SÜT VE ÜRÜNLERİ TEKNOLOJİSİ

1. İÇME SÜTÜ.....
1.1. Sütün Tanımı.....
1.2. Sütün Beslenmedeki Önemi.....
1.3. Sütün Yapısı, Özellikleri ve Bileşimini Etkileyen Faktörler .....
1.3.1. Sütün Bileşimi .....
1.3.2. Sütün Bileşim ve Miktarını Etkileyen Faktörler.....
1.4. Sütün Alımı ve İşletmeye Nakli .....
1.4.1. Sütün Alımında Yapılması Gereken İşlemler .....
1.4.2. Kontrol Testleri (Platform Testleri) .....
1.4.3. Süt Alımı ve İşletmeye Nakli Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar .....
1.5. Pastörize ve Sterilize İçme Sütü Üretimi.....
1.5.1. Pastörize İçme Sütü Üretimi.....
1.5.1.1. Pastörizasyonun Amacı ve Pastörizasyon Yöntemleri.....
1.5.1.2. Pastörize Sütün Ara Depolanması.....
1.5.2. Sterilize İçme Sütü Üretimi .....
1.5.2.1. Sterilizasyon Yöntemleri.....
1.5.2.2. UHT İçme Sütünün Ara Depolanması .....
1.5.3. İçme Sütlerinin Ambalajlanması.....
1.5.4. İçme Sütlerinin Depolanması .....
1.5.5. Pastörize ve Sterilize Sütün Farkları.....
2. YOĞURT .....
2.1. Yoğurdun Tanımı ve Çeşitleri.....
2.2. Yoğurdun Sınıflandırılması .....
2.2.1. Yağ Oranına Göre.....
2.2.2. Yapım Tekniğine Göre.....
2.2.3. Aromasına Göre.....

2.2.4. Diğer Yoğurt Çeşitleri .....
2.3. Yoğurdun Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi .....
2.4. Yoğurt Oluşum Mekanizması .....
2.4.1. Yoğurt Bakterilerinin Ortak Yaşamı.....
2.5. Yoğurt Üretim Aşamaları.....
2.6. Yoğurtta Görülen Kusurlar .....
2.6.2. Görünüş Kusurları.....
2.6.3. Tat ve Aroma Kusurları.....
2.6.4. Yapı ve Tekstür Kusurları .....
2.7. Yoğurt Kalitesine Etki Eden Faktörler .....
2.7.2. Sıcaklık.....
2.7.3. Hava .....
2.7.4. Işık.....
2.7.5. Ambalaj Materyali .....
2.7.6. Süre .....
2.8. Ayran Üretimi .....
2.8.2. Süte Su Katarak .....
2.8.3.Yoğurda Su Katarak.....
2.9. Kefir Üretimi.....
2.9.2. Geleneksel Kefir Üretimi.....
2.9.2. Endüstriyel Kefir Üretimi .....
3. TEREYAĞI.....
3.1. Tereyağı Tipleri.....
3.2. Tereyağı Yapım Aşamaları .....
3.3. Tereyağında Görülen Kusurlar.....
3.3.1. Görünüş Bozuklukları .....
3.3.2. Yapı Bozuklukları.....

3.3.3. Tat-Aroma Bozuklukları .....

3.3.4. Depolama Süresince Tereyağlarında Ortaya Çıkan Bozukluklar .....

4. PEYNİR. .....

4.1. Tanımı ve Çeşitleri .....

4.2. Peynir İşlenecek Sütün Özellikleri .....

4.3. Starter Kültürün Peynir Üretimindeki Fonksiyonu .....

4.4. Kalsiyum Klorür (CaCl2)'ün Peynirde Üretimindeki Fonksiyonu .....

4.5. Rennin'in Peynir Üretimine Etkisi .....

4.6. Beyaz Peynir Üretim Aşamaları .....

4.6.1. Çiğ Sütün Temizlenmesi .....

4.6.2. Sütün Standardizasyonu .....

4.6.3. Homojenizasyon .....

4.6.4. Isıl işlem ve Soğutma .....

4.6.5. Starter Kültür İlavesi .....

4.6.6. Kalsiyum Klorür İlavesi .....

4.6.7. Sütün Pıhtılaştırılması (Maya İlavesi) .....

4.6.8. Pıhtının İşlenmesi .....

4.6.9. Peynir Altı Suyunun Uzaklaştırılması (Süzme) .....

4.6.10. Baskıya Alma (Presleme) .....

4.6.11. Tuzlama .....

4.6.12. Olgunlaştırma .....

4.7. Pişirilerek Yapılan Peynirlerin Üretim Aşamaları .....

4.8. Peynirin Ambalajlanması .....

4.9. Peynir Depolama .....

4.10. Peynirde Kalite .....

4.11. Peynir Kusurları .....

KAYNAKÇA. .....

1. İÇME SÜTÜ

Sütün tanımı ve özellikleri aşağıda anlatıldığı gibidir.

1.1. Sütün Tanımı

Süt; dişi memeli hayvanların yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek üzere süt bezlerinde hayvan türlerine göre farklı sürelerde salgılanan, içinde yavrunun kendi kendisini besleyebilecek bir durumagelinceye kadar almak zorunda olduğu tüm besin maddelerini gerekli oranlarda bulunduran, porselen beyazı (beyaz-krem) renginde, kendine has tat ve kokusu olan bir sıvıdır.

Elde edildiği canlıya göre isimlendirilen süt; inek sütü, koyun sütü, manda sütü vb. adlarla anılmaktadır. Süt teknolojisinde genellikle yalnızca inek sütü akla gelmektedir çünkü başta içme sütü olmak üzere birçok ürünün ham maddesi inek sütüdür.

1.2. Sütün Beslenmedeki Önemi

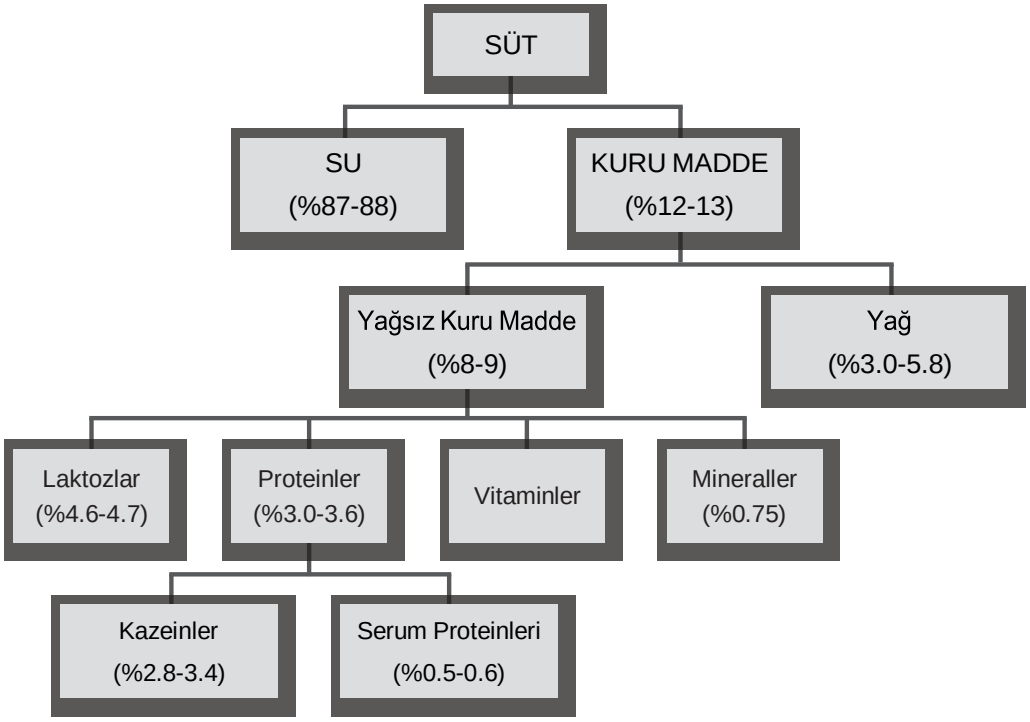
Süt diğer gıdalara oranla daha fazla yaşamsal besin ögelerini içermektedir. Bir gıdanın besin değeri, vücudun normal fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gereksinim duyduğu besin ögeleri içeriği ile ölçülmektedir. Sütte vücudun gereksinimi olan besin ögelerinin hemen hemen tamamı yeterli ve dengeli şekilde toplanmıştır. Bu nedenle de üstün özelliklere sahip bir gıda maddesidir.

Kalsiyum, fosfor ve riboflavin açısından çok önemli bir kaynaktır. Yaşamsal amino asitleri içeren yük- sek değerli süt proteini, yaşamsal yağ asitlerini içeren süt yağı, birçok mineral madde ve birçok vitamini ile süt, doğanın harika bir gıdası olarak kabul edilir. Sütün bileşiminde yer alan maddelerden bazılarısadece sütte bulunur. Hayvan memesinde süt bezlerinde sentezlenen ve yalnız sütte bulunan komponentler, laktoz, süt yağı, kazein, laktoglobulin ve laktalbumindir.

Süt koruyucu bir gıdadır. Bileşimindeki maddeler ve özellikleri nedeniyle süt sadece temel besin maddesi olarak değil, aynı zamanda koruyucu bir gıda olarak kabul edilir. Özellikle süt proteini, amfoterözelliği sonucu asit ve baz buharlarını tamponlayabilir ve zehirli ağır metalleri ve diğer sağlığa zararlı maddeleri bağlama özelliği gösterir. Bu nedenle kimya endüstrisi ve ağır endüstride, kömür ocaklarında, hava gazı fabrikalarında, kazan dairelerinde çalışan işçilere zehirlenmelere karşı korunmak üzere pan- zehir olarak sürekli süt, yoğurt verilir. Sütteki vitaminler ve özellikle kalsiyum ve fosfor gibi mineraller ise bazı hastalıkların meydana gelmesine engel olur.

1.3. Sütün Yapısı, Özellikleri ve Bileşimini Etkileyen Faktörler

Süt genel olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşur.



Şekil 1.1: Sütün bileşenlerinin dağılımı

1.3.1. Sütün Bileşimi

Bileşimi başta, alındığı hayvanın türüne bağlı olmak üzere pek çok faktöre göre değişim gösterir. Şekil 1.1'de sütün genel bileşimi yer almaktadır. Genel olarak protein, yağ şeker gibi temel kimyasal bileşenler büyük miktarda yer alır. Ancak küçük miktardaki bileşenlerin de sütün özelliklerine katkısı büyüktür. Örneğin; vitaminler besin değeri açısından önem taşır, enzimler çeşitli reaksiyonları katalize eder, bazı minör bileşenler sütün duyusal niteliklerini etkilerler. Laktoz sütün tek karbonhidratıdır, glikoz ve galaktozdan oluşan bir disakkarittir. Sadece sütte bulunur, beyin ve sinir gelişimi için önem taşır.

1.3.2. Sütün Bileşim ve Miktarını Etkileyen Faktörler

- **Hayvanın türü:** Genel olarak iri yapılı hayvanlar daha fazla süt salgılarken, küçük cüsseli hayvanlar miktarca az fakat bileşimleri daha yoğun süt salgılamaktadır. Hayvan türlerinin yaşadığı coğrafik bölgelerin yapısına göre de hayvan türlerinde sütün bileşimi ve miktarı değişmektedir.
- **Hayvanın yaşı:** Yaş hayvanların süt verimi ve bileşiminde belirleyici bir faktördür. Hayvanlarda birinci laktasyondan sonra yani hayvanlar ilk doğumlarını yaptıktan sonra genel olarak bireysel faktörlerde dikkate alındığında 8-10. laktasyona kadar süt veriminde

artış görülür. Bundan sonrada düşüş görülmektedir. En iyi süt verimi hayvanın bakım ve besleme koşulları ile bireysel faktörlerini etkisi de dikkate alındığında 2-3. laktasyondan sonra başlamaktadır.

- **Hayvanların ırk ve kalıtım özellikleri:** Aynı türe ait hayvanlar arasında ırka bağlı farklılıklar görülebilir. Örneğin, Jersey ırkı %7 yağlı ve az süt verir.
- **Yetiştirme ve bakım:** Bakım ve besleme koşulları hayvanların süt verimini ve bileşimini etkilemektedir. Yeterli düzeyde yem ve su verilen temiz ahırlarda ve havalandırma koşullarında yetiştirilen hayvanlarda süt verimi artmaktadır. Bakım şartları kötüleşen ve yetersiz beslenen hayvanlarda ise süt verimi düşmektedir. 37oC'nin üzerinde, kapalı ve O2'ni az ortamda beslenen hayvanlarda süt verimi düşer, sütte yağ oranı artar
- **Mevsimsel etkiler:** Mevsimsel geçiş dönemleri, sıcaklık, nem ve gün ışığının etkisi önemlidir. Mevsimlere bağlı olarak yem miktarı ve çeşidindeki değişim hayvanların süt verimi ve bileşimini değiştirebilir. Genel olarak kış aylarında yağ miktarı artarken süt miktarı düşmektedir. Hava sıcak- lığı ve nispi nemdeki artış özellikle süt yağındaki kısa zincirli yağ asitlerinde (6-12 ºC) azalmaya neden olur. Mevsimlerin etkisi ile süt yağı dışında mineral madde, protein ve laktoz miktarlarında da değişimler olduğu görülebilir.
- **Sağım süresi:** Sağım süresinin en önemli etkisi süt yağı üzerinedir. Sağım başlangıcında sütteki yağ oranı %1-2 olmasına karşılık sağımın son evrelerinde %6-7'ye ulaşır.
- **Sağım sayısı:** Sağım sayısının artması süt miktarını artırır. Gün boyunca 3 kez sağılan ineklerin 2 kez sağılanlara göre yaklaşık %10 daha fazla; 4 kez sağılanların da %16 daha fazla süt verdikleri gözlenmiştir.
- **Hastalık:** Memeye ilişkin hastalıklar ya da hayvanın genel sağlık durumundaki bozulmalar sütveriminde azalmaya yol açar.
- **Meme lobu:** Her meme lobu birbirinin benzeri işleve sahiptir. Birbirinden bağımsız olarak süt salgılar. Dolayısı ile her loba ait sütün bileşimi diğerlerinden az da olsa farklıdır. Farklılığa sürekli sağım, lobdaki travmatik yaralanmalar ya da enfeksiyonlar neden olabilir.
- **Laktasyon dönemi:** Laktasyon dönemi süt bileşimini ve miktarını değiştiren en önemli etkilerden biridir. Bu dönemdeki ilk süt normal süt özelliğinde olmayıp yöresel olarak ağız sütü denilen kolostrum olarak tanımlanmaktadır. Kolostrum bileşim ve özellikleri açısından normal sütten farklıdır ve doğumdan sonra 6. güne kadar normal sütle karıştırılmamalı, ürünlerin üretiminde kullanılma- malı ve mutlaka yavruya verilmelidir. Tuzlumsu tatta, sarı veya kahverengimsi renkte, %25-30 oranında kuru maddesi olan ve protein oranı çok yüksek olan bir süttür. Özgül ağırlığı, asitliği ve viskozitesi yüksek olup ısıl işleme son derece hassastır.

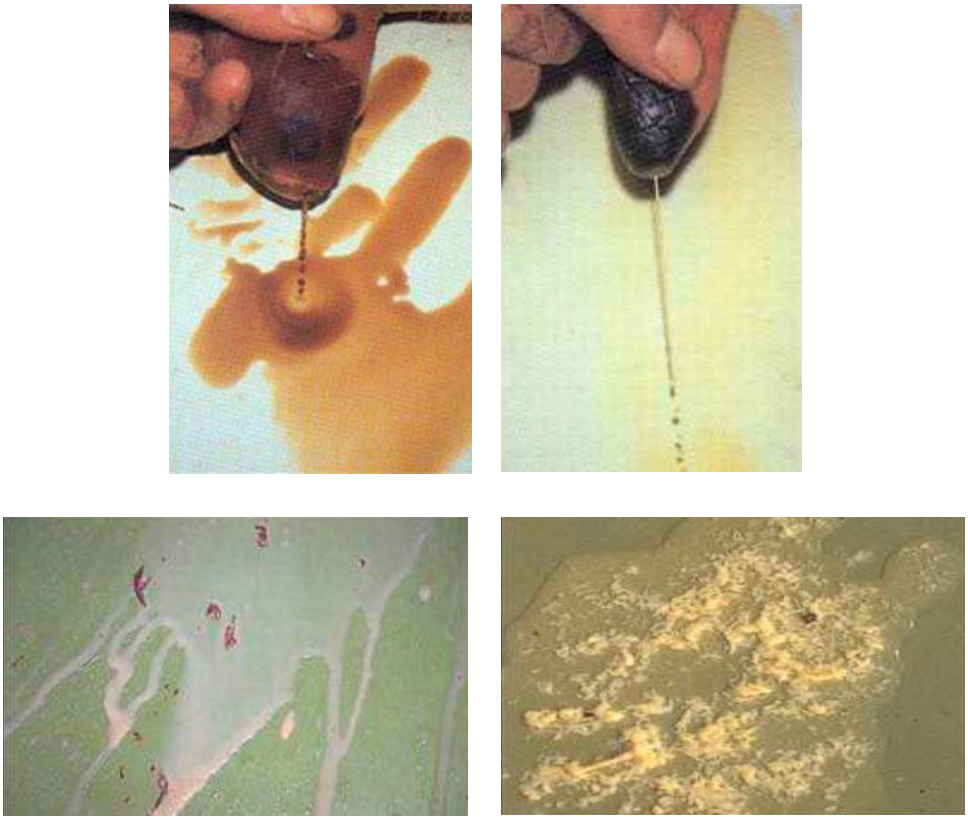
Görsel 1.1: Kolostrum (ağız sütü)

Genel olarak laktasyon döneminin ilk 5-6 haftasında süt veriminde bir artış görülmekte, daha sonraki dönemde giderek bir azalma gözlemlenmektedir. Laktasyon süresince en büyük değişiklik yağdameydana gelir ve bunu protein izler. Buna karşılık laktoz ve tuz miktarı oldukça sabittir. En az değişiklik süt şekerinde meydana gelmektedir. Yağ ve proteindeki değişiklikler, süt teknolojisi ve ekonomik açıdan önem taşır. Bu nedenle süt alımında yağ kontrolünün sürekli yapılması ve ona göre fiyatlandırma söz konusudur. Bazı ülkelerde protein miktarına göre de ödeme sistemleri geliştirilmiştir. Sütün yağ miktarı ekonomik yönden olduğu kadar son üründe bulunması zorunlu miktarın ayarlanması açısından da sürekli kontrol edilmek zorundadır.

- **Mastitisin etkisi:** Başta süt inekleri olmak üzere koyun ve keçilerde en çok rastlanan hastalık **mastitis** adı verilen, bazen meme yangısı olarak da ifade edilen meme iltihaplarıdır. Meme iltihaplanmalarına genellikle çeşitli mikroorganizmalar neden olur. Mikroorganizmalar, meme ucundaki süt kanalından girerek memeye bulaşır. Buradan salgı bezlerine ve sonra alveollere geçer. Sütü yapan hücrelerin kazein, laktoz ve yağ sentezleme yeteneklerinde düşme olur. Diğer bir ifade ile sütün bu bileşenlerinin miktarlarında azalma meydana gelir.

Mastitis nedeniyle meydana gelen teknolojik sorunlar şunlardır:

- Peynir mayası ile kazeinin pıhtılaşmasında güçlükler meydana gelir. Bunun sonucunda peynir suyu yeterince ayrılmaz, peynirin olgunlaşmasında gecikmeler, aksamalar olur.
- Sütün sıcaklığa karşı stabilitesinde azalmalar olur. Özellikle sterilizasyon işlemlerinde tortumeydana gelir.
- Toplam kuru madde miktarında azalma olacağından, pek çok süt mamulünün randımanında düşmeler görülür.



Görsel 1.2: Mastitisli süt örnekleri

1.4. Sütün Alımı ve İşletmeye Nakli

Süt sektörünün en büyük sorunu ham maddedir. Türkiye'de günümüze kadar uygulanan hayvancılıkpolitikaları nedeniyle modern ahırlar kurulamamış ve kurulan ahırlar da ekonomik koşullardan dolayıkapanmak zorunda kalmıştır. Bunun sonucunda da ülkemizdeki hayvancılık işletmelerinin çoğunluğu köylerde küçük aile işletmeciliği düzeyinde kalmıştır. Üretim ve ahır hijyeninde gelişme sağlanamadığıiçin süt daha sağım anında kirlenmektedir. Bu durum sütün üreticiden alınıp işletmeye ulaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Sütün üretiminden işletmeye ulaştırılmasına kadar olan süre içinde soğuk zincirin kurulamaması da kaliteyi olumsuz yönde etkilemekte ve fabrikalara gelen çiğ süt kısa sürede bozularak ürüne işlenemez duruma gelmektedir. Bu durum önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Sokaksütçüleri veya süt toplayıcılar bu tür sütlerin kesilmesini önlemek için süte çeşitli maddeler katmakta ve sağlık sorunu yaratmaktadırlar.

1.4.1. Sütün Alımında Yapılması Gereken İşlemler

Kaliteli bir ürünün ancak kaliteli ham maddeden üretileceğini bilen modern büyük işletmeler; kontrol ederek aldıkları sütleri köylerde veya belirli merkezlerde kurdukları toplama merkezlerinde 4°C'ye soğutarak, izolasyonlu tankerlerle soğuk zincir altında işletmeye ulaştırır. İşletme laboratuvarında yeniden analiz ederek uygun görülen üretim birimine dağıtımını yapmakta ve standart tipte kaliteli ürün üretmektedir.

Fotoğraf 1.3: İzolasyonlu süt tankeri

Küçük işletmeler sütü yakın çevreden temin edebilir. Bu durumda günlük ihtiyaç kadar süt alınacağından üretici sütünü güğümler içinde ve sabah sağımdan hemen sonra soğutmadan işletmeye getirebilir. Bu durumda soğutma işletmede yapılır. Gerekli kalite kontrolleri yapıldıktan sonra uygunsa işletmeye kabul edilir. Büyük işletmelerin ihtiyacı fazla olduğu için süt, uzun mesafelerden temin edilmek zorundadır. Bu durumda sütün kalite özelliklerinin korunması açısından sütün toplanması, nakil ve işletme tarafından kabul edilmesi aşamaları oldukça önem taşımaktadır ve son derece titizlikle yapılmalıdır.

Süt temini; hayvan sahibi köylülerden doğrudan yapılabildiği gibi süt üretim merkezlerinden veya sütün toplanmasına aracılık yapan süt toplama merkezleri aracılığıyla yapılabilmektedir. Süt üretim merkezleri süt veren inek, keçi, koyun veya mandanın barındırıldığı tesis, süt sağım ünitesi veya depolama ve soğutma ünitesi içeren tesislerdir. Gerek köylüden gerek süt toplama merkezlerinden gerekse süt üretim merkezlerinden olsun, öncelikle iş kıyafetlerinin giyilip hijyen koşullarına uygun ekipmanlarla süt alımı gerçekleştirilmelidir. Ortam temizliği de önemlidir.

