.5-10 boşta pH 4.5-5.2 (alkali tip) boşta pH 5.0-9.5 (sütle tip)
Ardışık karışım:	pH 4'ten altında ya da $Ca^{++}$ iyonları varlığında 20-10 mg/g alerji.	İzlenmez (pH değeri ve kayıpların varlığında jet olmaktadır).	İzlenmez.	Kağı boyuzlu, tırna ve oksijenle sakatlandıktan sonra çözünür.	İzlenmez.
Jelin özellikleri: - Tıkalıdır	Kolaylıkla jelleşir. Oluşturduğu jel sıkı, tıkalıdır, termoreversibildir.	İzlenmez.	İzlenmez.	Kolayca, yapışkan, termoreversibildir.	Jel yapma sıcaklığına atıldığında yumuşak - sıkı, köpük, yapışkan, termoreversibildir.
- Katılaşma sıcaklığı		İzlenmez.	İzlenmez.	Satır.	Madeküt ağırlığındaki artışta tıkalıdır.
- Jelin dayanımı	$Ca^{++}$ iyon konsantrasyonundaki artışta ve pH'ye 3.0'ten altına düşmesiyle birlikte artış gözlenir.	İzlenmez.	İzlenmez.	Kullanım ortamındaki artışla birlikte artar.	Kullanım ortamındaki artış ve su konsantrasyonundaki azalmaya bağlı olarak artar.
Müvefrik sütle etkisi	Çözünmez.	Prösiptasyon.	Seyreltilir.	Hızlı etkisi yok.	Hızlı etkisi yok.
Astü pH'si sütle ve diğer proteinlerle etkisi	Hızlı etkisi yok.	pH 4.5'ten altında sızma denatürasyonuna uğramaz.	Hızlı etkisi yok.	İzlenmez. pH'nın altında denatürasyon.	Hızlı etkisi yok.

Fonksiyon: Sızma ve Karışım Özellikleri, 1992.

### 6.2.5.1. Karragenan

Karragenan, çeşitli kırmızı deniz yosunlarının su veya alkali ile ekstraksiyonu sonucu elde edilen bir grup polisakkarittir. Kaynağına göre değişmek üzere kapa, lambda ve yota olarak bilinen başlıca 3 çeşidi mevcuttur. Kappa ve yota karragenanlar jel yapısı oluşturmak amacıyla; lambda karragenan ise yalnızca kalınlaştırıcı madde olarak kullanılabilir. Karragenanlar aşağıdaki nedenlerle sülü tatlılar için uygun bir katkı maddesi sayılmaktadır:

- Süt proteinleri (özellikle kapa-kazeinle) ile kolayca reaksiyona girdikleri için düşük oranda kullanılabilirler.
- Çeşit ve konsantrasyonlarına bağı olarak, nişasta ve keçi boynuzu sakızı gibi hidrokolloitlerde de karma hale getirilerek değişik tekstürel özelliklerde sülü tatlıların üretimine olanak sağlarlar.
- İyiye çözümleri için yalnızca 70°C'ye ısıtılmaları yeterlidir.
- Isıtıldıklarında düşük bir viskozite gelişimi gösterirler, bu durum pompalama ve ısının iletimi gibi durumlarda kolaylık sağlar.
- Karragenanlar tadı maskeleyemezler.

Karragenan jeli, soğutma sırasında, belirli bir sıcaklık aralığında oluşur.

### 6.2.5.2. Keçi boynuzu sakızı

Keçi boynuzu sakızı Akdeniz ülkelerinde yetişen hamur ağacının (*Ceratonia siliqua*) tohumlarından elde edilir.  $\beta$ -D-Mannopiranozil zincirinden ibaret bir galaktomannandır, 4. ya da 5. halkasına  $\alpha$ -D-galaktopiranozil bağlanmıştır. Bu yapı içerisinde mannozun galaktoza oranı yaklaşık olarak 4:1'dir. Sülü tatlılarda tek başına kıvam artırıcı olarak kullanılır, fakat elastik, yapışkan jeller oluşturabilmesi için kapa karragenanla birlikte sıklıkla kullanılır. Kapa karragenan ve ksantan sakızıyla birlikte jelleşmeyi artırıcı etki gösterdiğinden sakız karışımlarının önemli bir bileşeni sayılmaktadır. Tadı maskeleyici bir etkiye sahiptir.

### 6.2.5.3. Pektin

Reçeller, marmelatlar ve jölelerin üretiminde ve süt ürünlerine katılacak meyve preparasyonlarının hazırlanmasında klasik jelleştirici madde olarak pektinden geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Sülü tatlılarda jelleştirici olarak, ekşi tada sahip sülü tatlılarda da stabilizasyonu sağlamak amacıyla kullanılabilir. Doğada bitki dokularında yapı elementi olarak yaygın halde bulunur. Esas olarak turuncgöl kabuğundan, elma püresinden ve preslenmiş şeker pancarı özünden ekstrakte edilir.

Pektin, metanol ile kısmen esterleşmiş  $\alpha$ -D-galaktopiranozilüronik asitten ibarettir,  $\beta$ -L-rannoz ve diğer nötral şekerler (galaktoz, arabinoz ve ksiloz) de bileşiminde düşük düzeyde yer alır.