Süt toplama merkezleri çiğ sütün toplandığı, süzülebildiği ve soğutulabildiği tesislerdir. Süt üretim merkezinden daha dar kapsamlı, çevre köylerden gelen hayvan sahiplerinin sütlerinin toplandığı tesistir.Bu toplama merkezlerinin,

- Sütü soğutmak için soğutma ekipmanları veya uygun araçları olmalı,
- Süt burada depolanacaksa soğuk depolama teçhizatları bulunmalı,
- Tercihen sütü ön temizlemeye tabi tutulacağı ekipmanları olmalıdır.

1.4.2. Kontrol Testleri (Platform Testleri)

Kaliteli süt ve süt ürünleri üretiminde temel koşul hiç kuşkusuz kaliteli çiğ süt kullanılmasıdır. Çiğsüt kalitesinin bozuk olması, ürün kalitesinin düşük olması anlamına gelir. Hatta ileri derecede kalite bozukluğu sütü kullanılamaz hâle getirir. Bu nedenle çiğ süt kalitesinin tespiti, süt teknolojisinde önemli bir konudur. Bu amaçla her ülkede yasal birtakım düzenlemeler yapılmıştır.

Ülkemizde çiğ süt kalitesine ilişkin düzenlemeler ve uyulması gereken hususlar, Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde yer almaktadır. Bu tebliğin amacı çiğ sütün tekniğine uygun ve hijyenik şekilde üretimi, depolanması, taşınması ve pazarlanmasını sağlamak üzere özelliklerinin belirlenmesidir.

Kaliteli bir çiğ sütte istenen özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kendine özgü tat ve kokuda olmalıdır.
- Ait olduğu türün normal bileşiminde olmalı ve içinden herhangi bir madde alınmış olmamalıdır.
- Mikroorganizma yükü düşük olmalıdır.
- Patojen mikroorganizma bulundurmamalıdır.
- Sağlıklı bir hayvandan elde edilmiş olmalıdır.
- Antibiyotik, temizlik maddeleri, dezenfektan, tarım ilaçları ile hidrojen peroksit, karbonat, formaldehit gibi inhibitör maddeler ve koruyucu maddeleri içermemelidir.
- Su ilave edilmemiş olmamalı yani donma noktası - 0,520°C'den fazla olmamalıdır.

Kontrol testlerinin yapılabilmesi için önce numunenin tekniğine uygun olarak alınması gerekmektedir. Numuneler aşağıdaki tekniklerle alınmalıdır:

- **Hayvanlardan tek tek numune alma:** Eğer elle sağım yapılmışsa ilk gelen süt atılır, dört memeden sağılan süt aynı kapta toplanır ve iyice karıştırılarak numune alınır.
- **Makine ile sağım yapılması:** Sağımın sonunda, borularda süt kalmadığından emin olmak için bir miktar hava geçirilir ve sağım kovasındaki süt iyice karıştırılarak numune alınır.
- **Harmanlanmış sütten numune alınması:** Küçük kaplardaki sütler büyük kaplara alınarak iyice karıştırılır ve örnek alınır. Burada yapılacak kontrol testleri basit alet ve ekipmanlarla çiğ sütünkalitesi hakkında genel bilgi verecek nitelikte olup sütün alımı sırasında süt çiftliklerinde veya süttoplama merkezlerinde yapılan testlerdir. İşletmenin sütü kabulü sırasında yapacağı kalite kontrol analizleri daha kapsamlıdır.

Fotoğ**raf 1.4: Makine ile sağım** **Fotoğraf 1.5: El ile sağım**

- **Duyusal testler**

Sütün rengine, tat ve kokusuna, yapı ve görünüşüne bakılarak yapılır ve puanlama yoluyla değerlendirilir. Burada genel bir değerlendirme olarak koku ve görünüşüne bakılır.

- Sütün renginde görülen değişiklikler sütün kalitesi hakkında bazı şüphelere yol açar. Yağı alınmış, içine hile amaçlı su katılmış ve kuru maddesi (protein, yağ, antibiyotik, soda vb.) az olan sütlerin rengi mavimsidir. Bazı mikroorganizmalar ve bunların neden oldukları hastalıklar sütün rengini bozabilir. Çeşitli hayvan hastalıkları ve hayvan memesi hastalıkları ve bazı bakterilerin etkilediği sütler kesinlikle üretimde ve tüketimde kullanılmamalıdır.
- Süt, hayvanın yediği yemlerden, verilen ilaçlardan, mikroorganizma ve enzim faaliyetleri ile çevre koşullarından etkilenerek kötü tat ve kokuya sahip olabilir. Ahır kokusu ile soğan, sarımsak, lahana, pırasa gibi kötü tat ve kokulu yemler sütün tat ve kokusunu bozar ve durum süttebir kusur olarak kabul edilir.

- **Asitlik tayini**

Asitlik düzeyi ile sütün hijyenik kalitesi hakkında onun taze olup olmadığı konusunda bir fikir verir. Asitlik düzeyinin belirlenmesinde kullanılan en basit yöntemler; alkol testi, turnusol kâğıdı testi ve pH metre ile ölçümdür. Normal yeni sağılmış bir sütün asitlik derecesi 7-8 SH ve 6,4-6,7 pH'tır. Hastalıklı hayvanlardan elde edilen sütlerde asitlik düşer.

Yani asitliğin 5 SH' nın altında olması yani pH'nın alkali değerlere doğru yükselmesi normal kabul edilmez. Asitliğin yüksek olması ise (11-12 SH) mikroorganizma yükünün fazla olduğu an- lamanı gelir ve böyle sütler ısıl işleme dayanamaz, ısıtıldıklarında pıhtılaşır.

Fotoğraf 1.6: Ph metre

Fotoğraf 1.7: Alkol tabancası

- **Yoğunluk testi**

Sütün yağının alınıp alınmadığını belirlemek, süte su katılıp katılmadığı tespit etmek, sütünbileşimi hakkında bilgi sahibi olarak gıda kodeksi, gıda tüzüğü ve standartlarına uygun olup olmadığını belirlemek amaçları ile yapılmaktadır.

İnek sütünün ortalama yoğunluğu 1,032 g/ml olup özgül ağırlık olarak sadece 1,032 şeklindeifade edilir. Sütün hemen sağıldığı zamanki özgül ağırlığı birkaç saat beklemiş süte oranla daha düşüktür. Bunun sebebi, yağ globüllerinin bir süre bekleyince küçülmesi sonucu hacmin eksilmesi ve gazların uçmasıdır. Sütün sağılır sağılmaz özgül ağırlığının belirlenmesi doğru değildir. Üzerinden iki saat geçmesi gerekir.

Fotoğraf 1.8: Laktodansimetre

Sütün özgül ağırlığının ölçülmesinde en kolay yöntem laktodansimetre ile yapılandır. Laktodansimetrenin üst kısmında özel bir skala vardır. Buradan okunan laktodansimetre derecesinin önüne 1,0 ra-kamı eklenerek yoğunluk belirlenmiş olur. Örneğin, dansimetre derecesi 28 olarak okunduysa yoğunluk 1,028'dir.

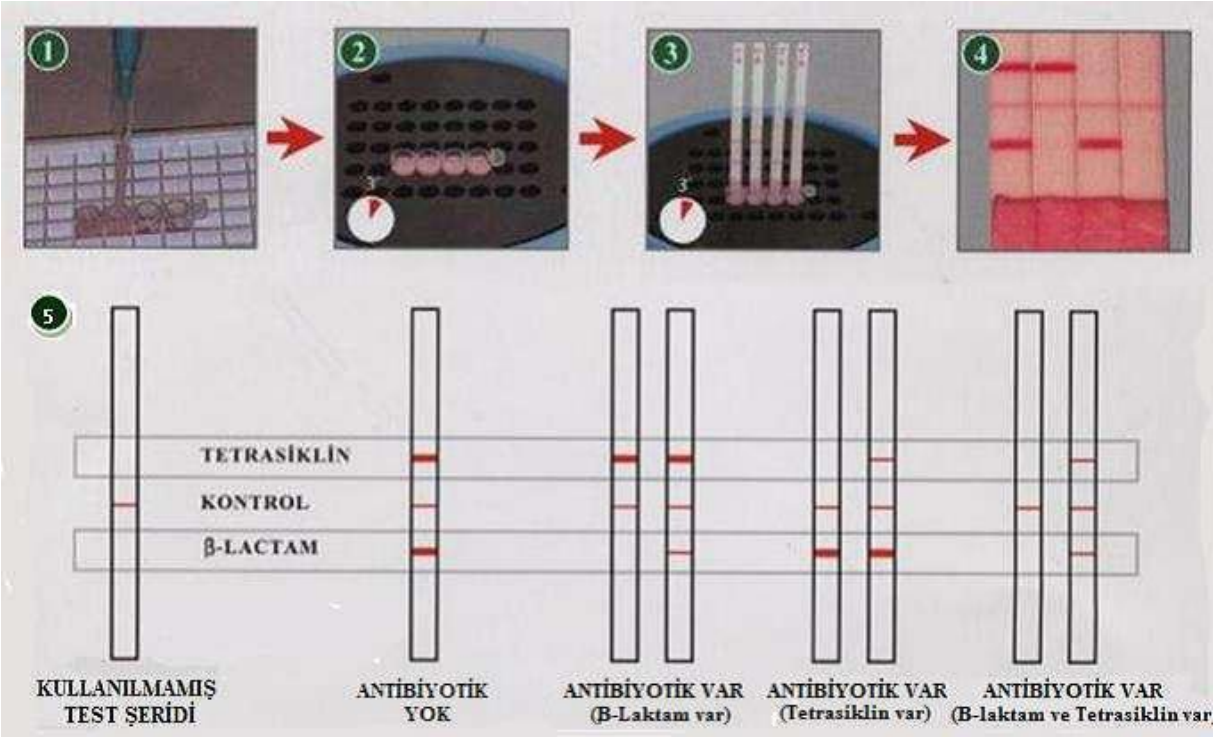
- **Mastitis testi**

Hastalıklı memeden (mastitis) elde edilen sütlerin tespiti içinde özel bir test çözeltisi kullanılarak test yapılabilir. pH değerinin yükselmesi, yani asitliğin düşmesi, hastalığın anında teşhisi içindikkate alınması gereken değişikliklerdir.

- **Antibiyotik testi**

Antibiyotik testini yapmak önceden zaman alırken günümüzde geliştirilen test kitleri ile kısa sürede sonuç alınabilmektedir. Bu amaçla 200 µl (0,2 ml) süt numunesi reaktif kaplarına alınır ve3 dk. 50°C'de bekletilir.

Test şeritleri, ok yönü aşağıya gelecek şekilde reaktif kaplarına yerleştirilir. Tekrar 3 dk. 50°C'de bekletilir. Renk yoğunluğuna bakılarak sonuç değerlendirilir. Kontrol çizgisine göre test



çizgilerigörülürse sonuç negatif, test çizgileri görünmezse sonuç pozitiftir yani antibiyotik var demektir.

Resim 1.1: Antibiyotik test aşamaları

1.4.3. Süt Alımı ve İşletmeye Nakli Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Süt alımında çalışan personelin kişisel hijyen kurallarına dikkat etmesi, sağlıklı olması ve 6 ayda bir sağlık kontrolünden geçirilmesine özen gösterilmelidir.
- Toplayıcı araçlarındaki tankların, süzgeçlerin ve tartım için kullanılan güğümlerin krom-nikel olmasına dikkat edilmelidir.
- Kullanılan yardımcı madde ve malzemelerin temiz ve kaliteli olmalı; su, buhar ve elektrikle işleyen sistemlerin kesintisiz çalışması sağlanmalıdır.
- Süt, kalite ölçütlerini korumak amacıyla sağımdan hemen sonra soğutulmuş olmalıdır. Süt soğukalınmalı ve en kısa zamanda işletmeye ulaştırılmalıdır.
- Sütün alınırken mutlaka süzülmesi ya da filtreden geçirilmesi önemlidir.
- Dışardan herhangi bir kontaminasyonun önlenmesi için sütün taşındığı tankların, güğümlerin

kapağı mutlaka kapatılmalıdır.

- Süt alınırken üreticiye sütte bir sorun olup olmadığı sorulup, sorunlu sütlerin ayrıca alınmasısağlanmalıdır.
- Sütün içine bozulmaması için herhangi bir kimyasal madde ve su karıştırılmamalıdır.
- Süt boşaltıldıktan sonra araç ve sütün temas ettiği yüzeyler dezenfektanla temizlenip, durulanmalıdır.
- Süt, toplama merkezinden alınıyorsa yine aynı hususlara özen gösterilmeli, toplama tanklarınındüzenli temizlendiğinden, sütün uygun bir şekilde soğutulduğundan (4°C) emin olunmalıdır.
- Kullanılan alet makine ve ekipmanların göstergelerinin düzgün çalışıp çalışmadığı belli periyotlarda denetlenmelidir.
- Çiğ sütün depolanma süresi ne kadar az olursa ürün kalitesinin de o kadar artacağı unutulmamalıdır.

1.5. Pastörize ve Sterilize İçme Sütü Üretimi

Pastörizasyon terimi, belirli ısıl işlemler için kullanılmaktadır. Bu terim, 1864'lü yıllarda şarabın dayanıklı olması için 50-60ºC'ye ısıtılması gerektiğini bulan Fransız bilim adamı Louis Pasteur'un adından gelmektedir. İlk güvenilir ticari pastörizasyon aygıtları 1922'de kullanılmaya başlanmıştır. İşlem daha sonraki yıllarda hızla gelişerek süt endüstrisinde önemli bir konuma gelmiştir.

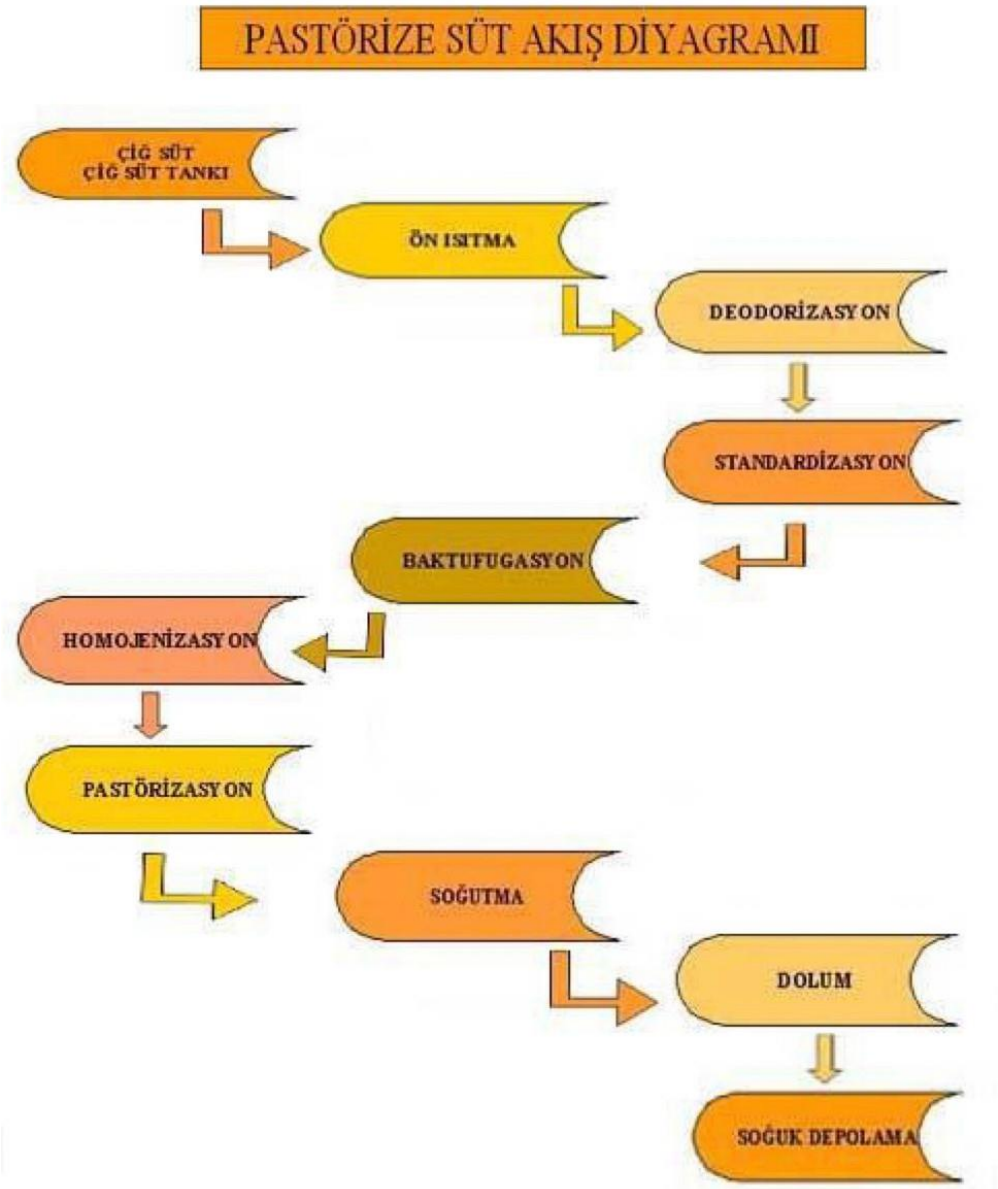
Sterilize içme sütü, hermetik olarak kapatılmış opak ambalajlarda sterilzasyon işlemi uygulanarak bozulma yapan tüm mikroorganizmaların ve bunların sporlarının yok edilmesiyle elde edilen içme sütüdür.

1.5.1. Pastörize İçme Sütü Üretimi

Türk Gıda Kodeksi -Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre **pastörizasyon**; sütteki patojen mikroorganizmaların vejetatif formlarının tamamının, diğer mikroorganizmaların büyük bir kısmının sayısını indirmek amacıyla yapılan sütün raf ömrünü uzatan, en az seviyede fiziksel, kimyasal veduyusal değişikliklerle sonuçlanan ve en az 72ºC'de 15 saniye veya 63ºC'de 30 dakika veya diğer eşdeğer şartlarda gerçekleştirilen ısıl işlemdir.

Pastörize içme sütü ise aynı tebliğe göre çiğ sütün doğal ve biyolojik özelliklerine zarar vermeden pastörizasyon işlemi uygulanarak patojen mikroorganizmaların vejetatif formlarının tamamen, diğer mikroorganizmaların büyük bir kısmının yok edilmesi ile elde edilen ve pastörizasyondan hemen sonra kısasürede 6ºC'yi geçmeyecek sıcaklığa soğutulan içme sütünü ifade etmektedir.

Fotoğraf 1.9: Pastörize süt



Şekil 1.2: Pastörize süt akış diyagramı

1.5.1.1. Pastörizasyonun Amacı ve Pastörizasyon Yöntemleri

Pastörizasyonun amaçları şunlardır:

- Sütteki sağlığa zararlı tüm bakterilerin vejetatif şekillerinin tahrip edilmesi, diğer bir deyişle insantüketimi için sütü güvenli hâle getirmek
- Sütün lezzetini bozmadan diğer mikroorganizmalar açısından belli bir redüksiyonu sağlayarakdayanıklılık süresini uzatmak

Bu iki amaç birbirinden oldukça farklı olmakla beraber uygulamada birbirleriyle oldukça ilişkilidir. Pastörizasyon yöntemleri şunlardır:

- **Kesikli (düşük sıcaklıkta uzun süreli-LTLT) pastörizasyon**

  Bu işlem, genellikle 200-1500 litre kapasiteli tanklarda yürütülmektedir. Tank çift cidarlıdır veceket içerisinden buhar veya sıcak su dolaştırılarak ısıtma sağlanmaktadır.

  Sıcaklığın sütün her tarafına eşit olarak dağıtılması için tank içerisine uygun bir karıştırıcı yerleştirilmektedir. Pastörizasyon sıcaklığının kontrolü termometre ile yapılmakta ve tankın içindeki sütün sıcaklığı istenilen dereceye gelince bu sıcaklıkta belirli bir süre bekletilmektedir. Süre sonunda ceket içerisinden soğuk su geçirilerek süt soğutulmaktadır. Isıtma ve soğutma işlemlerinin çok yavaş şekilde gerçekleşmesi ve işlemin süreklilik göstermemesi nedeniyle bu yöntem daha çok küçük ölçekli işletmeler için uygun olan bir pastörizasyon tekniğidir. Bu işlemde uygulanan ısıl işlem normları 62-65ºC'de 30-32 dakikadır.

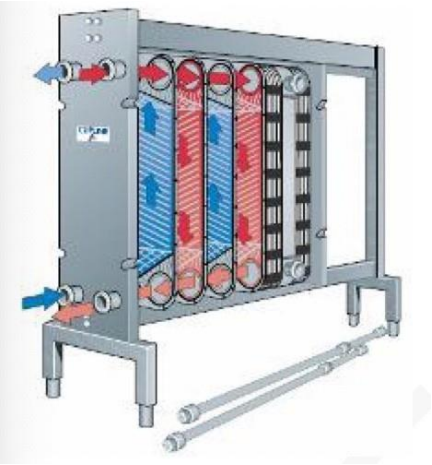
Fotoğraf 1.101: Çift cidarlı tank

- **Sürekli (yüksek sıcaklıkta kısa süreli-HTST) ultra pastörizasyon**

  HTST yönteminde süt, 72-75ºC'ye kadar ısıtılıp bu sıcaklıkta en az 15-20 saniye tutulmaktadır. Bu yöntemde, sürekli akış sistemine göre çalışan ısı değiştiricilerden yararlanılmaktadır. Isı değiştiriciler plakalı veya borulu olabilir.

- **Plakalı ısı değiştiriciler ile pastörizasyon**

Sütün pastörizasyonunda en yaygın olarak kullanılan tip, plakalı ısı değiştiricilerdir. Plakalar paslanmaz çelikten olup kalınlıkları 0,.25-1.,25 mm arasında değişmektedir. Plakalarınyüzeyleri oluklu bir biçime sahiptir. Bu şekildeki bir tasarım ile ısının süte en uygun düzeyde iletimi mümkün olmaktadır. Oluklar üzerinde destek noktaları bulunmaktadır. Plakalar belirli bir aralıkla birbiri ardına dizildiklerinde destek noktaları sayesinde sütün geçiş yapacağı akış kanallarının oluşması sağlanmaktadır. Plakaların bir yüzünden süt, diğer yüzünden yardımcı ortam (ısıtıcı ve soğutucu) geçiş yapar ve sıvılar plaka yüzeylerinden birbirlerine zıt yönde akar.



Şekil 1.3: HTST pastörizasyonda genel görünümü

Fotoğraf 1.11: Plakalı ısı değiştirme ünitesinin kullanılan plakalı pastörizatör

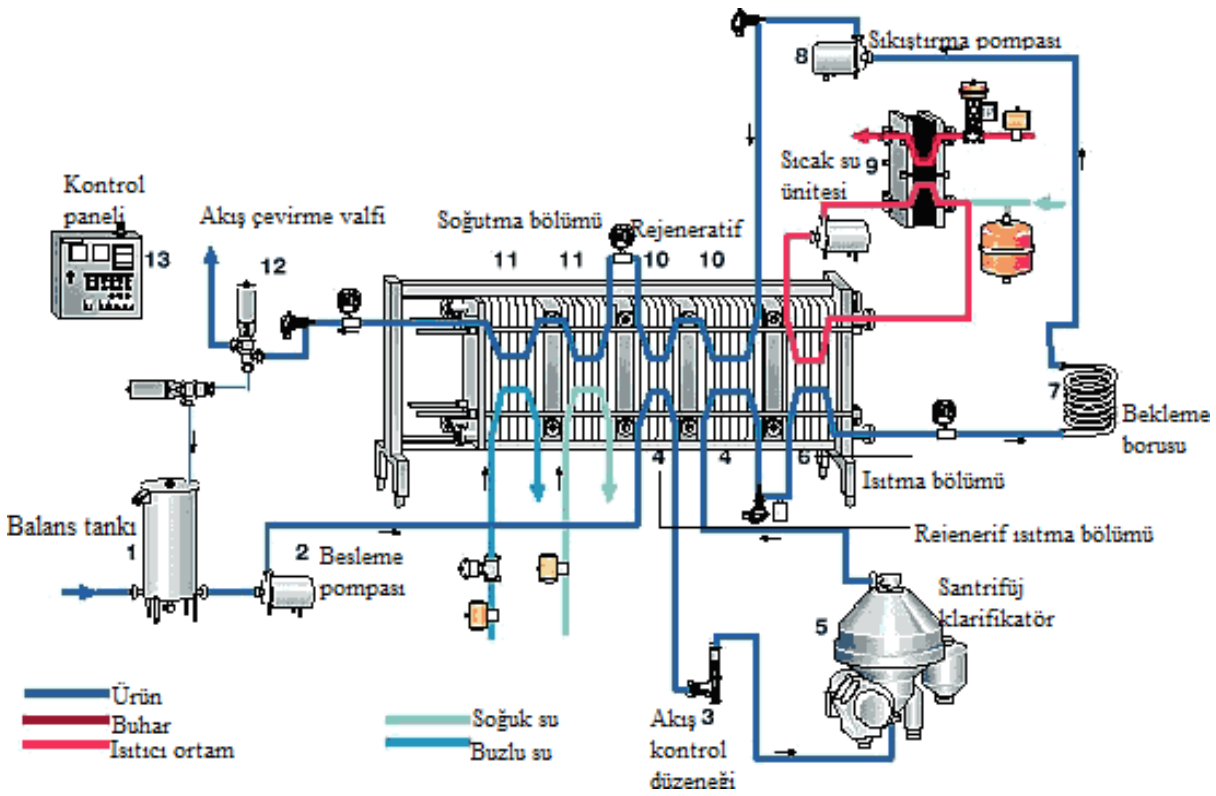
Belirli sayıda ısı değiştirici plaka, bir çerçeve içine sıkıştırılarak bir araya getirilmek suretiyle plakalı **pastörizatör** adı verilen kapalı sistemleri oluşturmaktadır. Bir plakalı pastörizatörde soğutma, rejenerasyon ve ısıtma gibi değişik işlevlerin yerine getirildiği bölümler bulunmaktadır.

Sütü pastörizasyon sıcaklığına kadar ısıtmak için çoğunlukla sıcak su, soğutma için de buzlu su veya salamura kullanılmaktadır. Su ve enerjiden tasarruf sağlamak için pastörizatöre giren çiğ süt, önce sistemi terk eden pastörize sütle belirli bir dereceye kadar ısıtılmakta, aynı zamanda da ısısını çiğ süteileten pastörize sütte bir miktar soğutulmuş olmaktadır. Daha sonra sütün sıcaklığı, sıcak su yardımıyla pastörizasyon derecesine çıkarılmaktadır. Bu yolla ısıtmaya **ısı rejenerasyonu** ya da **ısının geri kazanımı** adı verilmektedir. Modern pastörizasyon işlemlerinde rejeneratif ısıtma etkinliği genellikle % 93-95 arasında değişmektedir. Böylece sütün sıcaklığını pastörizasyon sıcaklığına getirmek için gerekli top- lam ısının % 93-95'i pastörize sütten, geri kalanı sıcak sudan sağlanmış olmaktadır.

- **Sıcak su ısıtmalı plakalı pastörizasyon**

  Sıcak su ısıtma sistemli pastörizatörlerde işlem şu şekilde gerçekleşmektedir:

  - Balans (dengeleme) tankından (1) pompa (2) ile alınan süt, akış ayar ventili üzerinden plakalı ısı değiştiricinin rejenerasyon bölümüne girer (4). Burada önceden pastörize edilereksıcaklığı yükseltilmiş sütle yaklaşık 58ºC'ye ön ısıtma yapılır.
  - Sonra seperatöre gönderilip temizlenir (5). Yağ oranı standardize edilir, gerekirse homojenize edilir. Daha sonra seperatörde oluşan basınçla plakalı ısı değiştiricisinin ikinci rejenerasyon bölümüne döner.
  - Bu bölümde bekletme borusundan gelen sütle karşılaştırılarak biraz daha ısıtılır (≈65ºC). Ardından ısıtma bölümüne geçer ve burada sıcak su ile öngörülen pastörizasyon sıcaklığına ısıtılır (6).
  - Isıtma bölümünden çıkan süt, bir pompa aracılığı ile bekletme borusuna (7) gönderilir ve burada istenilen süre bekletilir.
  - Isıtıcı ile bekletme borusu arasında değiştirme valfi bulunur. Eğer süt, ısıtma bölümünden çıktığında gereken sıcaklık derecesine ulaşmamışsa bu, sistemdeki termometre yardımıyla belirlenir ve değiştirme valfıı akış yolunu otomatik olarak değiştirerek sütün balans tankınageri dönmesini sağlar. Böyle bir durumda tüm sistem temizlenir ve işleme yeniden başlanır.
  - Pastörizatörün bekletme bölümünde istenilen sürede tutulan süt tekrar rejenerasyon bölümüne verilir.
  - Rejenerasyon bölümlerinde belirli sıcaklığa soğuyan pastörize süt, soğutucu bölüme geçer ve burada buzlu su ile soğutulur ve sistemi 5ºC'de terk eder (11).



Şekil 1.4: Plakalı ısı değiştirici pastörizatörün kullanıldığı bir süt işletmesi

- **Vakum buhar ısıtmalı pastörizasyon**

Bu yöntemin dayandığı prensip 100ºC'nin altındaki bir sıcaklıkta ve 1 atm'den daha düşük bir basınçla buharın yoğunlaştırılarak kondens buhar ısısının plakalar aracılığı ile süte transfer edilmesidir. Sistemde negatif bir basınç oluşturmak üzere vakum pompası devreye sokulmuş- tur. Vakum pompası ile buhar basıncı öngörülen değer kadar düşürülerek örneğin 75ºC'de buharın yoğunlaşması sağlanmaktadır. Gereken miktarda buharın sisteme dâhil olması için basınç ayar valfinden yararlanmaktadır. Bu şekilde sisteme verilen basınç sabit tutulabilir.

Vakum buharlı pastörizatör hattında kullanılan vakum pompası, 3 adet jet enjektör ile donatılmıştır. Enjektörlerden birisi pastörizatörün ısıtma bölümüne bağlanmıştır ve bu bölümde oluşan kondens suyun kondens hattına alınmasını sağlayarak aynı zamanda istenilen düzey- de vakum oluşturmaktadır. İkinci enjektör, kontrol panosundaki sıcaklık ayar cihazı ile bağlantılıdır. Böylece sütün pastörizasyon derecesine kadar ısıtılması için gerekli ısıyı sağlayacak kadar buhar geçişine izin vermektedir. Bu şekilde buhar ayar valfine kumanda etmektedir. Üçüncü enjektör ise vakumla çalışan akış kontrol ventiline bağlanmıştır.

1.5.1.2. Pastörize Sütün Ara Depolanması

Ön işlemlerden geçen sütün ambalajlanmadan önce mutlaka bir ara depoya alınması gerekir. Bu aşamada hiçbir şekilde ürünün zarar görmemesi için depolama tanklarının proses bölümünden ayrı bir yerde olması; bu yerlerin tabanlarının seramik, duvarlarının fayansla döşenmesi; aydınlık, havadar vetemizlenebilir özellikte olması önemlidir. Bu ara depolama tanklarının yüksek bir yere örneğin, zemin katın üstünde bir yere monte edilmesi ve doldurma makinelerinden çok uzakta olmaması gerekir. Böylece sütün doldurma makinesine akması daha kolay olur. Depolama bölümündeki havanın filtre edilmesi UV ışınlarla dezenfekte edilmesi de gerekmektedir.

Sütün ara depoya alınmasının amaçları şunlardır:

- Ambalajlama sırasında sürekliliği sağlamak
- Ön işlemlerle ambalajlamanın birbirine bağımlılığını ortadan kaldırmak
- Ambalajlamadan önce gerekli kalite kontrollerinin yapılmasına olanak sağlamak
- Yağ oranında herhangi bir sapma olmuşsa veya herhangi bir nedenle yağ standardizasyonu yapılmamışsa içme sütünün yağ oranını ayarlamak

Kullanılacak tankların taşıması gereken özellikleri şunlardır:

- Süt nakil borularının ve depolama tanklarının sütü herhangi bir şekilde olumsuz yönde etkilememesi gerekir.
- Sütün sıcaklığının artmaması için tank çok iyi izole edilmiş olmalıdır.
- Depolama tanklarının karıştırma düzeneği, seviye göstergesi ve termometre ile donatılmış olması gerekir.
- Temizleme ve dezenfeksiyon işlemlerine uygun olarak dizayn edilmiş olmalı, en iyisi CIP sistemiyle bağlantısı bulunmalıdır

1.5.2. Sterilize İçme Sütü Üretimi

Türk Gıda Kodeksi- Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş Sütleri Tebliği'ne göre **sterilizasyon**; oda sıcak- lığında saklanabilen ticari olarak steril bir ürün elde etmek amacı ile normal depolama şartlarında bozulmaya neden olacak tüm mikroorganizmaları ve sporlarını yok eden hermetik ambalajlı ürüne, enaz 115ºC'de 13 dakika veya 121ºC'de 3 dakika gibi uygun zaman sıcaklık kombinasyonunda, yüksek sıcaklıkta uzun süreli uygulanan ısıl işlemdir.

Fotoğraf 1.12: Sterilize içme sütü

1.5.2.1. Sterilizasyon Yöntemleri

Uzun ömürlü içme sütü üretiminde uygulanan sterilizasyon yöntemleri iki grup altında toplanabilir.

- **Klasik sterilizasyon**

  Sütün klasik yöntem ile sterilizasyonu 110-120°C'de 20-40 dakikalık ısıtma ile yapılmaktadır. Sütün klasik yöntem ile sterilizasyonu 110-120°C'de 20-40 dakikalık ısıtma ile yapılmaktadır. Sütün 100°C'nin üzerinde otoklav içinde sterilizasyonunda atmosfer basıncının üzerindeki basınçlara ihtiyaç duyulmaktadır.

- **Otoklavda (kesikli) sterilizasyon**
  - 100ºC'nin üzerindeki sıcaklıkta uygulanan tüm ısıl işlemler, otoklav adı verilen ve atmosferik basınç üzerindeki bir basınçta çalışan kapalı düzenlerde gerçekleştirilmektedir
  - Otoklavlarda ısıtma ortamı olarak buhar veya su kullanılmaktadır. Isıtma ortamı olarak su kullanılıyorsa, yani sterilizasyon işlemi su içinde yapılıyorsa 100ºC' nin üzerindeki sıcaklıklar, bu suyun buharla ısıtılması ve oluşan buharın doymuş buhar hâlinde otoklavda hapse- dilmesiyle sağlanmaktadır.

Sütün ambalaj içinde kesikli yöntemle sterilizasyonu üç yöntemle gerçekleştirilmektedir

- Ön işlem uygulanan süt şişelere doldurulur. Dolu ambalajlar özel otoklav sepetine yerleştirilir. Ardından sabit otoklavda sterilize edilir.
- Dolu ambalajlar özel bir kafese istiflenir, kafes sabit otoklava yerleştirilir ve sterilizasyonişlemi sırasında kafes otoklav içinde döndürülür.
- Sterilizasyon işlemi, otoklav gövdesinin döndüğü döner bir otoklavda yapılır.

Sütün otoklavda sterilizasyonu kısaca şu şekilde gerçekleştirilmektedir: Süt homojenize edildikten sonra yaklaşık 80°C'ye ön ısıtması yapılır ve cam ya da uygun plastik şişelere doldurulur. Ağızları kapatılan şişeler, otoklav sepetine yerleştirilir ve otoklavın tipine göre değişen derecelerde

110-125ºC'de 3ile 40 dakika süreyle sterilize edilir.

- **Buhar dolaplarında sterilizasyon**

  Sterilizasyon için kullanılan dolaplar, basınca dayanıklı olarak dizayn edilmiştir. Delikli do-lap tabanının altında yer alan buhar boruları tarafından buhar, doğrudan dolap içine verilerek, buhar sayesinde sütün ısınması sağlanmaktadır. Kondanse olan buhar, tahliye borusu iledolaptan uzaklaştırılır. Buhar dolaplarında sıcaklık kontrolü için termometre, basınç kontrolü için manometre mevcuttur. Dolap içinde soğuk bölgelerin meydana gelmesini önlemek için buharın verildiği sırada hava musluğu yardımıyla dolap içindeki hava çıkarılır ve dolabın tama- men buharla dolması sağlanır. Sterilizasyon sırasında hava musluğunun kapatılması gerekir. Sterilizasyon sıcaklığına ulaştığında sterilizasyon süresince sıcaklığın sabit kalacağı şekildedolap içine verilen buhar miktarı azaltılır. İşlem tamamlandığında buhar girişi kapatılır ve havavanası açılır. Sütün sterilizasyonu için sıcaklık 110-120ºC'ye kadar çıkarılır, 20-30 dakika bu sıcaklıkta tutulur. Sterilizasyon işlemi bittikten sonra basınç düşürülür ve daha sonra kapısı açılır. Sıcaklık 45ºC'ye indiğinde su, şişeler üzerine püskürtülerek soğutma sağlanır. Soğutma suyu ile süt sıcaklığı arasındaki farkın 25ºC'den fazla olmamasına dikkat edilmektedir.

- **Sterilizasyon tünellerinde ve döner otoklavlarda (sürekli) sterilizasyon**

  Günde 10. 000 şişeden daha fazla miktarda sterilize süt üreten fabrikalarda sürekli çalışan otoklavlar kullanılmaktadır. Sürekli çalışan otoklavların çeşitli tipleri bulunmaktadır.

  - Hidrostatik dikey sterilizatör
  - Yatay sterilizatörlerdir.

- **UHT (ultra high temperature) yöntemiyle sterilizasyon**

Türk Gıda Kodeksi -Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş Sütleri Tebliği' ne göre **UHT**; oda sıcaklığında saklanabilen ticari olarak steril bir ürün üretmek amacı ile normal depolama şartlarında bozulmayaneden olacak tüm mikroorganizmaları ve sporlarını yok eden, en az 135°C''de 1 saniyede, uygun zaman sıcaklık kombinasyonunda yüksek sıcaklıkta kısa süreli sürekli akış altında uygulanan ısıl işlemdir.

UHT içme sütü ise çiğ sütün kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerinde en az değişikliğe yol açarak, bozulma yapabilen tüm mikroorganizmaların ve bunların sporlarının UHT işlemi ile yok edilerek opak ambalaj veya paketleme ile opak hâle getirilen ambalajlara aseptik koşullarda dolum yapılması ile elde edilen içme sütüdür. UHT yöntemiyle sterilizasyon, 135-150ºC'ler arasında 2-20 saniye süreyle uygulanan bir ısıl işlemdir. Klasik sterilizasyonda sütün duyusal, fiziksel ve kimyasal özellikleriile besleyici değerinde karşılaşılan sorunlar bu yöntemde en aza indirgenmektedir. Bu yöntemdeısıtma ortamı olarak çoğunlukla buhardan ve sıcak sudan yararlanılmaktadır.

- **Doğrudan UHT yöntemiyle sterilizasyon**

Sütün doğrudan buharla sterilizasyonunda iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntem-de kullanılan buhar, içme suyu kalitesindeki sudan üretilmiş olmalı ve hiçbir yabancı madde içermemelidir. Buhar doğrudan şebekeden gelmemeli, paslanmaz çelikten yapılmış bir buhar üreticisinden ayrı olarak elde edilmelidir.

- **Buhar-enjeksiyon yöntemi (süte buhar püskürtme)**

Süt öncelikle 80ºC'ye kadar ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır. Daha sonra bir pompa vasıtasıyla buhar enjeksiyon bölümüne gönderilmekte ve burada basınç altında içine bu- har enjekte edilmektedir. Bu bölümde su buharı, ısısını çok kısa sürede süte vererek onu 135- 150ºC gibi yüksek derecelere kadar ısıtmaktadır. Süt, bu sıcaklıkta 2-4 saniye kadar bekletilmekte ve hemen vakum tankına alınarak ani bir genleşme ile içerisindeki su buharıbuharlaştırılmaktadır. Burada sütün sıcaklığı 80ºC'ye düşmektedir. Vakum tankındaki vakum öyle ayarlanmıştır ki buharlaşan su miktarı, daha önce sütle karışan su miktarı ile eş değerdir. Vakum tankında suyun buharlaştırılmasıyla oluşturulan sıcak su, çiğ sütün ön ısıtması için kullanılmaktadır. Sterilize edilmiş süt 80ºC'ye soğutulduktan sonra homojenize edilerek paketleme sıcaklığına kadar soğutulmakta ve aseptik olarak ambalajlanmaktadır.

- **Buhar-infüzyon (buhara süt püskürtme)**

Bu sistemler sütün buharla karışma şekli dışında diğer yönlerden enjeksiyon sistemlerine benzerlik göstermektedir. Sütün basınçlı buharla karışması infüzer yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemin aşamaları şunlardır:

- Süt, buhar enjeksiyon sistemlerindeki gibi balans tankından ön ısıtıcılara gönderilir, rejeneratif ısıtma yapılır.
- Daha sonra pompa yardımıyla infüzyon bölgesindeki dağıtıcıya pompalanır ve buhar yardımıyla sterilizasyon sıcaklığına ısıtılır.
- Sterilizasyon sıcaklığındaki süt, buhar basıncının etkisiyle bekletme borusu ve buradansoğutucuya geçer.
- Soğuyan süt, aseptik bir pompayla aseptik homojenizatöre pompalanır ve burada homojenizasyon işlemi yapılır.
- Homojenizatörden iki kademeli soğutucuya gelen süt, önce soğuk su ile sonra buzlu su ile 25ºC' ye soğutulur.

Doğrudan yöntemde kullanılan su buharı, son derece saf ve hijyenik kalitesi yüksek olmalıdır.

- **Dolaylı UHT yöntemi**

Dolaylı UHT yönteminde süt, ön ısıtmadan sonra kural olarak homojenize

edilmektedir. Sütün yüksek derecelere kadar ısıtılması ısı değiştiriciler içinde gerçekleştirilmektedir. Sterilizasyondan sonra süt, içerisinde oluşmuş arzulanmayan aroma maddelerinin ve gazların uzaklaştırılması amacıyla vakum altındaki deaeratöre gönderilmektedir. Dolaylı yöntemle çalışan bazı UHT tesislerinde sterilize edilmiş süt, sterilizasyondan sonra genleştirme kabına gönderilerek burada sıcaklığı çok kısa sürede 138ºC'den 112ºC'ye düşürülmektedir. Sistem içerisindeki sıcak su, tüm sistem içerisinde 30 dk. sirküle ettirilerek sütle temas edecek yüzeylerin çalışmaya başlamadan önce steril hâle getirilmesi sağlanmalıdır. Balans tankından pompa ile alınan çiğ süt, sterilizasyon halkasının ilk bölümünden geçerek rejenerasyon bölümüne gider ve buradaön ısıtma gerçekleştirilmektedir. Ön ısıtma iki kademeli yapılmaktadır. Birinci kademede sıcaklık 65ºC'ye yükseltilmektedir. 65ºC'ye ısıtılan süt bir by-pass yardımıyla homojenizatöre gön- derilmekte ve homojenizasyon işleminden sonra, basınçla ikinci kademeye gelerek ön ısıtmaişlemi tamamlanmaktadır.

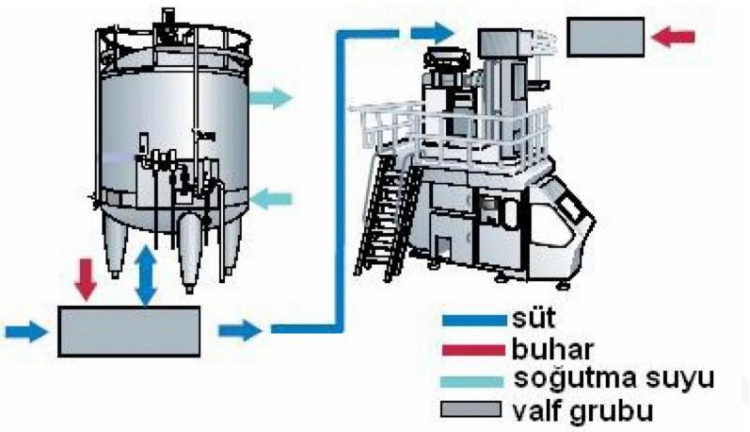
Ön ısıtması tamamlanan süt sterilizasyon bölümüne gönderilir. Burada, plakalı ısı değiştiricideki buhar yardımıyla strelizasyon sıcaklığı olan 135-150 ºC'ye getirilerek bu sıcaklıkta birkaç saniye tutulmaktadır

Plakalı ısıtıcıdan gelen süt rejenerasyon bölümüne gelir ve ön soğutma yapılır. Esas soğutma ise soğuk su ile plakalı soğutucuda gerçekleştirmektedir.

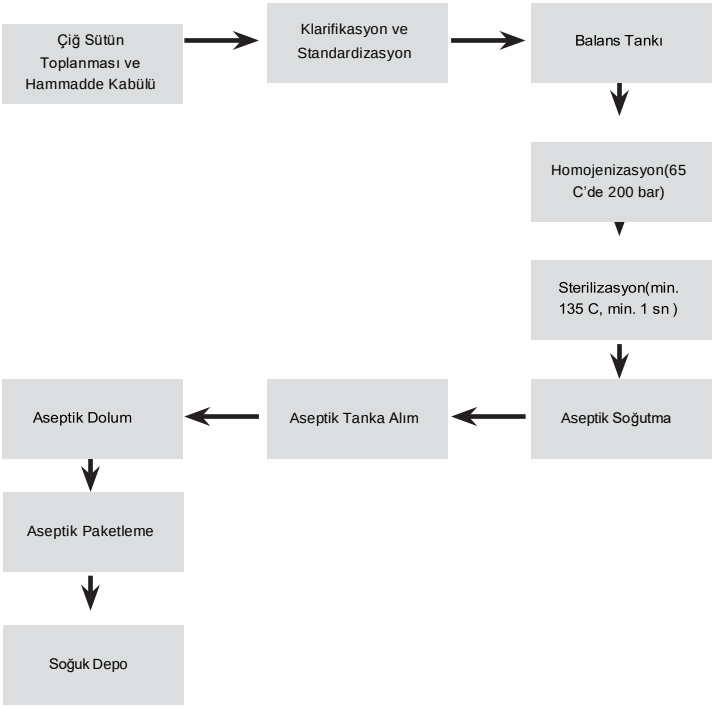
1.5.2.2. UHT İçme Sütünün Ara Depolanması

Direkt (doğrudan) veya indirekt (dolaylı) yöntemle sterilize edilen ve dolum sıcaklığına (20ºC'ye) soğutulan süt ya doğrudan aseptik ambalajlama makinesine ya da depolanmak üzere steril tanka gönderilmektedir. Belli bir basınca dayanıklı olan ve özel yardımcı ekipmanlarla donatılmış olan steril tanklar,çift çidarlı olup silindirik şekilde iki tarafı bombeli olarak dizayn edilmektedir.