Pektik asidin metanol ile değişik derecelerde esterleştirilmesine bağı olarak pektinler aşağıdaki şekilde gruplandırılır:



- Yüksek metoksil pektinler: Bunlarda esterleşirme düzeyi % 50'den fazladır. Fermente süt ürünlerinde, ısıtma işlemi uygulaması sırasında süt proteinlerinin presipitasyonunu önlemek amacıyla kullanılırlar.
- Düşük metoksil pektinler: Esterleşirme düzeyi % 50'nin altındadır. Ayrıca, demetilasyon işlemine bağlı olarak amidlendirilmiş pektinler halinde de bulunurlar. Amidasyon derecesi, amid halinde bulunan karboksil grubunun yüzdesini ifade eder. Bunlar, nötral sütü tatlılarda (örneğin pudinglerde) kullanılabilir, çünkü sütteki kalsiyum iyonlarıyla jel oluşturabilirler.

#### 6.2.5.4. Karboksimetilselüloz

Selüloz odunsu bitkilerdeki hücre duvarlarının başlıca bileşenidir. Suda çözünmez. Selülozun D-glükopiranoz halkasının 2., 3. ve 6. bağlarına sodyum monokloroasetat bağlanması suretiyle karboksimetilselüloz elde edilir. Suda çözünür niteliğe sahip olması için selüloz birimlerinin belirli pozisyonlarında bulunan hidroksil gruplarının yerini karboksimetil grupları almıştır. Ticari olarak, bu ikame (substitüsyon) derecesi genellikle 0.6 - 1 arasındadır. İkame derecesi, her bir anhidro glikozda, karboksimetilselüloz gruplarıyla yer değiştiren ortalama hidroksil gruplarının sayısını ifade eder.

Karboksimetilselüloz, Fermente süt içeceklerinin yapımında ısıtma işlemi uygulamasından önce proteinlerin stabilizasyonunu sağlar, böylece ısıtma sırasında pıhtılaşmayı önler. Bunun dışında, nişasta ve diğer hidrokoloidlerle birlikte tatlı kremlerinde, jel halindeki süt ürünlerinde ve krem şantiyli tatlılarda serum ayrılmasını önlemek ve aynı zamanda istenen kaymağımsı tadı sağlamak amacıyla kullanılabilir.

#### 6.2.5.5. Diğerleri

Sütü tatlılarda ağırlıklı olarak karragenenlerden yararlanılmakla birlikte, aljinatlar, keçi boynuzu sakızı, guar sakızı ve ksantan sakızı gibi diğer hidrokoloid karışımları da kullanılmaktadır. Çünkü, bir sakızın tek başına kullanımı son üründe belirli özelliklerinin sağlanmasında yeterli olmamakta, bunun için de farklı sakızlar arasındaki sinerjizmden yararlanılabilmektedir.

Aljinat, sıcak su akıntılarının soğuk su ile karşılaştığı kışlarda bulunan kahverengi deniz yosunlarından elde edilir. Aljinik asit ve bunun sodyum tuzları birçok gıdada kullanılır. Aljinatlar kalsiyum tuzlarıyla reaksiyona girdiklerinde, hızlı bir şekilde, termo-irreversibil, ağızda stabil kalarak tadı maskelleyen sıkı jeller oluştururlar. Süt doğal olarak kalsiyum içerdigi için sütlün yer aldığı sistemlerde normal olarak sodyum aljinatla birlikte fosfatların kullanımına gereksinim duyulur. Aljinatlar, asit karakterli süt ürünlerinin ve pudinglerin üretiminde kullanılan sakız karışımlarında yer alır.

Agar-agar, Rhodophyceae sınıfına dahil deniz alglerinden ekstrakte edilen sülfatlandırılmış kompleks bir polimerdir. Jelleştirici etkisi güçlüdür. Oluşturduğu jeller sıkı ve kırılındır, serum ayrılması gösterir ve jelin erime sıcaklığı 85°C'nin üzerinde olduğu için ağızda erimez. Asit karakterli sütü



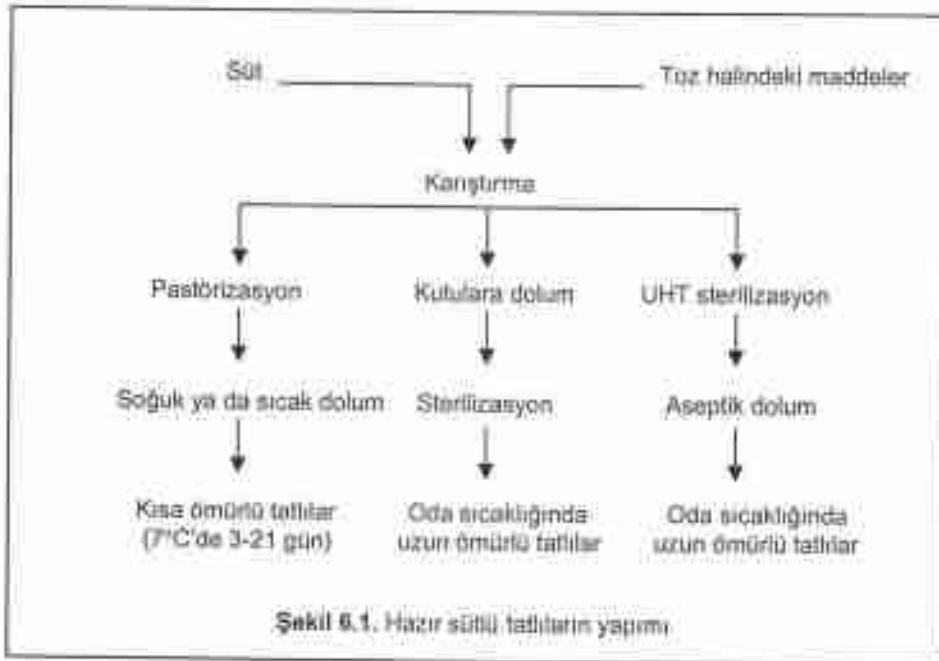
tatılarda jelatinle birlikte kullanımı önerilmektedir. Ayrıca, nişastanın kullanılmadığı sütü tatılarda ve pudinglerde kullanılmaktadır.

Ksantan sakızı ticari olarak *Xanthomonas campestris* mikroorganizminden elde edilen ekstraselüler bir polisakkarittir. Gıda endüstrisinde kıvamı artırmak ve stabilizasyonu sağlamak amacıyla yaygın biçimde kullanılmaktadır. Galaktomannanlarla (örneğin keçi boynuzu sakızı) moleküler interaksiyona girerek kohezif, termoreversibil jeller oluşturur. Ksantan sakızının diğer sakızlarla veya nişastayla oluşturduğu karışımlar pudingler ve esli kerakterli sütü tatılarda kullanılabilir.

Jelatin hayvansal bir proteindir. Deri, boynuz veya kemiklerin asitle ya da alkali ile ekstraksiyonu yoluyla elde edilir. Pudinglerde jel oluşturmak amacıyla kullanılır.

### 6.3. Hazır Sütü Tatıların Yapımı

Hazır sütü tatıların endüstriyel yapımı aşamaları genel olarak Şekil 6.1'deki gibidir.



Şekil 6.1. Hazır sütü tatıların yapımı

#### 6.3.1. Pastörize hazır sütü tatıların yapımı

Plakalı ya da borulu pastörizatörde uygulanan ısı işleminden sonra sıcak dolum (70°C) yapılan tatılarda raf ömrü 7°C'nin altındaki depolama sıcaklıklarında 3 - 4 hafta kadardır. Pastörizasyondan sonra soğuk dolum (çoğunlukta 7°C'nin altında) yapılan ürünlerde ise raf ömrü 5 - 10 gün arasında değişir. Raf ömrü sınırlı olan pastörize jölelerde, doğal nişasta (tercihen

amilopektin yönünden zengin) ile birlikte karragenan kullanılabilir. Kaymağımsı tatlılarda veya işleme sırasında homojenizasyona tabi tutulacak tatlılarda esterleştirilmiş nişasta kullanımını önerilir.

### 6.3.2. UHT yöntemiyle sterilize hazır sütlü tatlıların yapımı

UHT yöntemiyle sterilize hazır sütlü tatlı yapımı şu aşamalardan oluşmaktadır:

- Toz halindeki tüm katkı maddeleri harmanlandıktan sonra, homojen bir sıvı elde edebilmek için sıcaklığı 4 - 7°C olan süttten bir miktar ilave edilir. Bu ön karışım, geriye kalan soğuk süte katılır ve iyice karıştırılır. Bunun için ısıtmaya gerek yoktur.
- Karışım 70 - 75°C'den 90°C'ye kadar değişebilen sıcaklıklarda 10 dakika süreyle ön ısıtmaya tabi tutulur.
- (UHT işleminden önce veya sonra) homojenize edilir.
- Karışım ön ısıtma sıcaklığında bekletilir.
- UHT yöntemiyle sterilize edilir.
- Soğutulur ve dolun sıcaklığında bekletilir.
- Polietilen torbalara ya da TetraBrik kutulara sıcak (70°C) veya soğuk (<10°) dolun yapılır.
- Oda sıcaklığında depolanır.

Süt içerisinde topaklaşmadan dağılmaıan için, hidrokolloidler, özellikle de karragenan ya önceden toz halindeki diğer katkı maddeleri ile harmanlanır ya da sıvıya yavaş yavaş ilave edilirken bir yandan da kuvvetlice karıştırma işlemi uygulanır. Nişasta, karragenan ve diğer katkı maddelerinin (kakao gibi) dibe çökmesini önlemek için tanktaki karıştırma işlemi kesintisiz sürdürülmelidir.

Karşıma uygulanan ön ısıtma sıcaklığı (70°C) karragenanın çözünmesi için gerekli en düşük sıcaklık derecesidir. Karragenan, gereğine uygun şekilde çözündürüldüğü takdirde sterilizasyon sırasında çok az bir kıvam artışı sağlar. UHT işleminde stabilitesini korur ve ayrıca sütlü tatlıların sahip olduğu nötrai pH değerine yakın pH değerlerinde uygulanan mekanik işlemlere dayanım gösterir.