Tanklar dikey ya da yatay şekilde yerleştirilebilmektedir. Kullanılmadan önce 35ºC'de 45 dakika sterilize edilmektedir. Tanka giriş ve ürünü ambalajlama makinesine götürecek borular da aynı sürede sterilize edilmektedir. Sonra çift cidar arasından geçen soğuk su yardımıyla yüzeyler soğutulmaktadır. Kondens suyunun uzaklaştırılması için basınçlı steril hava verilir ve tank yüzeyleri 20ºC'ye geldikten sonra içine ürün alınmaktadır.



Şekil 1.5: Aseptik (dengeleme) tankı



Şekil 1.6.: UHT süt akış diyagramı

1.5.3. İçme Sütlerinin Ambalajlanması

Ambalaj; ürünleri, dış etkenlerden koruyan, onları bir arada tutarak taşıma, depolama, dağıtım, tanıtım pazarlama işlemlerini kolaylaştıran, metal, kâğıt, karton, cam, plastik vb. malzemelerden yapılmış dış örtülerdir.

Pastörize sütler, kullanım amacına göre değişik materyallere değişik hacimlerde ambalajlanmaktadır. Pastörize sütün ambalajlanmasında ebatları 500 ile 1.000 g arasında değişen değişik materyaller kullanılmaktadır. Cam şişeler, düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) torbalar, HDPE (yüksek yoğunluklu) polietilen, PP (polipropilen) veya PVC (polivinil klorür)' den yapılmış plastik şişeler ve LDPE, filmle lamine edilmiş karton kutular en çok kullanılanlardır.

Fotoğraf 1.13: Karton süt ambalajı **Fotoğraf 1.14: Plastik süt ambalajı**

Sterilize içme sütü üretimde kullanılan ambalajların aseptik ambalajlamaya elverişli, oksijen ve ışıkgeçirmeyen nitelikte olması gerekmektedir. Hatta ısı geçirgenliğinin sıfır olmasında yarar vardır. UHT sütlerin depolanma süresi uzundur. Bu nedenle ışık geçirgenliğinin sıfır olması kalitenin korunması açısından önemlidir. Plastik ve karton kutular en çok kullanılan ambalaj materyalidir.

1.5.4 İçme Sütlerinin Depolanması

Pastörize edilip dolum işlemi tamamlanan süt, kontrollerden geçirildikten sonra işletmenin çalışma programına göre ya satışa sunulmak üzere taşıtlara yüklenmekte ya da kısa bir zaman fabrikanın soğuk hava deposuna konulmaktadır.

Pastörize sütün konulduğu soğuk depolar, sütün pastörize özelliğini bozmayacak konumda olmalıdır. Depolar her şeyden önce temiz, rutubetsiz, 1-2°C'ye soğutulmuş ve bu soğukluğu koruyacak özellikte olmalıdır. Bu şartlar yerine getirilmezse sütlerin nitelikleri bozulmaktadır. Sıcaklık fazla olursa sütün bozulmasına, düşük olursa donmasına yol açar. Donma da sütün fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuzetkiler.

TS 10928 Süt-UHT (Çok Yüksek Sıcaklık) Metodu ile İşlenen Yapım Kuralları Standardı' na göre ambalajlanan ve sterilizasyon kontrolünden geçen içme sütleri satışa sunulmadan önce bir müddet muhafaza edilecek ise doğrudan güneş ışınlarından korunmuş temiz, rutubetsiz ve sıcaklığı en çok 20°C veyaaltında olan depolarda bulundurulmalıdır. Bu sütlerde mikrobiyel bozulma söz konusu olmadığından oda sıcaklığında depo edilmektedir.

1.5.5. Pastörize ve Sterilize Sütün Farkları

- Pastörize edilmiş sütlerin en önemli özelliği teknolojik işlemin hemen arkasından, taşınmada dâhil olmak üzere soğuk zincir ihtiyacının varlığıdır. Sterilize sütler ise soğuk zincir gerektirmez. Odasıcaklığında depolanabilme imkânı olmaktadır.
- Pastörize sütlerde kısa zamanda bazı değişiklikler olmasına karşın sterilize sütte uzunca bir

süre belirgin değişim ve bozulma söz konusu değildir.

- Sterilize süt, çok dayanıklı bir içme sütü çeşididir. Muhafazası ve taşınması kolay, raf ömrü pastörize sütle kıyaslanmayacak derecede uzundur. Sterilize sütün bu özelliği stok yapma olanağısağlamaktadır. Pastörize sütler ise günlük süt olarak kabul edilmekte ve üretimden sonra iki gün içerinde tüketilmelidir.

2. YOĞURT

Türk Gıda Kodeksi'ne göre yoğurt **Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus ve Streptecoccus thermophilus** bakterilerinin laktik asit fermantasyonu ile meydana gelen koagüle bir süt ürünüdür.

2.1. Yoğurdun Tanımı ve Çeşitleri

Yoğurt: Fermentasyonda spesifik starter kültür olarak Streptococcus thermophilus ve Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus' un birlikte kullanıldığı, inkübasyon sonrasında pıhtısı karıştırılarak kırılmamış (set) ya da kırılmış (stirred) formda elde edilen ve son tüketim tarihinde yeterli sayıda, canlı ve aktif starter bakteri bulunduran fermente süt ürünüdür. (Tebliğ No: 2022/44)

Fotoğraf 2.1: Yoğurt

2.2. Yoğurdun Sınıflandırılması

Yoğurt yağ oranına, yapım tekniğine, aromasına ve inkübasyon sonrası işlemlere göre çeşitli şekilde sınıflandırılmaktadır. Piyasada satışa sunulan yoğurtlar ise sınıflandırma yöntemine göre çeşitli şekiller-de isimlendirilmektedir. Örneğin, kaymaklı yoğurt (tam yağlı), homojenize yoğurt (yağlı ve yapım tekniğifarklı), light yoğurt (yağsız), meyveli yoğurt, süzme (torba) yoğurt vb.dir.

2.2.1. Yağ Oranına Göre

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği ve TS 1330 -Yoğurt Standardı'na göre yoğurt, yağ oranlarına göre beşe ayrılmaktadır. Bu şekilde sınıflandırılan yoğurtların içermesi gereken yağ

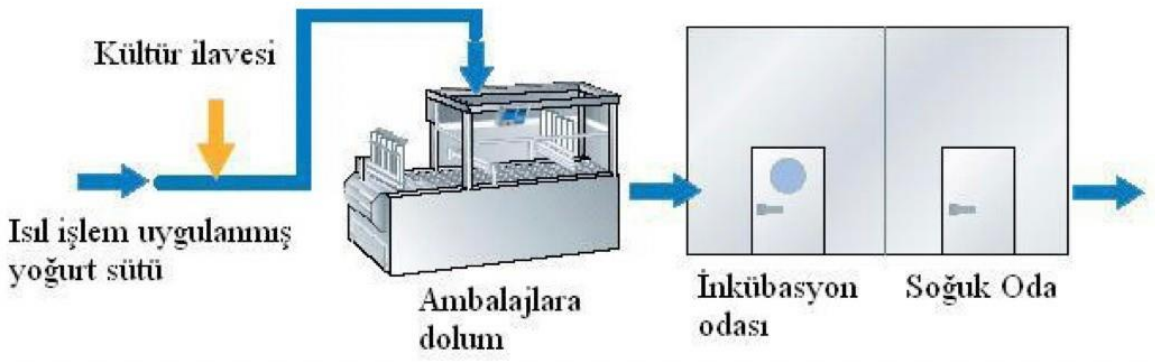
miktarları aşağıda verilmiştir.

Yoğurt	Yağ (%)	
Tam yağlı	En az	3.8
Yağlı	En az	3.0
Yarım yağlı	En az	1.5
Az yağlı	En fazla	1.5
Yağsız (yavan)	En fazla	0.15

Tablo 2.1: Yağ oranlarına göre, yoğurtların içermesi gereken yağ miktarları

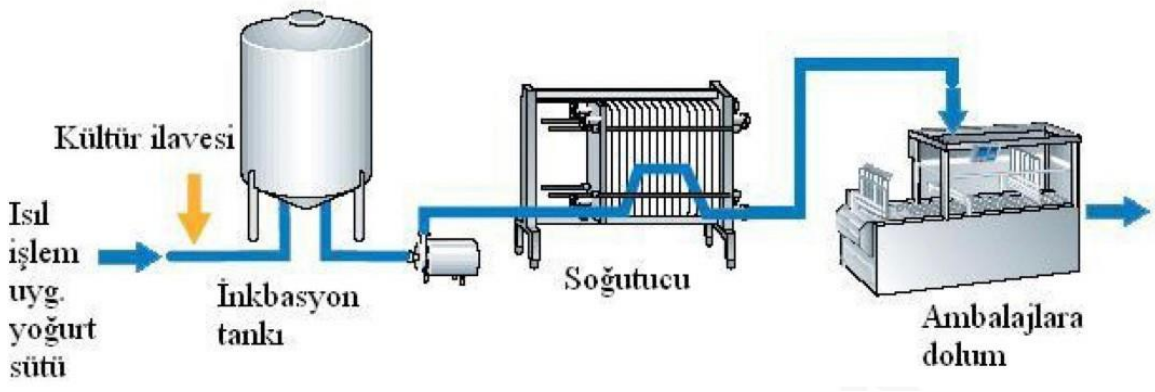
2.2.2. Yapım Tekniğine Göre

- **Set yoğurt (pıhtısı kırılmamış yoğurt):** Süte uygulanan ön işlemlerden sonra yoğurt sütü ambalaj kaplarına doldurulur. Fermantasyon işlemi, bu kaplar içinde ve özel inkübasyon odalarındayapılır. Bu şekilde üretilen yoğurtlara **set tipi yoğurt** denir.



Şekil 2.1: Set tipi yoğurt üretimi

- **Stirred yoğurt (pıhtısı kırılmış yoğurt):** Bu tipte yoğurt üretiminde ise fermantasyon işlemi birtank içerisinde gerçekleşmekte ve inkübasyon sonunda pıhtı kırılarak bir pompa aracılığıyla dolum noktasına iletilmektedir.



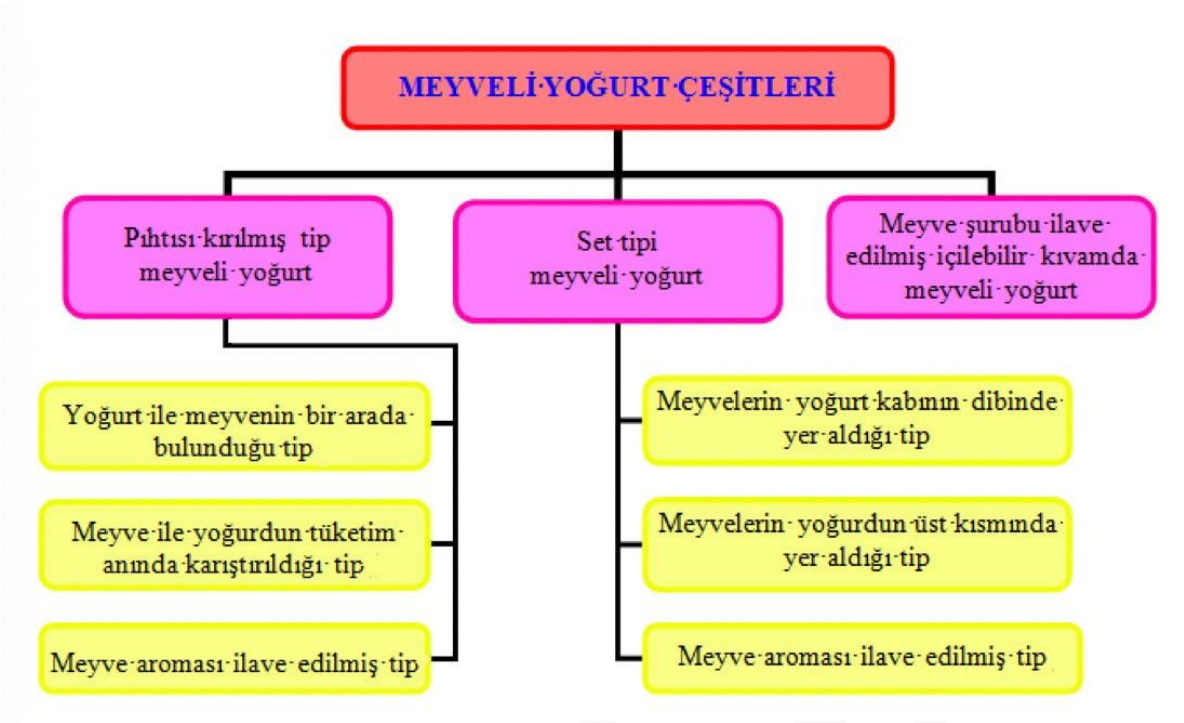
Şekil 2.2: Stirred tipi yoğurt üretimi

- **Kaymaklı yoğurt:** Türkiye'de yaygın bir tüketim alanı bulunan geleneksel bir üründür. Burada süt yağı ile yağsız süt fazının yoğunluklarının farklı olmasından dolayı yağ globüllerinin sütün yüzeyinde birikmesi ilkesinden yararlanılmaktadır. Genel olarak süt sıcaklığındaki artışa paralel yağ globüllerinin sütün yüzeyine doğru hareketliliği artmaktadır. Yüzeyde kaymak tabakasının oluşumu istendiği durumlarda yoğurt kapları nispeten yüksek sıcaklıklarda (46-48°C) doluma alınmakta ve kaymak bağlama işlemine sıcaklık 42-43°C'ye inene kadar izin verilmektedir.

2.2.3. Aromasına Göre

- **Sade yoğurt:** İçerisine tadını ya da aromasını zenginleştirmek amacıyla herhangi bir madde ilavesi yapılmamış, sütün bileşiminden gelen tat özelliklerini içeren ve yoğurt sütüne katılan starter kültürlerin gelişimi ile aroma kazanan ürün olarak tanımlanabilir.
- **Meyveli yoğurt:** Günümüzde, yoğurdu tüketiciler tarafından beğenilen bir ürün hâline dönüştürmek ve tüketimi artırmak amacıyla meyve ve/veya tatlandırıcı ilavesi yapılmaktadır. Meyveli yoğurt üretimi tüketici tercihlerine bağlı olarak farklı şekillerde gerçekleştirilmektedir.

Fotoğraf 2.2: Meyveli yoğurt



Şekil 2.3: Meyveli yoğurt çeşitleri

- **Aromalı yoğurt:** Meyveli ve/veya meyve aromalı yoğurtlarda tat/aroma dengesinin sağlanmasıamacıyla değişik tatlandırıcılardan ve aroma maddelerinden yararlanılmaktır.

2.2.4. Diğer Yoğurt Çeşitleri

- **Konsantre yoğurt (vakum kondanse):** Yoğurdun dayanımının artırılması amacıyla geliştirilenteknikler içinde bilinen en eski ve etkili yöntem yoğurdun koyulaştırılmasıdır. Ülkemizde torba yoğurdu ya da süzme yoğurt adları ile bilinmekte olan bu ürünün dayanım süresi oldukça uzundur (30-40 gün). Konsantre yoğurt; yoğurdun serum fazının çeşitli yöntemler (bez torba içinde süzme, mekanik santrifüjler veya membran tekniklerinin kullanımı) kullanılarak uzaklaştırılması sonucu elde edilen ve kuru maddesi yüksek (~25g/100g) bir üründür. Bu ürün yumuşak yapılı, kolay sürülebilme yeteneğine sahip ve kullanılan süt türüne göre beyazdan sarıya değişen renge sahipfermente bir üründür.
- **Dondurulmuş yoğurt:** Yoğurt ile dondurma üretim teknolojilerinin kombine edilmesi ile ortaya çıkan yoğurt benzeri bir üründür. Bu ürün yapım teknolojilerindeki farklılıklara göre üç gruba ayrılmaktadır:
  - Yumuşak dondurulmuş yoğurt
  - Sert dondurulmuş yoğurt
  - Mus yoğurt

Fotoğraf 2.3: Dondurulmuş yoğurt

Üretim teknolojisi açısından bu üç tip arasında çok belirgin farklılıklar bulunmamakla birlikte sert ya da yumuşak yoğurt üretiminde stabilizer / emülsifiyer ve şeker katkılı soğuk meyve şurubu miksi belirli oranlarda soğuk yoğurt ile karıştırılıp dondurulurken mus (mousse) yoğurt üretiminde ise meyve şurubu miksi sıcak olarak yoğurt ile karıştırılmaktadır.

- **Kurutulmuş (toz) yoğurt:** Ülkemizde kurut olarak bilinen yoğurt tozu, yoğurdun dayanımını artırmak amacıyla kurutulması sonucu elde edilen bir üründür. Bu ürünün raf ömrü bir yıla kadar çıka-bilmektedir. Yoğurda oranla daha düşük paketleme ve depolama maliyetine sahip olması, soğuk depolama zorunluluğunun bulunmaması gibi avantajları bulunmaktadır. Yoğurt tozu üretiminde;
  - Doğrudan güneş altında kurutma,
  - Dondurarak kurutma,
  - Sprey kurutma,
  - Mikrodalga kurutma gibi yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Fotoğraf 2.4: Kurutulmuş yoğurt

- **Pastörize / uzun ömürlü yoğurt:** Yoğurdun depolama süresini uzatmak amacıyla uygulanan bir diğer yöntem ise fermantasyon işleminden sonra son ürüne ısıl işlem uygulanmasıdır. Isıl işlemle üründe bulunması istenen starter kültürler, istenmeyen

mikroorganizmalar (maya, küf ve diğerleri) ve bunların enzimleri inaktive edilmektedir. Böylece yoğurtların raf ömürleri 6-8 hafta ile 6-12 ayakadar uzatılabilmektedir. Pastörize yoğurt üretiminin bazı sakıncaları vardır. Yoğurdun ısıl işleme tabi tutulmasıyla aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

- İnsan sağlığı için yararlı olan canlı bakteri sayısı önemli ölçüde azalmaktadır.
- Ürünün viskozitesinde azalma ve buna bağlı olarak depolama sırasında serum ayrılması görülmektedir.
- Fermantasyon sırasında oluşan aroma bileşenlerinin uzaklaşmasından dolayı tat-aroma zayıflamaktadır.
- Depolama sırasında besin değerindeki kayıplar normal yoğurda göre daha fazla olmaktadır.

- **Biyo-yoğurt (probiyotik yoğurt):** Probiyotik bakterilerin vücuda alınmasına aracılık eden en uygun gıdalardan birisidir. Bu ürünün üretimi geleneksel yoğurt üretimi ile benzerlik göstermektedir. Burada klasik yoğurt bakterilerine ek olarak probiyotik bakterilerden (Lactobacillus spp. ve Bifido-bacterium spp.) yararlanılmaktadır.
- **Silivri yoğurdu:** Ülkemize özgü koyun sütünden üretilen kaymaklı bir yoğurt çeşididir. Ancak koyun sütündeki mevsimsel dalgalanmalar ve yetersizlikler nedeniyle üretimde inek, manda ve keçi sütleri de kullanılabilmektedir. Klasik yoğurt üretimine göre buradaki temel farklılık kültür ilave edilmek üzere metal kaplara aktarılan ısıl işlem görmüş sütlerin bir kez daha ısıtılarak kaymakbağlama hızının artırılmasıdır.
- **Tuzlu yoğurt:** Geleneksel bir yoğurt çeşidi olan bu ürün, kaynatılarak koyulaştırılan yoğurda tuz ilave edilerek hazırlanmaktadır. Bu şekilde üretilen yoğurt cam kavanozlara doldurulmakta ve üzeri zeytinyağı ile kaplanarak serin bir yerde saklanmaktadır. Genellikle kışlık tüketim amacıyla üretilen tuzlu yoğurdun raf ömrü 6-9 ay arasında değişmektedir.
-

2.3. Yoğurdun Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi

Yoğurt laktik asit bakterileri tarafından süt bileşenlerinin insan beslenmesinde yararlı olan metabolik ürünlere dönüştürüldüğü tüm bileşenleri içermektedir.

Yoğurt protein, kalsiyum, fosfor, B1 (tiamin), B2 (riboflavin), ve B12 vitaminleri içeriği bakımından oldukça zengin bir üründür. Yoğurdun folik asit, niasin, magnezyum ve çinko değerleri de süte oranla oldukça yüksektir. Dolayısıyla düzenli yoğurt tüketimi ile özellikle çocuklar ve gençler için günlük önerilen vitamin A, folik asit, vitamin B12, kalsiyum ve magnezyum miktarlarının önemli bir bölümü karşılanabilmektedir.

Laktoz fermantasyon sırasında monosakkaritlere parçalanmakta ve bu monosakkaritler ince bağırsakta absorbe edilerek vücut tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Özellikle laktoz intoleransı olan kişiler, süt yerine yoğurt benzeri ürünleri rahatlıkla tüketebilmektedirler.

Laktoz intoleransı; insan vücudunda laktozu parçalayan enzimin yetersizliğinde görülmekte ve laktoz içeren ürünleri tüketen bu kişilerde birtakım bağırsak rahatsızlıkları meydana gelmektedir.

Sade ve meyveli yoğurt üretiminde kullanılan tatlandırıcılar ve stabilizerler farklı mekanizmalar ile insan sağlığı üzerine etkili olmaktadır. Bu maddeler bağırsak hareketliliğini artırarak bağırsakların çalışmasını hızlandırmakta, kalın bağırsakta oluşan toksik maddeleri absorbe ederek dışarı atılmasını sağlamaktadır. Kolesterol seviyesini düşürmekte ve kan şekeri seviyesini korumaktadır.

Yoğurt yapımı sırasında sütün kuru maddesindeki artış, süt proteinleri konsantrasyonunu da artır- maktadır. Dolayısıyla hem protein içeriğinin yüksek olması hem de proteinlerin yüksek biyolojik yarayışlılığı nedeniyle yoğurdun beslenme açısından önemi artmaktadır.

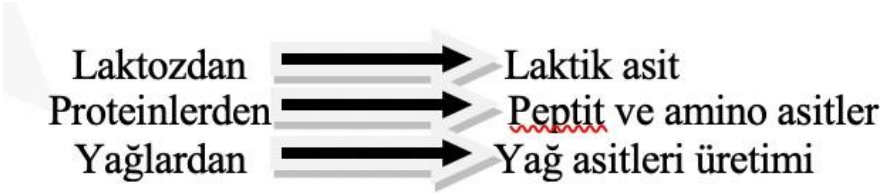
Her ne kadar yağın kalp-damar hastalıklarını teşvik edici özelliği bilinse de dengeli bir beslenme için günlük diyette belirli ölçülerde yer alması gerekmektedir. Özellikle çocuk ve gençlerin gereksinim duyduğu enerjinin bir kısmı süt yağı aracılığıyla karşılanmaktadır.

Literatürlerde düzenli yoğurt tüketimine bağlı olarak yetişkinlerde immün (bağışıklık) sisteminin güçlendiği yönünde pek çok bilgi mevcuttur. Bu etki; asidik bir ürün olan yoğurdun bağırsaklarda asitliğiartırmasına paralel olarak zararlı mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmesi ve yoğurt bakterilerininbağırsak çeperlerine tutunarak ortama hakim olmalarından dolayı zararlı mikroorganizmaların gelişimini engellemeleri şeklinde açıklanmaktadır. Hatta yoğurdun özelliği nedeniyle antibiyotik etkisinin olduğu dabildirilmektedir.

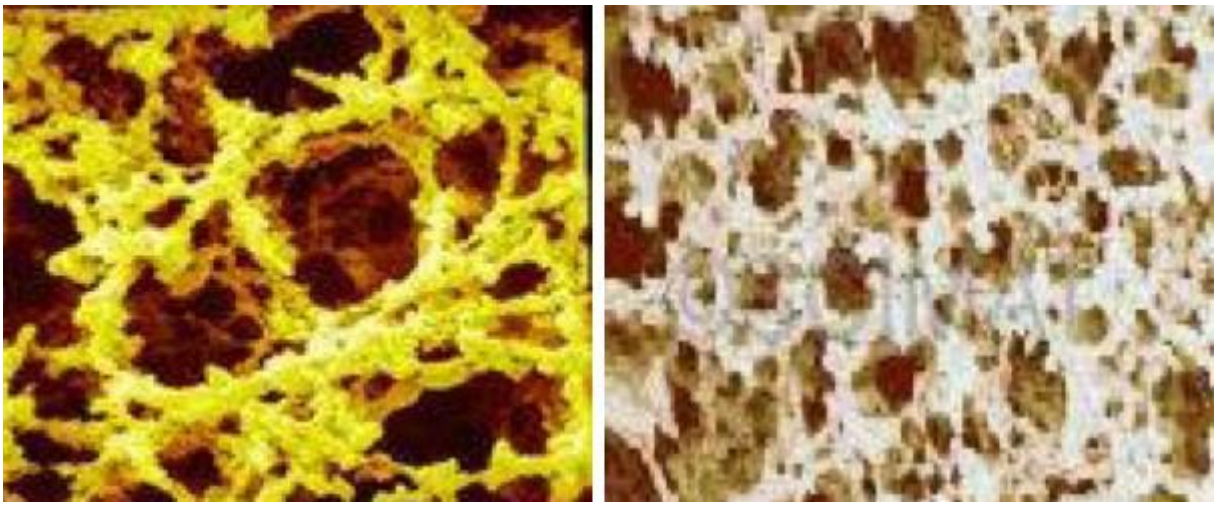
Her ne kadar yoğurt tüketimi ile kanser hücrelerinin oluşumu arasındaki ilişki tam olarak aydınlatılamamışsa da yapılan çalışmalarda düzenli yoğurt tüketimi ile meme ve rahim kanseri riskinin azaltılabildiği görülmüştür.

2.4. Yoğurt Oluşum Mekanizması

Yoğurdun kimyasal bileşimi, üretildiği süte ve uygulanan teknolojik işlemlere bağlı olarak değişiklikgöstermektedir. Kullanılan starter kültüre ve dolayısıyla da fermantasyon işlemine bağlı olarak yoğurdun bileşiminde, süte göre oransal artışlar ve azalmalar meydana gelmektedir. Kuru madde artırımında kullanılan yönteme bağlı olarak süt bileşenlerindeki artış oranları farklılık gösterse de yoğurt sütü üretildiğiinek sütünden daha çok protein ve laktoz içermektedir. Laktik asit bakterilerinin fermantasyonundan dolayı orijinal sütün bileşimindeki değişiklikler şu şekilde özetlenebilir:



Yoğurt pıhtısı, ısı ile teşvik edilmiş bir asit-kazein jeli olarak tanımlanmaktadır. Buna göre yoğurt pıhtısının oluşumunda ısı uygulaması ve inkübasyon sırasındaki asitlik gelişimi önemli rol oynamaktadır.Bu iki uygulamanın etkisiyle süt proteinlerinde birtakım değişimler olmakta ve proteinler arası çeşitli etkileşimler (interaksiyonlar) meydana gelmektedir. Bu interaksiyonların çeşidi, şiddeti ve stabiliteleri (dayanıklılık) yoğurt pıhtısının fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Kısaca yoğurdun fiziksel yapısı, proteinlerin pıhtılaşmasıyla oluşan bir ağ yapısı (network) şeklindedir. Bu yapının içinde yağ globülleri, çözünmüş bileşikler ve su molekülleri bulunmaktadır.



Fotoğraf 2.5: Yoğurt pıhtısının (network yapısı) elektron mikroskobundaki görünümü

2.4.1. Yoğurt Bakterilerinin Ortak Yaşamı

Yoğurt üretiminde kullanılan Lactobacillus delbruecki subsp.bulgaricus ve Streptococcus thermophilus arasındaki ortak yaşam simbiyosis olarak isimlendirilmektedir. Her iki yoğurt bakterisi de birbirlerinin gelişimi için gerekli olan maddeleri sağlamaktadır. Örneğin; L.delbruecki subsp.bulgaricus, kazein fraksiyonlarından açığa çıkardığı serbest aminoasitler (valin, lösin, lisin, aspartik asit ve histidin) ile S.thermophilus' un gelişimini teşvik etmektedir (stimülasyon). Aynı şekilde S.thermophilus tarafından hafif anaerobik koşullarda üretilen formik asit, L.delbruecki subsp.bulgaricus'un gelişimini teşvik etmektedir. S.thermophilus tarafından fermantasyonun ilk aşamalarında üretilen CO2 de L.delbruecki subsp.bulgaricus gelişimi üzerine stimülasyon etkisi yapmaktadır.

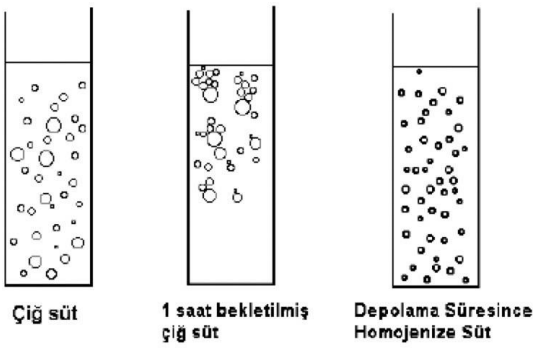
2.5. Yoğurt Üretim Aşamaları

Üreticiden alınan süt, ön kontrollerden geçtikten sonra işletmeye kabul edilir. Yoğurt yapımı için uygun özellikleri taşıyan çiğ süt, yoğurt yapımına hazırlanır. Yoğurt yapım aşamaları aşağıda verilmiştir.

- **Klarifikasyon:** Yoğurt üretiminde kullanılacak olan süt temizleme seperatörlerinde (klarifikatör)geçirilerek; içerdiği epitel hücreleri, lökositler, kan gibi yabancı maddelerden ve görünür kirlerdentemizlenmektedir.
- **Standardizasyon:** Kaliteli bir yoğurdun toplam kuru madde içeriği %15,5 -16 olmalıdır. Yoğurtyapımında kullanılacak sütün bileşimi, yüzde yağ ve kuru madde miktarı aynı kalitede yoğurt elde etmek için önceden standardize edilir.

  İstenilen kıvam ve jel yapısında yoğurt elde etmek için sütün yağsız kuru madde içeriğinin %1-3 arasında arttırılması gerekmektedir. Bunun için sütteki su, evaporasyon veya membran filtrasyonile uzaklaştırılabilir. Süt tozu ya da süt konsantresi ilave edilebilir.
- **Deaerasyon (sütün havasının alınması):** Süt ve özellikle süt tozu hava içerdiği zaman ürünün kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Deaerasyon (vakum altında hava tahliyesi) işlemi aşağıdakietkilere sahiptir:
  - Viskoziteyi arttırır ve yoğurdun jel stabilitesini iyileştirir.
  - Homojenizasyonun etkisini iyileştirir.
  - Yoğurt sütü ısıtıldığı zaman plakalı ısı değiştiricilerin kirlenmesini azaltır.
  - İstenmeyen lezzet ve tat bileşenlerini uzaklaştırır.

  Bu işlem **dearetör** denilen düzeneklerde vakum altında 0,7-0,8 bar basınç ve 70-75°C'de gerçekleştirilmektedir.
- **Homojenizasyon:** Homojenizasyon ile sütteki yağ globüllerinin çapları ortalama 1µm'den daha küçük boyutlara ulaşır. Yoğurtta süt yağı homojen olarak dağılır. Homojenize edilmiş karışımın yüzeyinde kabuk tabakası oluşmaz. Yoğurdun kıvam ve pıhtı sıkılığı düzelir. Homojenize edilmiş sütten yapılan yoğurt midenin kolayca sindirebileceği hafif bir pıhtı üretir. Homojenizasyon sıcaklığı 55-80°C arasında, homojenizasyon basıncı 10-20MPa arasında olmalıdır. Bu amaçla kullanılan aletlere **homojenizatör** denilmektedir.



Şekil 2.4: Homojenize edilmiş ve edilmemiş sütlerdeki yağ globüllerinin dağılımı

- **Sütün ısıtılması:** Kuru madde ve yağ oranı standardize edilen ve daha sonra homojenizasyon işlemi uygulanan süt; son üründe viskoziteyi yükseltmek, yapıyı düzeltmek ve serum ayrılmayı azaltmak amacıyla yüksek sıcaklıklarda pastörize edilmektedir. Yoğurda işlenecek sütün ısıtılmasında en iyi sonuç 90°C'de 10 dakika sıcaklık uygulamasıyla sağlanmaktadır. Bu sıcaklık ve sürede serum proteinlerinin yaklaşık %70-80'ni (β-lactoglobulin'in %99'u) denatüre olmakta veyoğurt daha katı ve stabil bir kıvam kazanması kolaylaşmaktadır.

  Bunun dışında sütün ısıtılması ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılır.

  - Patojen mikroorganizmalar ve yoğurt kalitesini olumsuz etkileyen diğer mikroorganizmalar yokedilmektedir.
  - Sütteki enzimler ve fajlar inaktifleşmektedir.
  - Yoğurt kültürlerinin çalışması için daha uygun ortam sağlanmaktadır.
  - Sütün pıhtılaşma süresi azalmaktadır.
  - Yoğurdun kalitesi yükselmekte ve raf ömrü uzamaktadır.

- **Isıtılmış sütün inkübasyon sıcaklığına kadar soğutulması:** Isıl işlemden sonra yoğurt karışımı,karışık starter kültür için en uygun sıcaklık olan 40-45°C arasında bir sıcaklığa kadar soğutulur.Yoğurt karışımının inokülasyonu ve fermantasyonu yoğurda son özellikler veren temel adımdır.
- **İnokülasyon:** Yoğurda işlenecek süte starter kültür ilavesine **inokülasyon**, ilave edilen starter kültür miktarına **inokülüm miktarı** denir.
  - **Starter kültür ilavesi:** Kültür, sütü fermente ederek pıhtılaştıran, tat ve aroma veren bakteritopluluğudur. Kültürde sadece arzu edilen mikroorganizmalar bulunduğu için saf denilmektedir. Yoğurt kültürü olarak L. bulgaricus ve S. thermophilus gibi süt asiti bakterileri kullanılır. Ancak son yıllarda Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium spp. ile Streptococcus filant' ta yoğurt kültürü olarak kullanılmaktadır.

Süte eklenecek yoğurt kültürü miktarı, yapılacak yoğurdun çeşidine, kültürün özelliklerine, inkübasyon sıcaklığına ve sütün kalitesine, inhibitör madde ve gelişme faktörü içerip içermemesine göre %2-3 arasında değişmektedir. Starter kültür gerekenden az eklenirse asitlik çok yavaş geliştiğinden inkübasyon süresi uzamakta ve zayıf pıhtılı ürün elde edilmektedir. Starter kültür fazla miktarda kültür kullanıldığında ise asitlik hızlı gelişerek inkübasyon süresi kısal-makta, yoğurt bakterileri arasındaki oran değişmekte, aroma olumsuz yönde etkilenmekte ve zayıf pıhtılı ürün elde edilmektedir. Bu nedenle yoğurt üretiminde önerilen starter kültür miktarı %2' dir.

Fotoğraf 2.6: Yoğurt sütünün boş kaplara doldurulması

Fotoğraf 2.7: Kaplara kültür ilavesi

- **İnkübasyon:** Kültür ilave edilmiş ve ambalajlanmış sütün kapalı bir sistemde seçilen sabit bir sıcaklıkta belli bir süre tutulmasına inkübasyon denir. İnkübasyon sırasında mikroorganizmalar faaliyete geçerek süt şekerini parçalayarak süt asidini oluşturmaktadır. Asitlik belli bir seviyeye ulaştığı zaman da pıhtılaşma meydana gelmektedir. Kaliteli bir yoğurt elde etmek için inkübasyon sıcaklığı önem taşımaktadır. İnkübasyon sıcaklığının yüksek olması L.bulgaricus' un daha fazla gelişmesine, düşük oluşu ise S. thermophilus' un daha fazla gelişmesini sağlar. Her iki durumda arzulanmaz. Bu nedenle inkübasyon sıcaklığı genellikle iki mikroorganizmanın en iyi çalışabilecekleri sıcaklık seçilmelidir.

  Yoğurt bakterilerinin en uygun gelişme sıcaklığı 42-45°C'dir. İnkübasyon işlemi 40-45°C arasında ortalama 43°C'de, pıhtı asitliği 4,6-4,7 pH veya 35-38-40° SH' ya ulaştığında son verilmektedir.

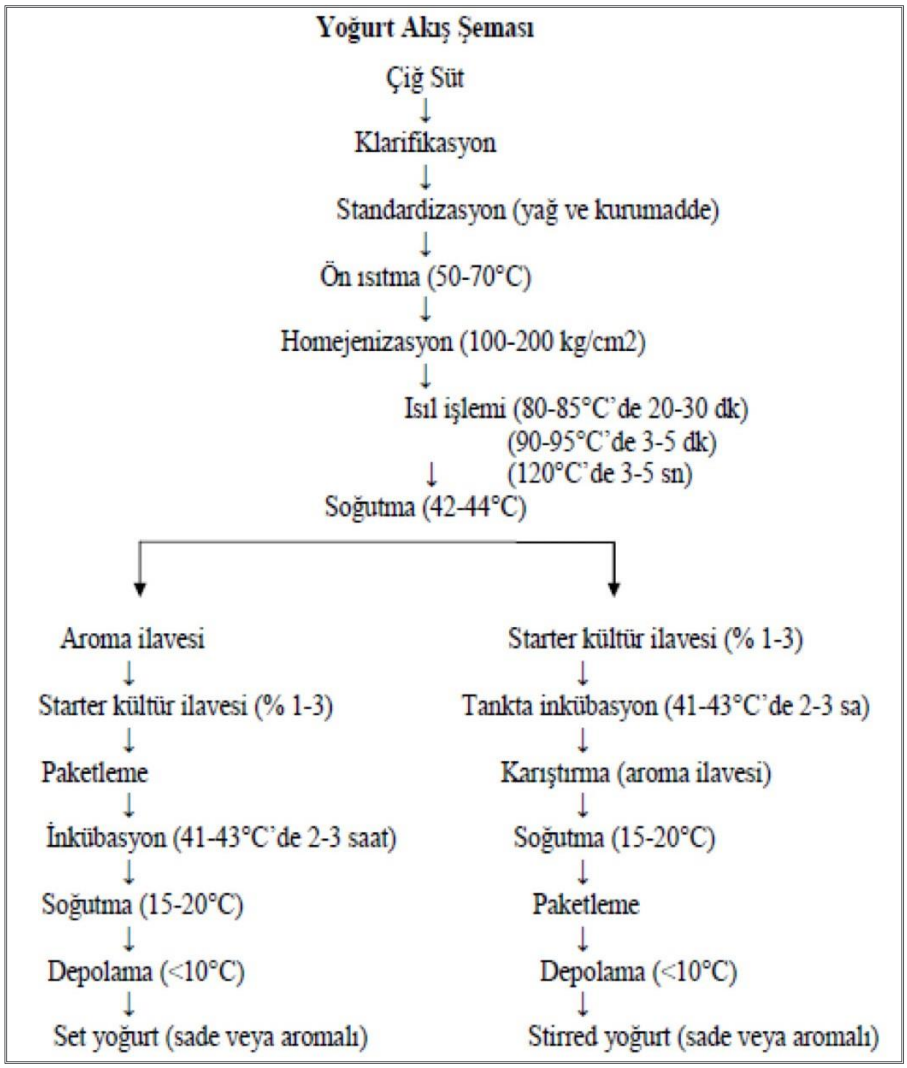
- **Soğutma:** İnkübasyondan sonra yoğurdun soğutulmasıyla mikroorganizmaların üremesi ve yoğurttaki asitleşme yavaşlatılır ve kısa zamanda tamamen durdurulur. Soğutma kademeli olarak yapılmalı ve son üründeki pH değerinde 0,2 ile 0,5 arasında değişen küçük bir düşüş meydana gelmektedir.

  Soğutma işlemi bitmiş olan yoğurt 10°C'nin altında özellikle 5°C'deki soğuk hava deposunda en az 12, en ideali 18-24 saat muhafaza edilip olgunlaştırılmaktadır. Bu süre içinde yoğurt jeli sertleşir, stabil hâle gelir ve bir kısım aroma maddeleri de oluşmaktadır.

- **Ambalajlama:** Yoğurdun ambalajlanmasında cam materyaller, plastik kaplı karton kaplar, sert kâğıt olarak adlandırılan ve polistiren (PS), polipropilen (PP), yumuşatıcı içermeyen polivinilklorid (PVC), stiren bütadien (SB), polietilen (PE) ve polivinildenklorid (PVDC) malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Fotoğraf 2.8: Cam ambalaj **Fotoğraf 2.9: Plastik ambalaj**

- **Depolama:** Üründe oluşabilecek biyolojik ve biyokimyasal reaksiyonların yavaşlatılması için yoğurdun soğukta depolanması zorunlu bir uygulamadır. Böylece ürünün kalitesi, üretim tarihinden itibaren 3 hafta kadar korunabilmektedir. Yoğurdun 0-10°C ± 2,5°C arasındaki değerlerde depolanması ve taşınması tavsiye edilmektedir. Yoğurt üretimi yapan birçok işletme ürünün kalitesini korumak amacıyla depolama ve taşıma sıcaklığını 10°C'nin altında tutmaktadır.
  - **Depolama sırasında dikkat edilecek noktalar:**
    - Depolama sıcaklığı mümkün olduğunca 5°C'nin altında tutulmalı ve düzensiz değişimler-den kaçınılmalıdır.
    - Yoğurdun ambalajlanmasından sonra sert mekanik işlemlere maruz kalmamasına özengösterilmelidir.
    - Pıhtı stabilitesinin daha iyi olması için ürün satışa gönderilmeden önce en az 48 saat soğukhava deposunda bekletilmelidir.
    - Özellikle yaz aylarında yoğurtlar taşınırken özel soğutucu sistemleri olan araçlarla taşınmalıdır.
    - Gerek perakende gerekse tüketiciye ulaşıncaya kadar soğuk zincir bozulmamalıdır.



Şekil 2.5: Yoğurt üretim akış şeması

2.6. Yoğurtta Görülen Kusurlar

Yoğurtta görülen başlıca bozulma çeşitleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

2.6.2. Görünüş Kusurları

- Yoğurtta en sık karşılaşılan görünüş kusurları, yoğurt yüzeyinde maya-küf gelişimine bağlı olarak ortaya çıkan zarlı yapı ve renk dalgalanmasıdır. Özellikle yüksek sıcaklıklarda depolanan ürünler-de maya ve küf gelişimi çok hızlı olmaktadır.

Fotoğraf 2.10: Yoğurtta küflenme

- Evaporasyona bağlı olarak depolama sırasında meydana gelen yoğurt yüzeyinde kuruma ve çatlama oluşumu da sıklıkla görülen bir sorundur. Bu kusurun giderilebilmesi için yoğurt ambalajının seçimine özen gösterilmeli, kapaklama işlemi dikkatlice yapılmalı ve depolama sıcaklığının düşük seçilmesi gerekmektedir.
- Yoğurt üretiminde kullanılan sütün yetersiz temizlenmesi durumunda yoğurtlarda temiz olmayanbir görünüm meydana gelebilmektedir.
- Yoğurt yüzeyinde oluşan gaz kabarcıkları da istenmeyen bir görünüş bozukluğudur. Koliform grubu bakterilerin varlığında ve yüksek sıcaklıklarda depolanan yoğurtlarda gaz oluşumu meydana gelmekte ve yüzeyde hava kabarcıkları oluşmaktadır.
- Yoğurt yüzeyinde kristalimsi yapının oluşumu, depolama sırasında ürünün donma noktası altında depolandığının bir göstergesidir.
- Yoğurt üretiminde kullanılan süt tozu, peynir altı suyu tozu, kazeinat tozu veya serum proteini tozu gibi süt kökenli tozların yeterince çözündürülmemesi durumunda yoğurt kabının alt kısmında tortulanma meydana gelmektedir.
- Yoğurtta sık görülen bir diğer görünüş kusuru ise nodül ya da granül oluşumudur. Nodül oluşumu- na yüksek inkübasyon sıcaklığı, düşük ya da çok yüksek starter bakteri aktivitesi, fermantasyonsırasında çalkalanma ve süt bileşenlerindeki mevsimsel dalgalanmalar neden olmaktadır. Nodülün kimyasal yapısı protein, fosfor ve starter bakterilerinden meydana gelmektedir.

2.6.3. Tat ve Aroma Kusurları

Yoğurtta en sık karşılaşılan problemlerden birisi, son üründe yoğurda özgü karakteristik tat ve aromanın oluşmamasıdır. Starter bakterileri tarafından temel aroma bileşenlerinin oluşumuna olumsuz etki eden herhangi bir faktör son üründe tat-aroma kusurlarına neden olabilmektedir. Starter bakterilerinin metabolik aktiviteleri üzerine etki eden faktörler; inkübasyon sıcaklığı ve süresi, inokülasyon miktarı, fermantasyon sonrası soğutma işlemi, çiğ sütte inhibitör madde varlığı ve bakteriyofaj aktivitesidir.

- Yoğurtta karbonil bileşiklerinin oluşumundan birinci derecede sorumlu olan L.delbruecki subsp.bulgaricus' un metabolik aktivitesinde meydana gelen bir yavaşlama yoğurtta aroma zayıflığına neden olmaktadır. Diğer bir yoğurt bakterisi olan S.thermophilus' un gelişimindeki yavaşlama ise daha çok asitlik gelişiminde azalma ve yoğurda özgü asidik tadın oluşumunun zayıflamasına yol açmaktadır.
- Yoğurtta yetersiz tat-aroma gelişiminin yanı sıra en sık karşılaşılan sorunlardan birisi de fazla laktik asit gelişimine bağlı olarak meydana gelen ekşi tat oluşumudur. Yoğurtta ekşi tadın oluşumunda protein ve yağ düzeylerindeki yetersizlik, fermantasyon sonrası soğutmanın çok yavaş yapılması, aşırı starter kültür aktivitesi ve depolama sıcaklığının yüksek olması gibi faktörler etkili olmaktadır.
- Yoğurt üretiminde süte uygulanan ısıl işlem sıcaklığının çok yüksek olması, serum proteinlerine bağlı sülfidril gruplarının açığa çıkmasına ve dolayısıyla pişmiş tadın oluşumuna neden olmaktadır.
- Yoğurtta karşılaşılan bir diğer tat-aroma kusuru ise mayamsı-küfümsü tat-koku ile yemimsi acı tat oluşumudur. Özellikle hijyenik koşullarda üretilmeyen yoğurtlarda maya-küf kontaminasyonu sıklıkla görülmektedir. Süt hayvanlarının uygun olmayan fermantasyon koşullarında hazırlanmış ve kokuşmuş yemlerle beslenmesi durumunda yemlerdeki tat-aroma bileşenleri süte geçmekteve bu kusura neden olmaktadır.