Nişastanın ürüne özgü tekstür ve tat özelliklerini oluşturabilmesi için jelatinizasyon düzeyi kontrol altında tutulmalıdır. Ön-ısıtma aşamasında ve daha sonraki UHT işlemi sırasında uygulanan ısıtmanın şiddeti jelatinizasyon derecesini etkiler. UHT işleminin sonuna doğru nişastanın optimum düzeyde şişmesi ile son üründe optimum bir tekstür elde edilir.

### 6.3.2.1. UHT yöntemiyle sterilize hazır sütü tatlıların niteliklerini etkileyen faktörler

#### 6.3.2.1.1. Nişastanın çeşit ve miktarı

Bu konuda yapılan çalışmalar, indirek yöntemle UHT sterilize tatlılarda asitle mumsu nişasta (Cerestar Tax 06304) kullanımının, depolama sırasında serum ayrılmasının önlenmesi ve stabilitenin korunması bakımından fosfalandırılmış mumsu nişasta (Cerestar Flo 06307) ve doğal nişastadan daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.

İstenen yapı ve tat özelliğinin sağlanabilmesi için tatlı formülasyonlarında en az % 3 oranında nişasta kullanılması gerekmektedir.

#### 6.3.2.1.2. İşleme parametreleri

UHT yöntemiyle sterilize sütü tatlılarda istenen yapı ve tat özelliğinin elde edilmesi için uygulanacak optimum işleme parametreleri Çizelge 6.4'de verilmiştir.

**Çizelge 6.4.** UHT yöntemiyle sterilize hazır sütü tatlı yapımı için gerekli optimum işleme parametreleri

İşleme parametresi	Direk yöntemle sterilizasyon	İndirek yöntemle sterilizasyon (plakalı)	Yüzey sıyrılmalı ısıtma
Ön ısıtma		65 - 78°C, bekletmeksizin	
Homojenizasyon	Tekatür ve tat kusurlarına yol açmaması için önerilmemektedir	UHT işleminden önce kumlu yapı oluşumunu önlemek için yaklaşık 20 kg/cm <sup>2</sup> basınç altında	UHT işleminden önce kumlu yapı oluşumunu önlemek için yaklaşık 75 kg/cm <sup>2</sup> basınç altında
Sterilizasyon	142°C/5 sn	140°C/10 sn	İndirek 138°C/5 sn

Kaynak: Rapaille ve Vanhemelryck, 1977.

#### - Ön ısıtmanın etkisi

Ön ısıtmanın şiddeti UHT sterilize tatlıların sertliğini azaltmaktadır. UHT sterilizasyon aşamasındaki sıcaklık, nişastanın optimum düzeyde kıvam sağlayacak kadar jelatinize edilmesi için yeterlidir. Ön ısıtma işleminin yüksek derecelerde yürütülmesi nişastanın daha fazla oranda jelatinize olmasına yol açmakta, bu da daha sonraki UHT sterilizasyon sıcaklığında kıvamın azalmasına neden olmaktadır.

#### - Homojenizasyon basıncının etkisi

Homojenizasyon işlemi, direkt yöntemle sterilize edilen sütlü tatlıların tekstürü üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Fakat, indirek yöntemle sterilize edilen tatlılarda pürüzsüz bir tekstür elde edilebilmesi için 20 kg/cm<sup>2</sup> gibi düşük bir basınçta homojenizasyon uygulanması gerekmektedir. Ayrıca, yüzey sıyırma ısıtıcılarda yürütülen sterilizasyon işlemine, plkallı ısıtıcılarda yapılan sterilizasyona kıyasla biraz daha yüksek homojenizasyon basıncına ihtiyaç duyulmaktadır.

#### - UHT sterilizasyon işleminin etkisi

Jel tipi sütlü tatlıların 142°C'de 5, 10 ve 15 saniye süreyle sterilizasyonu sırasında, sterilizasyon sıcaklığında bekleme süresi 5 saniyeden 15 saniyeye doğru uzadıkça ürünün kıvamının azaldığı görülmüştür. Buna karşın, bekleme süresi kısaltıldığında, son ürünün oda sıcaklığında depolanması sırasında kalıntı proteolitik enzim aktivitesi artış göstermiş ve tatlının sertliği azalmıştır. Fakat, bu azalmanın proteoliz düzeyi ile bağlantılı olmadığı, olasılıkla depolama sırasında nişasta ve karragenan molekülleri arasındaki karşıklı çekim kuvvetlerini azaltan fizikokimyasal değişimlerden eri geldiği belirtilmiştir.

#### - Dolum koşullarının etkisi

UHT yöntemiyle işlenen tatlılar soğutulurken dolum sıcaklığına ve kullanılan karragenanın ve diğer katkı maddelerinin çeşidine bağlı olarak değişen bir tekstürel gelişim gösterirler.

Karragenanın jelleşme noktasının üzerindeki sıcaklığlarda, rneğin 70°C civarında sıcak dolum yapıldığında, dolumdan sonraki soğutma aşamasında jel donup katılaşır. Bu tip bir dolum kaymağımsı tatlılarla jel tipindeki, kalibinden ıkanılmayan tatlılar ve bazı hallerde de taban kısmında meyve veya karamel sosu bulunduran jel tipi tatlılar açısından uygundur.