2.6.4. Yapı ve Tekstür Kusurları

Yoğurtta görsel olarak saptanabilen en belirgin yapı ve tekstür kusurları pıhtı zayıflığı ve serum ayrılmasıdır. Özellikle kuru madde artırımının yetersiz yapılması ya da hiç gerçekleştirilmemesi durumundaüründe gevşek bir yapı oluşmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda süt tozu ya da kazeinat katımı hâlinde ise ürün çok katı bir yapıya bürünmekte ve bu durumda serum ayrılması hız kazanmaktadır. Homojenizasyon işlemi pıhtı stabilitesinin olumlu yönde etkilerken ısıl işlemin ideal normların altında ya da üstün- deki sıcaklıklarda uygulanması yoğurtta pıhtı stabilitesinin zayıflamasına ve depolama sırasında serumayrılmasına neden olmaktadır.

Yağsız yoğurtlarda konsistens, yağlı yoğurtlara oranla daha zayıftır. Bu nedenle yağsız yoğurt üretiminde kuru madde artırımına özen gösterilmelidir.

Yoğurt jelinin mekanik olarak çalkalanması da pıhtı stabilitesinin zayıflamasına neden olmaktadır. İlaveten düşük fermantasyon sıcaklığı, düşük starter konsantrasyonu, fermantasyon sonrası yetersiz soğutma ve aşırı asitlik artışı yoğurtlarda bu kusurların meydana gelmesine neden olmaktadır.

2.7. Yoğurt Kalitesine Etki Eden Faktörler

Yoğurt üretiminde sıcaklık, hava, ışık, ambalaj materyali ve üretimden tüketime kadar geçen

süreürün kalitesi üzerinde etkisi olan başlıca etmenlerdir.

2.7.2. Sıcaklık

Sıcaklık, muhafaza sırasında yoğurtta ortaya çıkan değişiklikler üzerine en önemli etkiyi yaratan faktördür. Sıcaklığın yoğurtlardaki değişime etkisi Van Hoff Kanunu'na göre olmaktadır. Buna göre değişime neden olan her faktörün bir sıcaklık kat sayısı (Q10) vardır. Sıcaklık kat sayısı sıcaklık 10°C arttığı zaman reaksiyon hızının ne kadar artacağını göstermektedir. Bu katsayı, gıdalardaki kompleks biyokimyasal reaksiyonlar için 2-3 olarak belirtilirken enzimatik proseslerde 1,3-2,6 arasında olmaktadır. Sade yoğurtlar için bu değer 3 olarak kabul edilmektedir.

2.7.3. Hava

Oksijen ve nispi nem yoğurtta birtakım kimyasal bozulmalara neden olmaktadır. Oksijen, pratik koşullar altında ürünün bozulmasında ikinci bir etken olarak görülmektedir. Aynı zamanda 3-4 hafta depolanan yoğurdun kalitesi üzerine nispi nemin etkisi önemsizdir.

2.7.4. Işık

Işık, süt yağının oksidasyonu üzerinde katalitik etki yapmakta ve oksidetaya neden olmaktadır. Okside tat, ışık geçirmeyen ambalaj materyalinin kullanılmasıyla ve ürünün karanlıkta depolanmasıyla önlenebilmektedir.

2.7.5. Ambalaj Materyali

Özellikle plastik ambalaj materyalleri kullanıldığında bunların bazı maddelerinin ürüne geçişi (migrasyon) söz konusu olabilmekte ve depolama süresi olumsuz etkilenebilmektedir. Bu durum plastik materyalin türüne, ürünle temas ettiği süreye ve üründeki meyve asidinin çeşidine bağlıdır. Bu nedenledaha önce de belirtildiği gibi ambalaj materyali özenle seçilmelidir.

2.7.6. Süre

Yoğurdun üretiminden tüketimine kadar geçen süre de yoğurdun kalitesini etkileyen önemli bir faktör- dür. Yoğurt, taze tüketilen bir ürün olduğundan mümkün olduğunca üretimden hemen sonra tüketilmelidir. Endüstriyel boyutlarda yapılan üretimlerde yoğurtlar fabrika depolarında, marketlerdeki reyonlarda veya tüketici buzdolabında beklemektedir. Yoğurdun bu süreye dayanıklı olabilmesi için hijyenik koşullarda üretilmesi, muhafaza edilmesi ve dağıtım sırasında düşük sıcaklıklarda tutulması gerekmektedir.

2.8. Ayran Üretimi

Yoğurt, tuz ve sudan oluşan ayran ticari olarak iki şekilde üretilmektedir. Bu iki üretim yöntemi arasındaki temel fark, inkübasyon öncesi süte su ilave edilmesi veya inkübasyondan sonra yoğurda su ilaveedilmesidir.

Fotoğraf 2.11: Ayran

2.8.2. Süte Su Katarak

Yoğurt üretimine benzer şekilde homojenizasyon, ısıl işlem, inokülasyon ve inkübasyon işlemleri uygulanmaktadır. İnkübasyondan sonra soğutulup karıştırılan ayranlara tuz ilavesi gerçekleştirilmektedir. Stabilizatör kullanımı söz konusu ise stabilizatör maddenin özelliğine göre genellikle ısıl işlemden önce süte stabilizatör madde katımı yapılmaktadır.

Bu şekilde hazırlanan ayranlar aseptik koşullar altında ambalaj materyallerine doldurulmakta ve depolanmaktadır.

2.8.3. Yoğurda Su Katarak

Bu şekilde ayran üretiminde ise öncelikle yoğurt üretimi gerçekleştirilmektedir. Yoğurt pıhtısı kırıldıktan sonra istenilen kuru madde değerine göre su ilavesi yapılmaktadır. Tuz ve eğer kullanılacaksastabilizatör ilavesi de bu aşamada gerçekleştirilmektedir.

Bir önceki yönteme benzer şekilde ayranlar, aseptik koşullar altında ambalaj materyallerine doldurulmakta ve depolanmaktadır.

Şekil 2.6: Sütten ayran üretimi

Şekil 2.7: Yoğurttan ayran üretimi

2.9. Kefir Üretimi

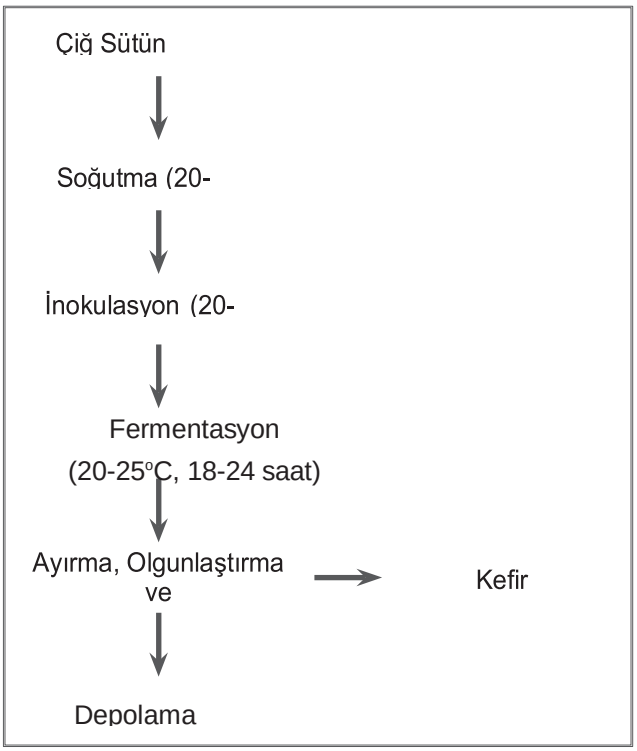
Kefir üretimde endüstriyel ve geleneksel olmak üzere üretim metotları mevcuttur. Geleneksel yöntem daha çok evlerde yapı- lan, kefir taneleri kullanılarak yapılan kefir üretimidir. Endüstriyel yöntemde ise standart bir ürün elde etmek için kefir mikroflorasındaki suşların saflaştırılıp kurutulması ile elde edilen kültürlerkullanılmaktadır.

Fotoğraf 2.12: Kefir

2.9.2. Geleneksel Kefir Üretimi

Evlerde yapılmakta olan geleneksel kefirin üretimi için öncelikli olarak süt kaynatılmakta, 25°C'ye soğutulup sütün 1/3'ü kadarkefir tanesi katılıp oda sıcaklığında 18-24 saat arasında bekletilerek pıhtılaşması sağlanır. Pıhtı oluşumu gerçekleştikten sonra pıhtılaşmış süt süzgeçten geçirilip kefir taneleri sütten ayrılır. Ayrılan kefir taneleri kaynatılıp sonrasında soğutulmuş suda ykanarak muhafaza alınır. Elde edilen kefir soğutulduktan sonra tüketilebilmektedir.

Görsel 2.13: Kefir taneleri

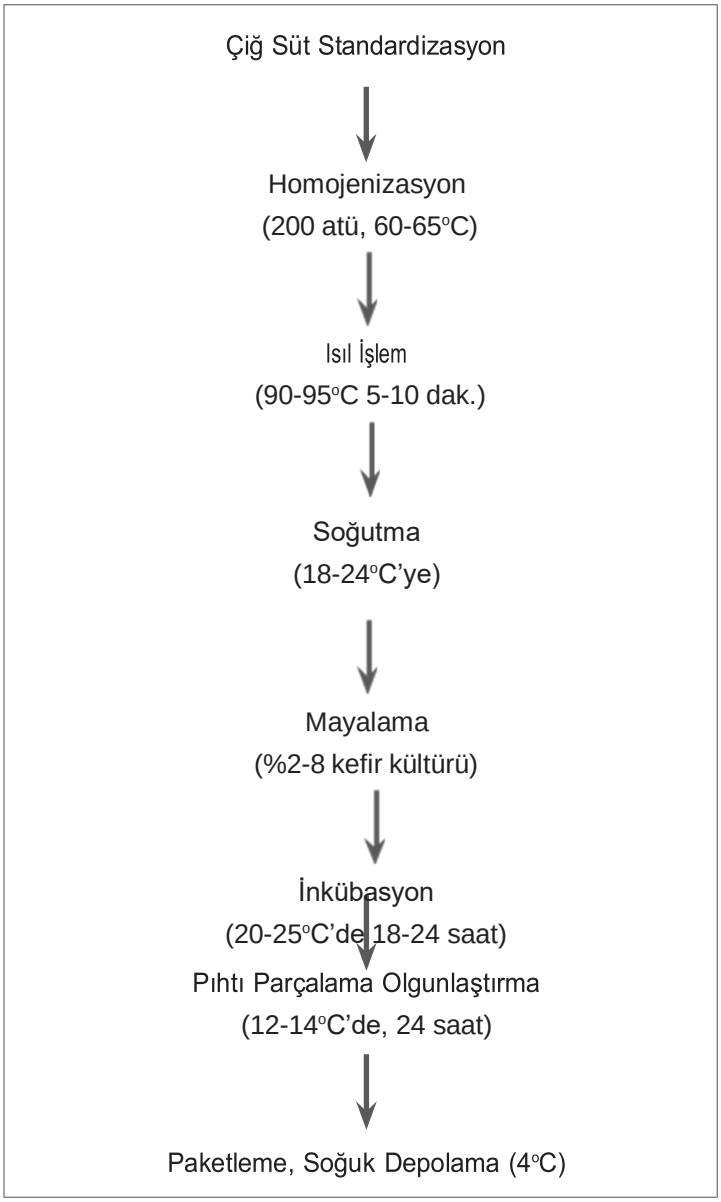


Şekil 2.8: Geleneksel kefir üretim akış şeması

2.9.2. Endüstriyel Kefir Üretimi

Endüstriyel üretimde kefir tanesi, kefir tanesinden elde edilen kültür kullanımı ve liyofilize kültür olmak üzere üç farklıkültür kullanılabilmektedir. Süt sırasıyla istenilen yağ miktarına standardize edildikten sonra homojenizasyon ve ısıl işle-me tabi tutulur. İstenilen özellikleri sağlayacak kültür ilavesi yapıldıktan sonra pH' nın 4,4–4,9, sH'ın ise 30-40 arasında olması istenir. İnkübasyon sonrası soğutmaya alınan kefir pıhtısı parçalanarak homojen hâle getirilir ve yaklaşık bir günkadar olgunlaştırılır.

Fotoğraf 2.14: Kefir üretiminde kullanılan tanklar



Şekil 2.9: Endüstriyel yöntemle kefir üretim akım şeması

3. TEREYAĞI

Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne göre **krema**; sütten fiziksel seperasyon işlemi ile elde edilen süt yağının yağsız süt içindeki yağca zengin emülsiyonu şeklinde tanımlanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağlı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne göre **tereyağı** ise; ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında süt yağı, en fazla %2 oranında yağsız süt kuru maddesi ve en fazla %16 oranında su içeriğine sahip ürün olarak ifade edilmektedir.

Türk Standartları Enstitüsü TS 1331 Tereyağı Standardı' na göre yapılan daha detaylı tanıma göre ise tereyağı; krema (kaymak) ve yoğurdun tekniğine uygun metot ve aletlerle işlenmesi sonucunda elde edilen, gerektiğinde Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde izin verilen katkı maddeleri de katılabilen kendine has tat, koku ve kıvamdaki bir süt mamulüdür.

Fotoğraf 3.1: Tereyağı

Fotoğraf 3.2: Krema

3.1. Tereyağı Tipleri

Tereyağı çeşitleri aşağıdaki gibidir:

- **Kahvaltılık tereyağı:** Pastörize edilmiş kremadan tekniğine uygun olarak elde edilmiş, tereyağıkültürü katılarak özel tat ve koku kazandırılmış ve ağırlıkça en az %82 süt yağı içeren tereyağıdır.
- **Mutfaklık tereyağı:** Krema veya yoğurttan tekniğine uygun olarak elde edilmiş, gerektiğinde tereyağı kültürü katılarak özel tat ve koku kazandırılmış, tuzsuzlarda en az %82, tuzlularda en az %80 süt yağı içeren tereyağıdır.
- **Sadeyağ (eritilmiş tereyağı):** 60°C'yi geçmeyen bir sıcaklıkta eritildikten sonra köpük, tortu ve suyundan mümkün olduğunca ayrılmış ve ağırlıkça en az %99 oranında süt yağı içeriğine sahip olan tereyağıdır. Diğer bir ifadeyle süt yağsız kuru maddesini oluşturan bileşenler ve serum fazının tamamına yakın bir bölümünün ortamdan uzaklaştırılmasıyla üretilen bir yağ çeşididir. Üretiminde ham madde kaynağı olarak süt, krema ve tereyağından yararlanılmaktadır.

- **Yayık tereyağı:** Üretiminde ham madde olarak yoğurt kullanılarak elde edilen tereyağıdır. Sonüründe süt yağ oranı ağırlıkça %80-%90 arasındadır.
- **Çeşnili tereyağı:** Tereyağına çeşitli baharat, meyve ve sebzeler, bal ve/veya diğer gıda maddeleri katılarak çeşnilendirilmesi ile elde edilen, tat ve koku dışındaki diğer özellikleri tereyağı için verilen özellikleri taşıyan ve son üründe süt yağı oranı ağırlıkça en az %75 olan bir üründür.

3.2. Tereyağı Yapım Aşamaları

Tereyağı üretiminde temel ham madde kaynağı süttür. Yayıklanacak ham madde hacmini azaltmak, yayıklama işleminin hızını artırmak, yayık altı miktarını dolayısıyla toplam yağ kaybını azaltmak amacıyla sütten kazanılan krema tereyağı üretiminde kullanılmaktadır.

- **Krema eldesi:** İşletmeler tereyağına işlemek üzere ihtiyaçları olan kremayı iki kaynaktan temin etmektedir. Bunlar;
  - Piyasadan temin edilen toplama kremalar
  - Platform testleri yapılarak işletmeye alınan çiğ süt, tereyağı yapımında kullanılmak üzere krema elde etmek için kullanılır.

  Çiğ sütte önce 37-74 ^{o}C'de ısıtma işlemi uygulanır. Daha sonra temizlik separatöründen geçirilir. Burada santrifüj gücü ile kaba kirlerinden temizlenir. Temizlenen süt aynı sıcaklıkta (37-74 ^{o}C) krema separatörüne aktarılır. Santrifüj gücü ile bu defa kreması ayrılır. Krema şekillendikten sonra pastörizasyon aşamasına geçilir. Pastörizasyon aşaması, separasyon sonucu ayrılan kremanın 65 ^{o}C'de 30 dakika, ya da eş değer ısı-zaman parametresinde tutulduğu aşamadır.
- **Standardizasyon-kremanın yağ oranının ayarlanması:** Yayıklama sırasında meydana gelecekyağ kaybını en aza indirmek ve verim kaybını önlemek için yayıklamadan önce kremada ki %60- 65 yağ oranı %30-35'e kadar temiz su veya yağsız süt ilavesi ile düşürülür.
- **Kremanın nötralizasyonu:** Kremanın nötralizasyonu, asitliği fazla olan kremanın asitliğini pastörizasyona dayanabilecek bir değere düşürmek amacıyla yapılmaktadır. Kremaların asitliği genelde yüksek olduğundan nötralizasyon zorunlu bir uygulamadır.

  Nötralizasyonun prensibi; kremaya katılan alkali bir maddenin fazla asit ile birleşerek tuz oluşturmasına dayanmaktadır. Asitliği yüksek krema kullanıldığında yayıklama sırasında yayık altına fazla miktarda yağ kaçışı gözlenmektedir. Yüksek asitli kremaların dayanıklılık süreleri de olumsuz yönde etkilenmektedir.

  Krema nötralizasyonun sağladığı yararlar şunlardır:
  - Tereyağının dayanma süresi artar.
  - Tereyağlarına özgün, tat-aromanın gelişimini olanaklı kılar.

- Yayık altına geçen yağ kaybı azalır.
- Her zaman aynı kalitede tereyağı üretimi sağlanır.

Nötralizasyonda kullanılan maddeler genellikle sodyumlu nötrleyiciler, kalsiyumlu nötrleyiciler vemagnezyumlu nötrleyicilerdir.

- **Kremanın pastörizasyonu:** Pastörizasyon işlemi, patojen mikroorganizmaları, maya, küf, saprofit mikroorganizmaları yok etmek, tereyağında lezzet ve aroma bozukluklarına neden olan enzimleri inaktive etmek için yapılır.

  Pastörizasyon işlemi;

  - 63-65ºC'de 30-60 dk.
  - 72-87ºC'de 15 sn.
  - 88-90ºC'de 3 sn. olarak yapılabilir.

  Pastörizasyon sonrası krema 80-85ºC'deki vakumlu havalandırıcılara gönderilerek suyun buharlaştırılması sağlanır. Bu buharla birlikte arzu edilmeye kokular ve oksijen uzaklaştırılır. Havalandırma işleminden sonra süratle 8-22 ºC'ye düşürülerek olgunlaştırma tankına alınır ve buradaaynı ısıda 1-2 saat bekletilir.

Fotoğraf 3.3: Krema pastörize tankının iç görünümü

- **Kremanın olgunlaştırılması:** Olgunlaştırma iki farklı amaca yönelik yürütülen bir uygulamadır. Amaçlardan birincisi, karakteristik tat-aroma bileşenlerinin oluşumunun sağlanması (biyolojik olgunlaşma), diğeri yayıklamada tereyağı agregatlarının ve granüllerinin oluşabilmesi diğer bir deyişle yayıklamanın gerçekleşebilmesi için süt yağında yer alan yağ asitlerinin yeterli düzeyde kristalleşmesidir (fiziksel olgunlaştırma).

  Krema genel olarak 18°C'de olgunlaştırılsa da yazın bu işlem 15-16°C'de yapılmaktadır. Olgunlaşma sonucunda ulaşılan asitlik 18-31°SH arasında değişmektedir. Kremanın olgunlaştırılması yayıklama sırasında yayık altına geçen yağ miktarını azaltır, dolayısıyla randıman yükselir.
- **Starter kültür ilavesi:** Tam lezzetli ve aromalı tereyağı elde etmek için kremaya

olgunlaştırma sırasında ortalama %2-4 oranında starter kültür ilave edilir. 14-18ºC'de 10-15 saat veya 18-22ºC'de yaklaşık 16 saat inkübe edilir. Mevsimlere ve hayvanın yediği yeme bağlı olarak süt yağının özellikleri (iyot sayısı, kıvamı) değişkenlik gösterir. Bundan dolayı olgunlaştırma prosedüründe uygulanacak soğutma şekli, sıcaklık ve ilave edilecek kültür miktarı farklılık gösterebilir. Olgunlaştırma süresinin sonunda kremanın asitliğinin 17-29 SH olması istenir.

Kremaya katılan starter kültürler diasetil ve asetoin oluşturduğundan dolayı tereyağına lezzet, aroma kazandırır. Aroma bozucu mikroorganizmaların üremesini engellerler, böylece tereyağı aromalı ve daha dayanıklı olur. Kültür ilavesi aynı zamanda yayık altında atılan yağ miktarını azaltır.

Tereyağı üretiminde mezofilik aromatik kültürlerden yararlanılmaktadır. Bu amaçla bakterilerininçeşitli türlerinden oluşan karışık kültür kullanılır. Çoğunlukla kullanılan starter kültürler şunlardır:

- **Asit üretenler**
  - Lactococcus lactis subsp. lactis
  - Lactococcus lactis subsp.cremoris
- **Tat ve aroma üretenler**
  - Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis
  - Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris (leuc. citrovorum)

Fotoğraf 3.4: Krema olgunlaştırma tankları

- **Kristalizasyon (ısı programı):** Fiziksel süreci doğru yönlendirebilmek için süt yağının bazı nitelikleri, erime ve katılaşma davranışlarındaki değişimler bilinmelidir. Bilindiği üzere süt yağının ana bileşenleri olan trigliseritler, içerdikleri yağ asitlerinin çeşitliliği nedeniyle farklı erime ve katılaşma(kristalleşme) davranışı gösterir. Bununla bağlantılı olarak süt yağının sertliği değişir. Yaz ayların- da süt yağının doymamış yağ asitleri içeriği yüksek, kış aylarında ise daha düşüktür. Dolayısıylayazın elde edilen kremalardan üretilen tereyağları normalden yumuşak, kışın elde edilenlerden üretilenler ise normalden daha sert hatta kırılgan bir yapıya sahip olabilmektedir.

Tereyağının sürülebilme yeteneğinde mevsimlere bağlı olarak meydana gelen bu olumsuzluğu

yok etmek için günümüzde ısı programları uygulanmaktadır. Kristalizasyon da denilen bu programlar kontrollü koşullarda yürütülmektedir. Uygulamalarda bazı değişiklikler olmasına karşın kışve yaz metodu olmak üzere iki farklı yöntem esas alınmaktadır. Temel prensiplere bağlı kalınarak sıcaklık değerlerinde değişiklikler yapılabilmektedir.