Karragenanın jelleşme noktasının altındaki sıcaklığlarda, rneğin 10°C civarında soğuk dolum yapıldığında kesme kuvvetlerinin etkisiyle jel parçalanır. Bu durum kaymağımsı tatlılar açısından yararlıdır. İmitasyon krem şantiyin kullanıldığı tatlılarda veya çok katlı tatlıların elde edilmesinde soğuk dolum uygulanır. Bu işlem sıcak doluma göre daha ekonomiktir.

#### 6.3.2.2. UHT yöntemiyle sterilize hazır sütlü tatlıların tekstürel zellikleri

UHT yöntemiyle sterilize kaymağımsı ve jel tipindeki tatlılarda aranan tekstürel parametreler izelge 6.5'de verilmiştir.

**Çizelge 6.5.** UHT yöntemiyle sterilize hazır sütlü tatlıların tekstür kriterleri

Tekstür parametresi	Kaymağımsı tipte tatlı	Jel tipinde tatlı
Viskozite (mPa s)	750 - 1100	650 - 1000
Sertlik (N)	0.5 - 1.0	1.0 - 1.50
Kohezyon	0.70 - 0.90	0.50 - 0.70

Kaynak: Rapaille ve Vanhemelrijck, 1992.

Kaymağımsı tatlılar düzgün bir tekstüre, camı bir yüzey görünümüne ve ağır bir yapı özelliğine sahip olmalıdır. Ürün hafif jelleşmiş bir durum göstermelidir. Jel halindeki tatlılar da nisbeten sıkı, homojen jel kıvamında olmalıdır.

## KAYNAKLAR

- MAY, C.D. 1997.** Pectins. In: "Thickening and Gelling Agents for Foods". Ed. by A. Imeson. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, 2 - 6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. pp. 230 - 261.
- ONSOYEN, E. 1997.** Alginates. In: "Thickening and Gelling Agents for Foods". Ed. by A. Imeson. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, 2 - 6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. pp. 22-44.
- RAPAILLAE, A., J. VANHEMELRIJCK. 1997.** Modified starches. In: "Thickening and Gelling Agents for Foods". Ed. by A. Imeson. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, 2 - 6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. pp. 200 - 229.
- RAPAILLAE, A., J. VANHEMELRIJCK. 1992.** Milk based desserts. In: "The Technology of Dairy Products". Ed. by R. Early. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, Wester Cleddens Road, Bishopbriggs, Glasgow G64 2NZ, UK. pp. 221 - 246.
- THOMAS, W.R. 1997.** Carrageenan. In: "Thickening and Gelling Agents for Foods". Ed. by A. Imeson. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, 2 - 6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. pp. 45 - 59.
- ZECHER, D., T. GERRISH. 1997.** Cellulose derivatives. In: "Thickening and Gelling Agents for Foods". Ed. by A. Imeson. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, 2 - 6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. pp. 60 - 85.

## İNDEKS

- A vitamini, 3, 22, 25, 54, 92, 115-116  
Agar-agar, 178, 182  
Aljinat, 20-21, 54, 104-106, 180, 182  
Annatto, 18, 54, 88  
Antioksidanlar, 39, 90-91  
Antioksidan sinerjistleri, 90-91  
Apokarotenol, 88-89  
Aroma maddeleri, 16-17, 19, 54, 96-98, 175, 178  
    aromalı sütlerde, 16-17  
    hazır sütü tatılarda, 175  
    proteince zenginleştirilmiş sürülebilir yağlarda, 97-98  
    rekombine süt ürünlerinde, 55  
    sürülebilir yağlarda, 98  
Aromalı süt, 16, 18-20, 22-23, 35, 54  
    formülasyonu, 16  
Aromayı güçlendiren maddeler, 89  
Asit kazein, 138-138, 140, 150, 152, 155-156, 158-160  
Askorbik asit, 22, 89-91, 123  
Aspartam, 90, 175  
Az yağlı süt, 3, 15, 20, 100
- Bebek mamaları, 2, 41, 43, 51, 84-85, 99-100, 109, 110-111, 117-121, 123-125, 159, 169  
    bileşimi, 123-125  
    lipid fraksiyonuna göre, 111-112  
    soya-esaslı, 125, 126  
    süt-esaslı, 123  
    tipleri, 110-111  
        edapte, 114, 118  
        prematür bebekler için formüle edilen, 110  
        süt alerjisi bulunan bebekler için formüle edilen, 110-111  
        tamamlayıcı, 110  
        tıbbi amaçlı, 111  
    üretimi, 120-122  
β-karoten, 88-89  
B kompleksli vitaminler, 3, 115  
Bregott, 96
- Ce:P oranı, 116, 119  
C vitamini, 3, 116, 118, 122, 124-125  
Clover, 96
- Çikolatalı süt, 17-18, 20-21, 23-24, 178