- **Kremanın yayıklanması:** Yayıklama, tereyağı elde etmek amacıyla süt, yoğurt veya kremadakiyağın belirli koşullar altında serumdan ayrılmasını sağlamak için yayık denilen özel ekipmanlarda karıştırılması işlemidir. Diğer bir ifadeyle süt yağının konsantre hâle getirilerek daha geç bozula- bilen ekonomik bir besin hâline dönüştürülmesi amacıyla yapılan bir işlemdir.

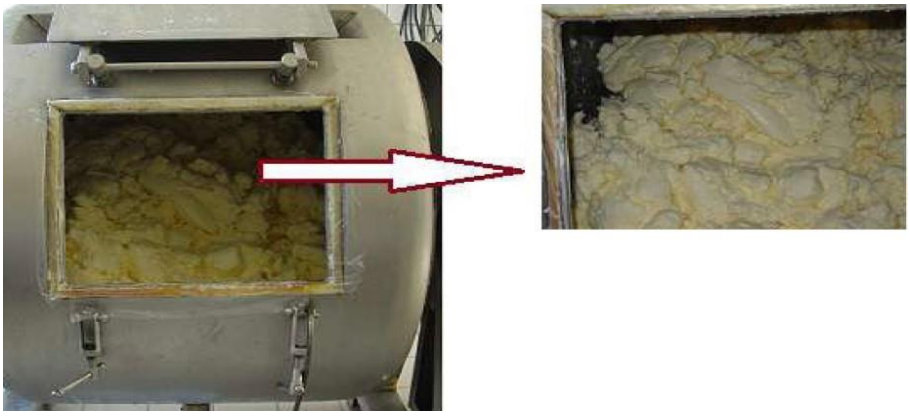
  Yayıklama işlemine başlanılmadan önce yayık ve krema ile temas eden tüm yüzeyler özenli birşekilde temizlenip dezenfekte edilmelidir. Bu amaçla boru hattı ve pompalar uygun kimyasal dezenfektanlarla veya buharla sterilize edilir. Sonra hem dezenfektan kalıntılarını gidermek hem de kremanın yapışıp yanmasını önlemek için soğuk su ile durulanıp soğutulur. Aynı şekilde yayığa sıcak su (93-95 °C) veya hipokloridli su doldurulup en az 5 dakika düşük hızla döndürülür; ardın-dan 10°C'de su ile doldurulup 15 dakika düşük devirde çalıştırılır; daha sonra su boşaltılır.

  Günümüzde tereyağı üreten işletmeler kapasitelerine göre kesikli ve sürekli yöntem olarak adlandırılan farklı yayıklama yöntemleri kullanabilmektedir.

  - **Kesikli yöntem:** Kesikli yöntemle tereyağı üretiminde silindirik, konik, dört yüzlü veya kübik şekilli ve dönme hızları ayarlanabilen yayıklar kullanılır. Bazı yayıkların içi boştur. Bazılarınıniçinde ise özellikle silindirik yayıklarda eksenel konumlandırılmış dövme plakaları ve kazıyıcısıyırıcılar bulunur. Bunların tasarımı, şekli, büyüklüğü ve konumları, yayığın dönme hızı ile bağlantılı olarak tereyağının özellikleri üzerinde önemli rol oynar.

    Krema konulmadan hemen önce sıcak ve ardından soğuk su ile çalkalanıp durulanır. Böylece yayığın iç yüzeyinde bir su filmi oluşturularak yağın yapışması önlenir. Bu işlemlerden sonra yayık hacminin 1/2-1/3'üne eş değer miktarda krema yayığa alınır. Krema tankındaki ve borulardaki krema kalıntıları da su ile çalkalanarak yayığa eklenir. Yayık çalıştırılarak yayıklama işlemine geçilir.

Fotoğraf 3.5: Yayık çeşitleri



Fotoğraf 3.6: Kremanın yayıklanmasıyla oluşan tereyağı

- **Sürekli yöntem:** Bu yöntemle işlenecek krema periyodik yöntemin aksine sistemin bir tarafından girer, diğer tarafından tereyağı olarak çıkar. Sürekli tereyağı üretim yöntemleri fritz,alfa, cherry-burrel ve cremery-package yöntemi olmak üzere dört grup altında toplanır. Süreklitereyağı yapım üniteleri aşağıda belirtilen ana fonksiyonları yerine getirebilecek şekilde dizayn edilmiştir.
    - Kremanın yayıklanması
    - Yayık altı suyunun uzaklaştırılması
    - Tereyağı granüllerinin bir araya getirilmesi
    - Yoğurma (malakse)

Bu yöntemler içinde yayıklama prensibini esas alan fritz yöntemi daha çok kullanılır. Bu şekilde tereyağı üretiminde kremanın hazırlanması geleneksel yöntemle aynıdır. Yağ globül membranının zarar görmesini engellemek için krema aktarımında pozitif pompalar kullanılır. Yayıklama silindiri çift cidarlı olup buzlu su ile soğutma yapılabilmektedir. Ayrıca yayıklama silindirlerinin için-de dönme hızını ayarlayabilen (0-1400 devir/dakika) özel karıştırıcılar bulunmaktadır. Genellikle yayıklama aşamasında karıştırıcının hızı 1000 devir/dakikadır.

Fotoğraf 3.7: Sürekli yöntem tereyağı üretim makinesi

- **Yayık altı suyunun ayrılması:** Tereyağı tanecikleri yaklaşık 3-4 mm iriliğe ulaşınca ve serum kısmı (yayık altı) berrak bir görünüm kazanınca yayık durdurulur. Birkaç dakika dinlendirilir. Bu sırada yağ tanecikleri yayık altının yüzeyinde toplanır. Daha sonra yayık altını boşaltacak musluk açılır ve yayık altı bir süzgeçten geçirilerek dışarı akıtılır.

  Yayıklama işleminde süt yağı konsantre edilerek tereyağı granülleri oluşmaktadır. Bu aşamada az miktarda süt yağı ve süt kuru maddesini oluşturan diğer bileşenlerin yaklaşık tamamı yayık altına geçmektedir.

Fotoğraf 3.8: Yayık altı suyunun ayrılması

- **Yıkama:** Yıkama işlemi oluşan granüller üzerinde ve granül aralarında kalmış olan yayık altı artıklarını tereyağından uzaklaştırmak için yapılır. Böylece asitliğin artması engellenir.

  Yayıklama sonrası tereyağı yayıktan çıkartılmadan süzme işlemi yapılır ve çıkan yayık altı miktarında temiz ve 5 derecede su ilave edilerek düşük (4-5 devir/dakika) hızla yayığa

devir yaptırılır. Sürenin sonunda yayık altı tekrar boşaltılır. Bu işlem yayık altı suyu berraklaşıncaya kadar tekrarlanır.

- **Tuzlama:** Tereyağı çoğunlukla tuzsuz üretilmektedir. Birçok ülkede tüketici tercihleri ve yasal düzenlemeler dikkate alınarak özellikle belirli tat özelliği kazandırmak amacıyla tuzlu tereyağı üretimi de yapılmaktadır.

  Tuzun antiseptik ve koruyucu niteliği eskiden beri bilinmektedir. Özellikle tereyağı üretiminde ham madde olarak çiğ kremanın kullanıldığı ve soğuk zincirin sağlanamadığı dönemlerde ortama tuz ilavesi zorunlu bir uygulama niteliği taşımaktaydı.

  Tereyağında tuzlama üç şekilde yapılır.

  - Kuru tuzlama, en yaygın metottur. Yağ miktarına göre kullanılacak tuz miktarı hesaplanır. Tereyağı kitlesinin ortasına tuz konularak malakse edilir.
  - Hesaplanan tuz miktarı su ile cıvık hamur hâline getirilip tereyağı kitlesine eklenerek malakse edilir.
  - Hesaplanan tuz miktarı doymuş solüsyon hâline getirilip tereyağı üzerine ilave edildikten sonra malakse edilir.

- **Tereyağının malakse edilmesi (yoğurma):** Yıkama suyu boşaltıldıktan sonra tereyağı granüllerini (taneciklerini) bir araya toplamak için **malakse** denilen yoğurma işlemi yapılır.

  Malakse işleminin temel amaçları şunlardır:

  - Yağ granüllerinin (taneciklerinin) bir araya gelmesini, dolayısıyla sıkı ve homojen bir yapınınoluşumunu sağlamak
  - Yayık altının ortamdan uzaklaşmasını sağlayarak tereyağında bulunması gereken su oranını ayarlamak
  - Suyun küçük zerreler hâlinde dağılımını gerçekleştirerek bazı görünüş bozukluklarını ve randıman kayıplarını gidermek
  - Tat-aroma açısından üniform ürün eldesini sağlamak
  - Tuzlama yapılmışsa tuzun tereyağında homojen dağılımını gerçekleştirmek
  - Tereyağının çok önemli bir kalite ölçütü olan sürülebilme özelliğini iyileştirebilmek

Fotoğraf 3.9: Tereyağının malakse edilmesi

- **Tereyağının su oranının kontrolü:** Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne ve TS 1331Tereyağı Standardı'na göre tereyağlarında rutubet miktarı kütlece en çok %16 olmalıdır. Malaksede boşaltma musluğu açık olarak işleme başlanır. Yeterli yoğurma işleminden sonra yayıkdurdurulur ve tereyağı bünyesinden ayrılan su ortamdan uzaklaştırılır. Bu aşamada tereyağının su oranı belirlenir. Oran yasaların belirlediği değerin üzerinde ise malakse işlemine devam edilir. Su değeri standart değerin altında ise ortama su ilave edilmelidir. İlave edilecek yaklaşık su miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır. Saptanan miktarda su yayığa konur ve boşaltma musluğu kapatılarak malakse işlemine geçilir.
- **Ambalajlama:** Tereyağı gerek büyük miktarlarda (bulk) gerekse küçük ve tüketime sunulabilecek miktarlar hâlinde ambalajlanmaktadır. Ambalaj materyali olarak polietilen film, alüminyum folyo, lamine edilmiş plastik, plastik kâse vb. malzemeler kullanılmaktadır.
  Küçük miktarlardaki (1 kg kadar) tereyağlarının ambalajlanmasında alüminyum folye ve laminantların kullanımı yaygındır. Metal folyoların cezbedici görünüşlerinin yanı sıra ışık geçirmeme özelliği ürün dayanımı açısından son derece önemlidir.
  Büyük miktarlardaki tereyağlarının ambalajlanmasında, parşomen yerine polietilen film kullanılması yeni bir uygulamadır. Polietilen filmin steril sayılabilecek düzeyde olması ve bakır içermemesi en önemli avantajıdır. Ambalajlama materyali olarak parşomen kullanılırsa ürüne olabilecek küf kontaminasyonunu engellemek için özen gösterilmelidir.

Fotoğraf 3.10: Tereyağının ambalajlamasında kullanılan alüminyum folyo tipi ambalajlar

Fotoğraf 3.11: Kâse tereyağının porsiyonlanması

- **Tereyağının depolanması:** Tereyağı yüksek sıcaklık, hava ve ışıktan çabuk etkilenir ve bozulur. Bu nedenle muhafaza şartlarına dikkat etmek gerekir.

  Tereyağı ambalajlandıktan hemen sonra soğuk depoya yerleştirilmelidir. Yeni paketlenmiş tere- yağlarının deforme olmaması için kutuların ızgara veya paletlerle 5-6 kutudan daha fazla üst üstekonulmayacak şekilde istiflenmesi gerekmektedir. Kutu sıraları arasında da 20-30 cm civarındaboşluk bırakılmalıdır. Kısa süreli depolamalar için depo sıcaklığının 4°C olması yeterlidir. Satışı uzun sürecek tereyağları –10°C'nin altında muhafaza edilmelidir. 2 aydan uzun süre saklanacak tereyağlarının –15°C'nin altında bulundurmaları zorunludur.

  Uzun süre saklanacak tereyağlarının depolandığı ortam %80-85 bağıl nem koşullarında olmalıdır. Perakende satış noktalarında ise depolama sıcaklığının ≤10°C ve bağıl nem koşullarının da %80olması gerekir.

3.3. Tereyağında Görülen Kusurlar

Tereyağlarında çok çeşitli faktörlerin etkisiyle bozulmalar meydana gelmektedir. Tereyağlarında bozukluklar görünüş, yapı, tat-aroma olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır.

3.3.1. Görünüş Bozuklukları

- **Sızıntılı görünüş:** Yüzeylerde görülebilecek su damlacıklarının varlığı bu bozukluğun belirtisidir. Yetersiz malakse işlemi, tuzun bünyeden tamamen çözünmemesinden veya homojen dağılmamasından kaynaklanmaktadır.
- **Sıvı yağ sızıntısı:** Yüzeylerde sıvı yağ damlacıklarının görülmesi, bu bozukluğun göstergesidir.Özellikle yaz döneminde doymamış yağ asitlerinin yani sıvı yağ fazının fazlalığı ile ilişkili olan bu bozukluk üzerine malakse işleminin vakum altında yürütülmesi son

derece etkilidir.

- **Benekli görünüş**: Malakse işleminin uygun şekilde yürütülmemesi sonucu, tuz ve suyun bünye-de homojen dağılmamasına bağlı bir bozukluktur. Tuzun dolayısıyla suyun yoğun olduğu bölgelerkoyu diğer bölgeler ise açık renktedir.
- **Küfü görünüş:** Küf bulaşması sonucunda küflerin tereyağı yüzeyinde gelişerek görülebilir nitelik kazanmasıdır. Üründe renk bozukluğu da meydana gelmektedir.

Fotoğraf 3.12: Tereyağında küflü görünüş

- **Açık görünüş:** Tereyağı yüzeylerinde çentiklerin / noktaların görülmesidir. Bozukluk yüksek sıcaklıklarda yürütülen malakse işleminin bir sonucudur. Temizliğin yetersiz yapıldığı ünitelerden kalsiyum kalıntılarının tereyağı bünyesine geçmesi veya asitlik düzeyi yüksek kremaların pastörize edilmesi hâlinde yapısal değişikliğe (denatürasyon, presipitasyon vb.) uğramış proteinlerin tereyağı bünyesinde kalması bu bozukluğun diğer nedenleridir.

3.3.2. Yapı Bozuklukları

- **Kırılgan yapı:** Erime noktası yüksek yağ asitlerinin fazlalığından kaynaklanan bozukluk özellikle kış tereyağlarında ortaya çıkmaktadır. Bu bozukluğa sahip tereyağları plastik olmayan, kolayca kırılabilen yapıda olup sürülebilme yetenekleri oldukça kötüdür.
- **Yumuşak yapı:** Doymamış yağ asitlerinin fazlalığı nedeniyle özellikle yaz tereyağlarında görüle- bilen bir bozukluktur. Aşırı malakse işlemi de yağa yumuşak yapışkan bir nitelik kazandırır.
- **Unumsu / kumumsu yapı:** Tereyağının ekmek üzerine sürüldüğünde küçük danelere parçalanması ile fark edilebilen bir bozukluktur. Başlıca nedenleri, süt yağı kompozisyonunda erime noktası yüksek yağ asitlerinin fazlalığı, hatalı teknolojik uygulamalar sonucu kremanın yağ ve serum fazının birbirinden ayrılması, aşırı nötralizan kullanılmasıdır.

3.3.3. Tat-Aroma Bozuklukları

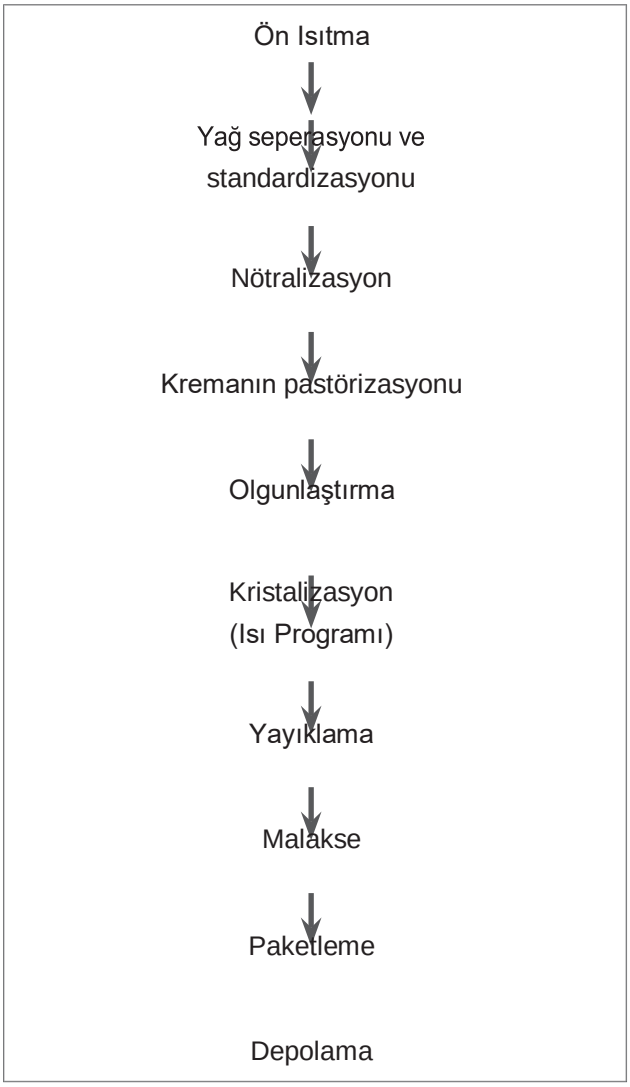
- **Yem tadı:** Süt hayvanlarının beslenme rejimlerine bağımlı olan çeşitli nitelikteki

bozukluklardır. Bu bozukluklar öncelikle sütlerde görülmekte ve buradan tereyağına geçmektedir. Özellikle şal-gamla beslenen hayvanların sütlerinde karşılaşılmaktadır. Şeker pancarı, pancar, kötü kaliteli silaj da (yem bitkilerinin karışımından hazırlanan hayvan yemi) süt yağında kötü tat-aromaya neden olabilmektedir. Yemlerden kaynaklanan bozuklukların tamamen giderilmesi olanaksızdır. Sadece kremanın yüksek derecede pastörizasyonu ve fazla miktarda kültür kullanılarak yem tadının yoğunluğu azaltılabilmektedir.

- **Asidik tat:** Asitlik düzeyi yüksek veya aşırı olgunlaştırılmış krema tereyağlarında karşılaşılan bir bozukluktur.
- **Yavan tat:** Özellikle tereyağı granüllerinin aşırı yıkanması sonucu, tat-aroma bileşenlerinin ortam-dan uzaklaşması ile belirginleşen bir bozukluktur.
- **Pişmiş tat:** Kremanın yüksek sıcaklıklarda uzun süre pastörizasyonuna bağlı bir bozukluktur.
- **Bayat tat:** Yüksek sıcaklıklarda uzun süre depolanan tereyağlarında görülmektedir. Bayatlamışkrema kullanımı da bozukluğun başlıca nedenidir.
- **Yoğurt benzeri tat:** Starter ve kremada asitlik gelişiminin veya sitrik asit fermentasyonunun yetersizliğinin bir sonucudur. Bu değişime bulk starterde leuconostoc cremoris'in düşük oranda bulunması sonucu oluşan asetaldehitin diğer aroma bileşenlerine dönüşmemesi neden olmaktadır.
- **Malt tadı:** S. lactic var. maltigenes'in süt ve kremaya kontamine olması ile ortaya çıkan bir bozukluktur.
- **Maya tadı:** Maya kontaminasyonu ile ilişkili bir bozukluktur.
- **Tuzlu tat:** Aşırı tuz oranına ek olarak tuz dağılımının uygunsuzluğundan kaynaklanan bir bozukluktur.
- **Kimyasal madde tadı:** Son yıllarda sütte dolayısıyla krema ve tereyağında oldukça yoğun şe- kilde kimyasal tat bozukluklarıyla karşılaşılmaktadır. Bu bozukluklar özellikle zirai mücadele ilaçlarının aşırı kullanıldığı bölgelerde üretilen sütlerde görülmektedir. Ahır, hayvan ve sütçülük alet ekipmanlarının sanitasyonunda kullanılan dezenfektan maddeler de bu tip bozuklukları yaratmaktadır. Örneğin, hayvan tedavisinde kullanılan iyot, civa, arsenik gibi maddeler tat bozukluğuna ek olarak miktarlarının belirli bir düzeyin üstüne çıkmasıyla zehir etkisi yaratmaktadır.
- **Küfü tat:** Çamurlu / bataklık alanlarda otlayan ineklerin sütlerinden elde edilen tereyağlarında hissedilen bir bozukluktur. Küflü yemlerle beslenme ve kötü kaliteli su tüketilmesi de bu bozukluğa neden olmaktadır.

3.3.4. Depolama Süresince Tereyağlarında Ortaya Çıkan Bozukluklar

- **Oksidasyon:** Doymamış yağ asitlerinde çift bağların ya da yağlardaki hidrokarbon zincirlerinde bulunan doymamış kısımların oksijen ile reaksiyona girmeleri sonucu peroksit ve hidroperoksitlerin meydana gelmesine oksidasyon denir.
- **Lipoliz:** Süt yağının enzimatik olarak hidolizasyonudur. Trigliseritlerin hidrolizasyonu sonucunda serbest hâle geçen küçük moleküllü yağ asitlerinin miktarlarına bağlı olarak süt ürünlerinde **ransit tat** veya **acılaşma** olarak nitelendirilen tat bozuklukları meydana gelmektedir.



Şekil 3.1: Tereyağı üretiminde işlem basamakları

4. PEYNİR

Peynir sofralarımızın geleneksel lezzetidir. Kalsiyum, protein, D vitamini ve çinko açısından da zengin bir besindir. Kullanılan sütün türüne göre peynir çeşitlilik gösterir.

4.1. Tanımı ve Çeşitleri

Peynir, yağlı süt, krema, yağsız süt veya bunların birkaçının veya tümünün karışımının peynir mayası denilen proteolitik enzimlerle veya zararsız organik asitlerle pıhtılaştırıldıktan sonra peynir altısuyunun ayrılması pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanması ile elde edilen taze veya olgunlaştırıldıktansonra tüketilen süt ürünüdür.

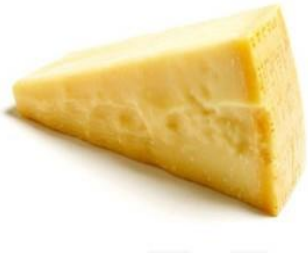
Fotoğraf 4.1: Peynir çeşitleri

Peynirlerin sınıflandırılması son derece karmaşık ve güçtür. Birçok ülkede değişik özellikte yüzler-ce çeşit peynir üretilmesi; her bir çeşidin kendi içinde şekil, büyüklük ve ambalaj bakımından farklılaşması; üretiminde inek, keçi, koyun ve manda sütü gibi özellikleri farklı olması gibi birçok nedenden dolayı net bir sınıflandırma güçleştirmektedir.

Geçmişten bugüne bazı özellikler ölçüt alınarak peynirler çeşitli sınıflara ayrılmıştır.