- Çözünürlüme, 8-9, 18, 30, 37-38, 128, 140, 144, 150, 169, 179-180  
hidrokolloitler, 179-180  
kalsiyum tuzları, 15  
proteinler, 128, 140, 145, 150  
renk maddeleri, 18  
süttozları, 30, 38
- D vitamini, 2-3, 5-6, 9, 14, 22, 25, 92, 116, 125  
Dondurulmuş krema, 44, 49  
Dövülebilirlik, 42-43, 104-105, 157, 169
- E vitamini, 92, 116, 125  
Emülsifiyerler, 20, 53, 88, 92, 100, 105, 121, 154  
rekombine süt ürünlerinde, 53-54  
imitasyon süt ürünlerinde, 88, 92  
peynirde, 92-93  
kremada, 105  
Emülsiyon aktivitesi, 154  
Emülsiyon oluşturma kapasitesi, 42-43, 154  
Emülsiyon stabilitesi, 42, 106, 154  
Enteropatojenik *Escherichia coli*, 77  
*Escherichia coli*, 23, 50, 77
- Filled süt, 92, 99-100  
Filled süt ürünleri, 100  
Fizikokimyasal özellikler, 129-130  
süt proteinleri, 129-130  
Folik asit, 3, 115, 118, 122-123, 125  
Fursellaran, 20-21, 173
- Hazır sütü tatlılar, 174, 183-187  
pastörize, 183  
UHT yöntemiyle sterilize, 184-186  
Hidrokoloidler, 20-21, 172-173, 177-179, 181-182, 184  
Hindistan cevizi yağı, 44, 84, 86, 104-105, 120, 123  
Hiperimmünize sığır kolostromu, 78  
Hurma yağı, 44, 84, 86-87, 91
- Isı stabilitesi, 30, 42-43, 50, 53, 64, 119, 128, 151
- İkame ürün, 83-85, 92, 99-100, 102, 104, 156, 164-165  
tanımı, 83  
İmitasyon krema, 85, 100, 104

İmitasyon krem şanti, 84, 104-105, 174, 186

İmitasyon peynir, 84, 92-93, 157

formülasyonu, 92

eritme, 94

simüle soya, 95

İmitasyon ürün, 84-86, 88, 95, 100, 141,

imitasyon yağ, 95

İmmüoglobülinler, 78-78, 109, 113, 129, 131

İnek sütünün modifikasyonu, 121-122

İşlevsel özellik, 128, 145, 148, 150

serum proteini, 147, 150

Jel filtrasyonu, 127, 145, 149, 151, 152, 154

Jelatin, 21, 25, 54, 88, 136, 138, 150, 154, 165, 176, 180, 183, 184-185

Jelleşme, 21, 64, 128, 150-151, 153, 159, 173, 178-181, 186

Kadın sütü, 10, 109-110, 112-120, 159

İmmüoglobülinler, 113

mineral madde içeriği, 115

protein içeriği, 112-113

vitamin içeriği, 116

yağ asitleri kompozisyonu, 114

Kahve beyazlatıcı, 84, 88, 100, 106-107, 157-158

imitasyon, 106

Kahve kreması, 75-76, 85, 157, 158

rekombine, 75

formülasyonu, 75

Kakao, 17-18, 20-21, 23, 175, 184

Kakao tozu, 17-18, 21, 23

Kalsiyum, 4-15, 20-22, 30, 40-42, 53-54, 73-74, 87-90, 94, 97, 101, 115-117,

119, 123, 125, 127, 129-131, 134, 138-142, 144-145, 148, 150-153,

155-156, 158-161, 163-164, 167, 180, 182

biyoyararlılığı, 4, 10-11

emilimi, 6-11, 116

günlük alımı, 4, 12-13

metabolizması, 5-11

etkileyen faktörler, 6-11

sağlıkla ilişkisi, 12-14

tuzları, 9, 15, 54, 120, 182

kalsiyum içeriği, 15

Karboksimetil selüloz, 12, 20-21, 145, 151, 180, 182

Karragenan, 11, 20-21, 54-55, 75-76, 88, 105-108, 123-124, 172-175, 179, 181-

182, 184, 186,

kapta-, 175, 179, 180

lamba-, 179-180

yota-, 179-180



- Kazein, 12, 20-22, 25, 29-30, 32, 40-41, 64, 73, 87, 92, 94-95, 97, 99, 106, 110-111, 113, 115-117, 119, 121, 127, 129-140, 144-145, 150-168, 175, 180, 181  
bileşimi, 137-138  
destabilizasyonu, 134-135  
hidrolizatları, 159  
kullanımı, 156-168  
presipitasyonu, 134  
mineral asitlerle, 134  
starter kültürün oluşturduğu asit etkisiyle, 134  
özellikleri, 138
- Kazeinat, 12, 22, 29-30, 40-41, 87, 93-95, 106, 127, 129, 138-140, 144-145, 150-156, 158-168  
bileşimi, 30, 140  
kalsiyum kazeinat, 30, 41, 87, 94, 127, 139, 140, 146, 151, 155, 158, 160-161, 163-164, 167  
üretimi, 139-140  
kullanımı, 158, 160-161, 163-164, 167  
potasyum kazeinat, 30, 161, 166  
sodyum kazeinat, 22, 30, 41, 87, 93-94, 106, 139-140, 144, 151, 152, 153-155, 158-160, 163-166  
üretimi, 139
- Keçi boynuzu sakızı, 20-21, 173, 179, 181-183
- Konsanfre sığır kolostrum proteini, 78
- Ko-presipitatlar, 127, 141, 144-145, 150-151, 153, 156, 161-162, 164  
bileşimi, 144  
üretimi, 140-143
- Köpük oluşturma, 128, 150, 155-156, 163
- Krem şanlı, 50, 75-76, 84, 104-105, 174, 182, 186  
formülasyonu, 76  
imitasyon, 104-106, 174, 186  
formülasyonu, 104
- Ksantan sakızı, 20-21, 105, 180-183
- Laktalbumin, 113, 127, 129, 145
- Laktaz, 22-23
- Laktik asit kazeini, 134, 136-138
- Laktoz, 19, 22-25, 29-30, 35-37, 52, 78, 84, 87, 100, 110-112, 114, 116-118, 120-121, 123, 134-136, 138, 140-141, 144-146, 148-149, 159-160  
hidrolizasyonu, 23  
hidrolize süt, 23-24  
hidrolize dondurma, 24  
hidrolize peynir, 24  
hidrolize toz, 35  
intoleransı, 22-23, 35, 84, 111, 118  
rekombine süt ürünlerinde, 52, 78
- Mısır özü yağı, 16, 86-87, 120

Mısır şurubu, 19, 87, 111, 123-124  
Mineral asit kazein, 133-134  
Mineral maddeler, 1, 50, 110, 115, 117, 119, 121-123-131  
Modifiye tozlar, 35

Nişasta, 16, 20-22, 88, 99, 120, 173-174, 176-177, 181-186  
doğal, 175-176, 186-187  
mısır, 21, 172, 176  
modifiye mısır, 20

Osmolalite, 117  
Osteoporoz, 4-5, 7-8, 12-13, 101

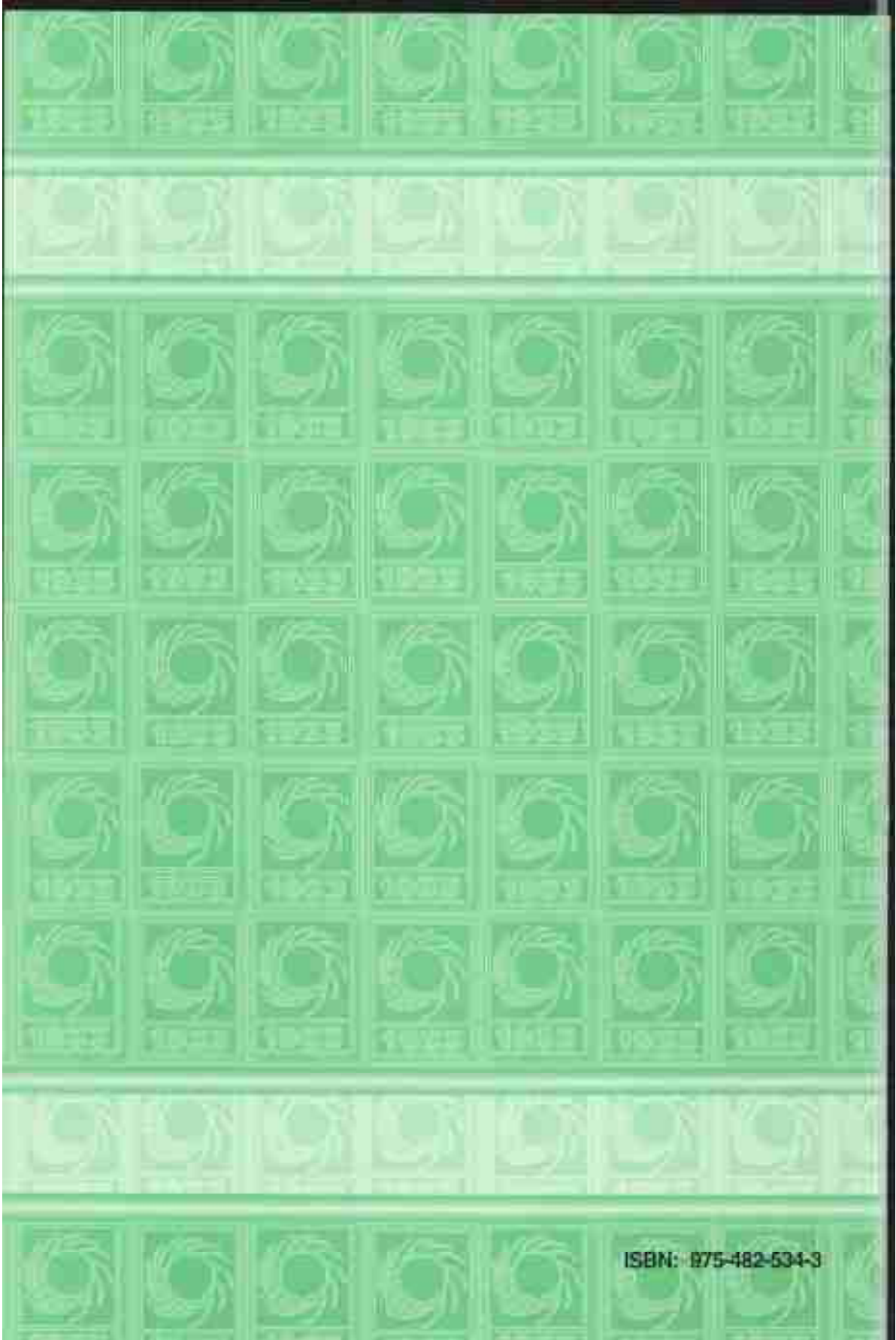
Pektin, 11, 20-21, 99, 176, 179, 181-182, 184  
düşük metoksil, 21, 179, 182  
yüksek metoksil, 22, 182  
Proteince zenginleştirilmiş sürülebilir yağ, 99-101

Rekombinasyon aşamaları, 56  
Rekombinasyon olanakları, 54  
Rekombine krema, 75  
Rekombine pastörize süt, 42, 60-63  
formülasyon, 62  
Rekombine peynir, 35, 41, 69, 70-74  
Rekombine sterilize süt, 63  
Rekombine UHT sterilize süt, 64  
Rekombine yoğurt, 65-66  
Rekombine tereyağı, 50, 53, 67, 68  
Rekonstitüsyon, 27, 43, 55, 56-59, 61  
yarı-sürekli, 61  
Rekonstitüe süt, 34, 37-39, 55, 58-59, 61, 74, 79, 124  
Renk maddeleri, 18, 53-54, 88, 98, 175  
aromalı sülterde, 18  
rekombine süt ürünlerinde, 54  
imitasyon süt ürünlerinde, 88  
hazır sülü tatlılarda, 175  
Rennet kazein, 94, 132, 134-138, 150, 158, 164  
Retentat tozu, 35-36, 41-42, 69, 72

Sakarin, 19, 90  
Sakaroz, 19, 20, 23, 51-52, 60, 87, 99, 120, 175  
Serum ayrılması, 135, 136, 157-173, 182, 185  
Serum proteinleri, 25, 29, 31-32, 73, 76, 111-113, 116, 129-130, 136, 140, 144-145, 148, 150-156, 161-162,

- Serum proteini azotu indeksi, 32, 60, 63, 64, 73
- Serum proteini konsantrati, 41, 146, 148, 149, 154, 155, 169
  - kullanımı, 158-169
  - tozu, 145,
  - üretimi,
    - fosfat presipitasyonu yoluyla, 148
    - iyon adsorpsiyonu yoluyla, 148
    - jel filtrasyonu yoluyla, 148
    - ultrafiltrasyon yoluyla, 146-147
- Simüle imitasyon soya peyniri, 95
- Simüle ürün, 83
- Soya içeceği, 85, 100-101
- Soya ürünleri, 16, 100-101
- Soya yağı, 84, 94, 96-97, 104-105, 120, 123
- Stabilizerler, 17-20, 53-55, 86, 105, 121
  - aromalı sütte, 19-20
  - imitasyon peynirde, 88
  - sürülebilir yağlarda, 97
- Stabilize edici tuzlar, 88, 95
- Su,
  - dezenfeksiyonu, 50
  - rekombinasyon için aranan özellikler, 51
  - serbest klor içeriği, 50
- Su bağlama kapasitesi, 42-43, 128, 152
- Su tutma, 128, 145, 151, 152
- Suda-yağ emülsiyonu, 45, 53, 87
- Susuz süt yağı, 27, 33, 35, 44-49, 54, 60, 65, 67-69, 74-76, 97
  - üretimi, 45-47
  - kromadan, 45-46
  - tereyağından, 46-47
- Sürülebilir yağlar, 88, 89-92, 95-98, 99
- Süt bankası, 111
- Süt proteini alerjisi, 25, 111
- Süt proteini hidrolizatları, 127
  
- Takviyeli sütte, 1-4
  - A vitamini takviyeli, 3, 22, 25
  - D vitamini takviyeli, 2-3
  - kalsiyum takviyeli, 4
- Tamamlayıcı gıda, 2, 3
- Tatlandırıcılar, 19, 89-175
  - aromalı sütte, 19-20
  - hazır sütü tatlılarda, 175
  - imitasyon süt ürünlerinde, 89-90
- Tatlandırma derecesi, 19, 175
  
- Ticari kolostrum preparatları, 76
  - Gastrogard, 78

- Intact, 78  
Tokoferoller, 90  
Toplam süt proteini, 30, 144, 153, 162  
Triblender, 58  
Tuzsuz tereyağı, 44, 48-49, 60
- Ultrafiltrasyon, 25, 35, 60, 71, 78, 127, 145-148, 151, 154, 169
- Ventüri dağıtıcı, 57  
Viskozite, 97, 104, 107, 128, 135, 138-139, 146, 150, 152-153, 169, 175, 177, 179-181, 187
- Yağın absorbsiyonu, 117  
Yağ asitleri, 22, 44, 84, 86-87, 89, 100-101, 110, 112-114, 120  
doymamış, 22, 86, 87, 114  
doymuş, 10, 87, 114  
inek sütünde, 114  
kadın sütünde, 114  
kati ve sıvı yağların, 86-87  
Yağ bağlama, 128, 154, 164  
Yağ yerine geçen maddeler, 99  
Yağlı stzu, 28-29, 33-34, 37, 39, 40-42, 55, 61, 66, 100  
Yağsız stzu, 28-33, 35, 37, 39-41, 54-55, 60, 65, 67-69, 73-76, 102-104, 121  
ısı sınıfları, 32, 37  
düşük ısı, 37, 43  
ekstra düşük ısı, 37  
orta ısı, 32, 37, 60  
yüksek ısı, 37, 68  
Yayıkaltı tozu, 28-29, 35, 37, 40-42, 54, 60-61, 75-76  
Yumuşak fraksiyon, 44, 49-50, 96



ISBN: 975-482-534-3