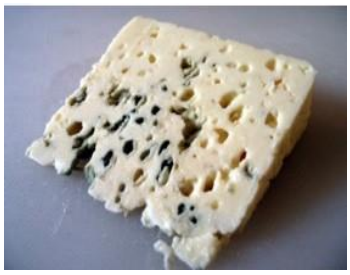
- **Kazeini pıhtılaştırma yöntemi ve ürün özelliklerine göre**
  - Peynir mayası (rennet) ile elde edilenler (kaşar, cheddar, edam vb.)
  - Uygun asitlerle pıhtılaştırılarak üretilenler (cottage, quark vb.)
  - Isı/asit etkisiyle elde edilenler (ricotta, sapsago vb.)
  - Eritme peynirleri
- Konsistens özelliklerine göre
  - Çok sert peynirler (parmesan, romano vb.)
  - Sert peynirler (cheddar, emmental vb.)
  - Yarı sert peynirler (roquefort, trappist vb.)
  - Yarı yumuşak peynirler (limburg, brick vb.)

- Yumuşak peynirler (cottage, camembert vb.)



Fotoğraf 4.2: Parmesan

Fotoğraf 4.3: Cheddar



Fotoğraf 4.4: Roquefort

- **Olgunlaştırmada kullanılan mikroorganizmalara göre**
  - Laktik asit bakterileri ile olgunlaştırılanlar (peynir çeşitlerinin büyük bir bölümü)
  - Laktik asit bakterilerinin yanı sıra diğer bazı mikroorganizmalar yardımıyla özellikle yüzeydenolgunlaştırılanlar (tilsit, limburg vb.)
  - Özel küflerle olgunlaştırılanlar (roquefort, gorgonzola vb.)
- **Kuru madde yağ oranlarına göre**
  - Çok yağlı peynirler (kuru madde yağ oranı >%60)
  - Tam yağlı peynirler (kuru madde yağ oranı %45-60)
  - Yağlı peynirler (kuru madde yağ oranı %25-45)
  - Yarım yağlı peynirler (kuru madde yağ oranı %10-25)
  - Yavan peynirler (kuru madde yağ oranı %10'dan az)
- **Peynir tekstürüne göre**
  - Yuvarlak gözlü (gouda vb.)
  - Granüler (tilsit vb.)
  - Kapalı tekstür (cheddar vb.)

Fotoğraf 4.5: Tilsit

Fotoğraf 4.6: Gouda

WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve FAO (Gıda ve Tarım Örgütü)'nun çalışmaları sonucu peynirler üçana grupta toplanmıştır.

- Üretildikten hemen sonra tüketilmeyen; belirli sıcaklık ve bağıl nem koşullarında belirli süre **olgunlaşmış** peynirler
- Yüzeylerinde ya da tüm kitlede geliştirilen özel küfler yardımıyla olgunlaşmaları sağlanan **küşü** peynirler
- Yapıldıktan hemen sonra tüketime hazır olan **taze ya da olgunlaşmamış** peynirler

4.2. Peynir İşlenecek Sütün Özellikleri

- Peynir yapımında kullanılacak çiğ süt kimyasal ve bakteriyolojik yönden iyi kalitede olması gere-kir. Peynir yapılacak sütlerin mastitisli olmaması, fizyolojik anormallikler (kolostrum gibi) içermemesi, yüksek bakteri içeriği göstermemesi gerekir. Bunlar peynir yapımının değişik aşamalarındakusurlara neden olmaktadır.
- Kimyasal bileşimi normal olmayan, özellikle laktasyonun ilk ve son safhaları ile mastitisli hayvanlardan elde edilen sütler, peynir yapımı için elverişli değildir. Böyle sütlerin serum proteini miktarıfazla, kazein miktarı azdır. Oysa sütün kazein ve kalsiyumca zengin olması gerekir. Çünkü kazein miktarının az olması randımanın düşük ve peynirin yumuşak olmasına yol açar.
- Bu durum, diğer bir ifadeyle telemede fazla miktarda peynir altı suyunun tutulması, telemenin ye-terince kurumamasına ve elastiki (büzülebilir) bir tekstürde olmamasına yol açar. Telemede arzuedilmeyen birçok bakterinin gelişmesi için elverişli bir ortam oluşturarak üründe lezzet ve şekil kusurlarının oluşmasına neden olur.
- Protein, yağ ve kuru madde oranının da normal olması kalite yönünden olduğu kadar, randıman yönünden de önemlidir. Yağ bakımından zengin olan ve özellikle büyük yağ globüllerini içeren sütler (Jersey, Guernsey ırkının sütleri vb.), peynir yapımı sırasında fazla yağ kaybına uğradığından veya telemede tutularak peynirde yağlı lekelere sebep olduğundan pek tercih edilmez.
- Asitliği 6,0 SH'dan az, 7,0 SH'dan yüksek olmamalıdır.
- Antibiyotik, deterjan ve dezenfektan kalıntılarını içeren sütlerin peynir yapımında kullanılması sakıncalıdır. Çünkü böyle sütlerde starter kültürlerinin ve peynirin lezzet ve aromasının oluşumunda rol oynayan diğer mikroorganizmaların gelişmeleri olumsuz etkilenir. Bu bakımdan antibiyotiklerle tedavi edilmekte olan hayvanlara ait sütlerin son ilaç verilmesinden itibaren 4-5 gün içinde kullanılmaları birçok ülkede yasaklanmıştır. Bu amaçla bazı gelişmiş ülkelerde sütte mevcudiyetini belirlemek için boyalı (örneğin, Food Blue No.2) antibiyotiklerin kullanılması zorunlu kılınmıştır.
- Peynir yapılacak sütün bakteriyolojik yönden iyi kalitede olması gerekir. Aksi takdirde

çiğ süttekimikroorganizmaların bir kısmı peynire geçer ve aktivitelerine bağlı olarak çeşitli kusurlara (örneğin, delik, şişlik ve çatlak) neden olur. Peynir yapımında kullanılacak sütün, genel canlı mikroorganizma sayısının 1,0x106'dan fazla/ml olmaması, koliform grubu, clostridium ve mayaların da mümkün olduğu kadar az sayıda olması arzu edilir.

- Peynir yapımında kullanılacak sütte fazla sayıda, özellikle psikrofilik (örneğin; pseudomonas, achromobacter, alcaligenes, flavobacterium, klebsiella, aeromonas) ve termodürik (örneğin; bazıstreptococcus, micrococcus ve corynebacterium türleri ile aerop ve anaerop bacillaceae sporları) mikroorganizmaların bulunması arzu edilmez. Çünkü psikrofilik mikroorganizmalar, sütün muhafazası sırasında proteolitik ve lipolitik etkilerinden ötürü sütte arzu edilmeyen lezzetin meydana gelmesine; koliform grubu organizmalar, mayalar ve bazı anaerobik sporlar da (örneğin; bütirik asit bakterileri) elverişli koşullar altında peynirde gelişerek gaz oluşmasına neden olur. Sütteki enzimlerden ileri gelen proteolizis; pıhtının yumuşak olmasına, buna bağlı olarak da randımanındüşük olmasına sebep olmaktadır.
- Mikroorganizmaların oluşturdukları enzimler ısı işlemlerine oldukça dayanıklıdır. Psikrofilik orga- nizmaların proteaz ve lipazları süte uygulanan normal ısı işlemleriyle (72°C'de 15 saniye) inaktive olmaz. Bu bakımdan bazı araştırmacılar, soğukta muhafaza edilen sütlere, lipolizisi (hidrolitikransidite) önlemek amacıyla tuz (sodyum klorür) ilave edilmesini önermişlerdir. Ancak rennin aktivitesini olumsuz etkileyerek koagülasyonun yavaş olmasına ve suyun tutulmasından dolayı pıhtınınyumuşak olmasına sebebiyet veren bu uygulamaya nadiren başvurulmaktadır.
- Sütün kokusu ve tadı peynire geçeceği için kötü yemlerle beslenen hayvanların sütleri peynirlerde kusurlara neden olabilmekte ve silajla beslenen hayvanların sütleri spor yapabilen anaerobik bakterileri içerdiğinden peynircilikte çok tehlikeli olabilmektedir.
- Peynire işlenecek süt taze olmalı ve içinde yabancı madde bulunmamalıdır. Bunun sebepleri şunlardır:
  - Sütte bulunan antibiyotik ve koruyucu maddeler starterin çalışmasını engellerleyerek sütün pıhtılaşmasını önler.
  - Sütün mastitisli olması ve bakteri içeriği yüksek olması yavaş pıhtılaşma, zayıf pıhtı oluşumu, peynir suyunun pıhtıdan zor ayrılması gibi peynir yapımının değişik aşamalarında kusurlara neden olur.
  - Önceden ısıtılmış sütler yavaş ve zayıf pıhtı oluşturacağı için peynirde kaliteyi etkiler. Peynirdebazı kusurlar oluşur (yarık, çatlak, gaz vb.).

4.3. Starter Kültürün Peynir Üretimindeki Fonksiyonu

Peynire işlenecek süt pastörize edildiğinde patojen mikroorganizmalarla birlikte peynir oluşumunusağlayacak laktik asit bakterileri de büyük ölçüde ölür. Pastörizasyon sıcaklığına

dayanıklı patojenler gelişerek ortama hâkim olarak kusurlar meydana getirebilmektedir. Bu nedenlerle istenilen tat, aromada peynir elde etmek için laktik asit bakterilerini saf kültür olarak süte ilave etmek teknolojik bir zorunluluk hâline gelmektedir.

Peynir üretiminde süte starter kültürlerinin katılmasının pek çok işlevi vardır.

- Rennet ile pıhtılaşmayı çabuklaştırır, pıhtıyı sertleştirir.
- Pıhtıdan peynir suyunun uzaklaşmasını sağlar, süzmeyi kolaylaştırır.
- Arzu edilmeyen mikroorganizmaların gelişimini sınırlar.
- Peynirin lezzet ve tekstürünü düzeltir.

4.4. Kalsiyum Klorür (CaCl2)'ün Peynirde Üretimindeki Fonksiyonu

Peynir üretiminde ham madde veya çeşitli nedenlerden ötürü arzu edilen seviyede pıhtı oluşmayabilir veya ürün niteliklerini artmak amacıyla süte veya pıhtıya, bazen starter kültürü ve rennet dışında bazı katkı maddeleri ilave edilir. Yasalarla belirlenmiş olan katkı maddelerinin bir kısmının kullanımına bazıülkelerde müsaade edilmemektedir.

Pıhtı oluşturulmadan önce ilave edilen bu katkıların en önemlileri kalsiyum klorür, potasyum veya sodyum nitrat ve renk maddeleridir.

Sütün pıhtılaşma düzeyi, sütteki kalsiyum miktarına ve dağılım şekilleri arasındaki dengeye bağlıdır. Sütte çözünmüş, koloidal ve kompleks hâlde bulunan kalsiyumun aralarındaki dağılım dengesinin bozulması (örneğin, süte uygulanan ısıtma ve soğutma işlemleri) veya eksikliği hâlinde rennetin etkisiyle oluşan pıhtı gevşek olur. Buna bağlı olarak pıhtının kesilmesi sırasında daha ufak pıhtı parçacıkları teşekkül eder, peynir altı suyuyla yağ ve protein kaybı artar.

Dolayısıyla randıman düşer ve süzülen pıhtı yeterince kaynaşmaz. Telemede kalan fazla peynir altı suyu, laktozun zamanla fermantasyonu sonucu, peynirin ekşi lezzette olmasına sebep olur. Sütte kalsiyum iyon konsantrasyonunun azlığından ve bazı bitkisel ve mikrobiyel pıhtılaştırıcı maddelerin kullanılmasından kaynaklanan bu durumu önlemek, diğer bir ifadeyle kazein misellerinin büyüklüğünü artırmak için uygulamada genellikle süte kalsiyum klorür ilave edilir.

Pıhtılaşma olayında bir bağ görevi yapan kalsiyum; sütün pıhtılaşmasını kolaylaştırır. Daha sıkı ve esnek bir pıhtı oluşumunu, peynir suyunun daha kolay ayrılmasını sağlar; telemenin süzme bezine yapışmasını önler ve randımanın bir miktar artmasına katkıda bulunur.

Fotoğraf 4.7: Kalsiyum klorür ($CaCl_2$)

4.5. Rennin'in Peynir Üretimine Etkisi

Peynire işlenen süt, genellikle enzimatik yolla pıhtılaştırılır. Bu amaçla hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal kaynaklardan kazanılan enzimler kullanılır. Bu enzimler hem sütün pıhtılaşmasını sağlar hemde peynir olgunlaşması ve kalitesini belirgin derecede etkiler.

Peynir teknolojisinde en yaygın kullanılan enzimatik pıhtılaştırıcılar, hayvansal proteazlardan rennindir. Rennin, kimosin veya peynir mayası olarak da bilinen geviş getiren hayvanların henüz süt emme çağında olan yavruların midelerinin dördüncü kısmından özütleme yoluyla kazanılan bir enzimdir.

Peynir mayası, sütü pıhtılaştırır yani sütün bünyesindeki koloidal kalsiyum kazeinatı kalsiyum parakazeinat ve peynir suyu proteini hâlinde birbirinden ayırıp kazeini pıhtılaştırır.

Peynirin çeşidine, pıhtılaşma süresi ve mayanın kuvveti-ne göre hesaplanan maya miktarı süte eklenerek homojen olacak şekilde yavaşça karıştırılır. Maya belli oranda su ile seyreltilir, mayalanma sıcaklığında 1-2 saat beklenir (mayalanma derecesi 26-32 ^{o} C dir).

Fotoğraf 4.8: Renninin süte katılması

4.6. Beyaz Peynir Üretim Aşamaları

Beyaz peynir üretimi için aşağıdaki işlemler çiğ süte sırasıyla uygulanır.

4.6.1. Çiğ Sütün Temizlenmesi

Peynire işlenecek sütün diğer tüm süt ürünlerinde olduğu gibi temiz olması şarttır. İşletmeye gelen pişmemiş süt, sağım yerinde süzülmüş olsa dahi temiz kabul edilemez. Bu nedenle üreticiden tankerler-le gelen süt kalite kontrolü yapıldıktan sonra mutlaka temizlenmelidir.

- **Kaba temizleme (kıl, saman, gübre parçası, toprak):** Klasik boru tip filtreler kullanılır.
- **Klarifikatör:** Kaba temizleme ile uzaklaştırılamayan epitel hücreler, kan pıhtıları, büyük bakteriler ve diğer kirlilik etmenleri
- **Baktofügatörler:** Mikroorganizmalar ve bir ölçüde sporları

4.6.2. Sütün Standardizasyonu

Peynir üretimine başlamadan önce sütün içeriğini bilmek, ürünün kalitesi ve randımanı açısından çok önemlidir. Çünkü sütün kimyasal bileşimi, elde edilecek peynirin yağ ve protein oranını önemli ölçüdeetkiler.

Besleme, iklim, laktasyon süresi, meme enfeksiyonu, genetik farklılıklar gibi birçok faktör sütün özelikle yağ ve protein olmak üzere- birçok unsurunu değiştirmektedir. Gelen sütlerin standardize edilmemesi yıl boyunca değişik randımanda ve maliyette peynir üretimine neden olmaktadır. Bu yüzden peynire işlenecek sütün özellikle yağ ve protein bakımından standardize edilmesi gerekir. Sütün standardize edilmesi için yağ oranı ve protein miktarı bilinmelidir.

Peynir yapımında kullanılacak süt, peynirin standart bileşimde olmasını sağlamak ve tüketicinin isteği doğrultusunda sütün unsurlarını en ekonomik şekilde değerlendirmek amacıyla standardize edilir. Süt yağındaki %0,05 oranında bir değişim, %45-50 oranında kuru maddede yağ içeren peynirin kuru maddesindeki yağ düzeyinde %0,5 oranında değişime neden olur.

4.6.3. Homojenizasyon

Homojenizasyon işleminin amacı; süt yağının yüzeyde toplanmasını engellemek ve asitliğin geliştirilmesiyle birlikte su tutma kabiliyeti yüksek pıhtıda homojen ve yağlımsı bir yapı elde etmektir.

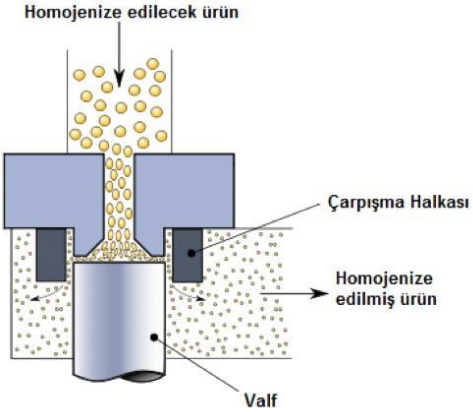
Homojenizasyon sütün yağı üzerinde gerçekleştirilen bir işlem olmasına karşın diğer bileşenlerine, proteinler, özellikle kazein ve sütün bazı fiziksel nitelikleri üzerine de etkili bulunmaktadır.

Homojenizasyon işlemi, sütte yağ globüllerinin çaplarının küçülmesini sağlamasının yanında süt proteinlerinin yapısında da bazı değişiklikler meydana getirir. Böylece peynir üretiminde peynir altı suyuna daha az oranda yağ geçer. Süt kuru maddesi ve yağın peynir telemesinde tutulma oranı

artar, homojenize sütten üretilen peynir örneklerinin kuru madde oranlarının homojenize edilmemiş sütten üretilen peynirlerin kuru madde oranlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İşlem, daha ziyade yağ asitlerinin parçalanması sonucu lezzet bileşiklerinin oluşumu arzu edilen bazı peynirlerin (örneğin, feta peyniri, roquefort) olgunlaşmasını (örneğin, yağ hidrolizi) hızlandırmak, ürünün daha beyaz görünümünü sağlamak ve koagulumdan peynir altı suyunun çıkışını azaltmak amacıyla uygulanır.

Homojenizasyon işlemi, normal olarak peynir yapımında kullanılacak süte uygulanmaz. Çünkü homojenizasyon, sütün kalsiyum kazein fosfat kompleksi ile tuz dengesini bozar ve lipolitik enzimlerin, yağ globüllerinin merkezinde bulunan yağa daha kolay ve hızlı nüfuz etmesine neden olur. Dolayısıyla homojenizasyon işlemi, beyaz peynir üretiminde istenildiği hâlde kaşar peyniri üretiminde yumuşak teleme oluşturması nedeniyle istenmemektedir. Homojenizasyonun süt ürünlerinin özellikleri üzerine birçok olumlu etkisinin yanında zayıf yapı ve tekstür oluşmasına neden olması, esnekliği ve eriyebilirliği azaltması gibi olumsuz etkileri de vardır. Çiğ sütten işlenen peynirlerde süt proteinlerinin ancak %75-80 kadarı peynir kitlesinde kalmakta, geri kalan süt proteinleri ise peynir altı suyuna geçmektedir.



Şekil 4.1: Homojenizatör çalışma prensibi

4.6.4. Isıl işlem ve Soğutma

Peynire işlenecek sütün pastörizasyonunun iki amacı vardır:

- **Hijyenik amaç:** Peynir sütünün uygun şekilde pastörize edilmesiyle hastalık etmeni mikroorganizmalar yok edilir. Örneğin; beyaz peynirin çiğ sütten üretilmesi sonucunda söz konusu mikroorganizmalar, peynirin bünyesinde oldukça uzun süre canlı kalabilmektedir.
- **Teknik amaç:** Peynir üretimi kontrollü bir fermantasyonu zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle pastörizasyon işlemi ile istenmeyen mikroorganizmaların sayısı azaltılır ve böylece peynirde üniform (tek tip) bir niteliği sağlamak için sütün doğal florasının yerine seçilmiş ve uygun bir starterin katılmasımümkün olur.

Peynir sütüne uygulanan pastörizasyon normları şunlardır:

- 63-65 ^{o}C'de 30 dakika
- 65-74 ^{o}C'de 15-40 saniye
- 78-85 ^{o}C'de süresiz (flash pastörizasyon)

4.6.5. Starter Kültür İlavesi

Peynire işlenecek süt pastörize edildiğinde patojen mikroorganizmalarla birlikte peynir oluşumunu sağlayacak laktik asit bakterileri de büyük ölçüde ölür. Pastörizasyon sıcaklığına dayanıklı patojenler gelişerek ortama hakim olarak kusurlar meydana getirebilmektedir. Bu nedenlerle istenilen tat, aromada peynir elde etmek için laktik asit bakterilerini saf kültür olarak süte ilave etmek teknolojik bir zorunluluk hâline gelmektedir.

Beyaz peynir üretiminde Lc. lactis ssp. lactis, Lc. lactis ssp. cremoris, Lc. lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis, Str. thermophilus, Lb. sake, Lb. casei, Lb. plantarum, Lb. helveticus bakterilerinden oluşan termofilik ve/veya mezofilik starter kültür kombinasyonları kullanılmaktadır. Bununla birlikte beyaz peynirüretiminde starter olarak, Lc. lactis ssp. lactis ve Lc. lactis ssp. cremoris bakterilerinden oluşan kambinasyonların kullanımı tavsiye edilmektedir. Söz konusu bakterilerin tuza dirençlerinin düşük olması alternatiflerinin aranmasını zorunlu kılmaktadır.

Peynircilikte genellikle kullanılan kültürler, Sc. lactis veya Sc.cremor'in tek suşu veya Sc.lactis veya Sc. cremoris'in muhtelif suşlarının karışımıdırlar. Beyaz peynir yapımında Sc.durans, Sc.faecalis, Lb.casei, Lb. bulgaricus, Sc. lactis bakterilerinin kullanımları da önerilmektedir.

Fotoğraf 4.9: Süte kültür ilavesi

4.6.6. Kalsiyum Klorür İlavesi

Peynir sütü 56 ^{o}C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ısıtıldığında ortamda çözünmüş formda bulunan Ca^{++} iyonları azaldığından sütün maya ile pıhtılaşma yeteneği bozulmakta, pıhtılaşma süresi uzamakta, pıhtı sıkılığı zayıflamakta ve süzme işlemi zorlaşmaktadır. Bu nedenle peynir

üretiminde olabildiğince kontrollü pastörizasyon yapılmalıdır. Yüksek pastörizasyon sıcaklıkları uygulandığında süte $CaCl_2$ ilave ederek söz konusu sakıncaları gidermek mümkündür. Türkiye'de Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği $CaCl_2$'ün en fazla 200 mg/kg (%0,02) oranında kullanılmasına izin vermektedir. Kalsiyum klorür süte katılmadan önce temiz su ile seyreltilmeli ve süte ilave ederek iyice karıştırılmalıdır.

4.6.7. Sütün Pıhtılaştırılması (Maya İlavesi)

Sütten proteini özellikle kazeini ayırabilmek için koagülasyon şarttır. Kolloit olarak çözünmüş kazein parçalarının birlikte pıhtılaşması veya çökmesi için sol hâlinden jel hâline geçmesi gerekir. Jeller yarı sert, elastiki formdaki oluşumlardır. Protein pıhtılaşmasında oluşan jelin çeşit ve özelliği, daha sonraki üretim aşamaları (sinerezis, olgunlaşma süresi, delik oluşumu gibi) üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Pastörizasyon ve/veya starter ilavesinden belirli bir süre sonra sütten peynirin ham maddesini oluşturan telemenin elde edilmesi için sütün pıhtılaştırılması gerekir. Süt, genellikle asit veya enzim (örneğin,bitkisel ve bazı hayvanların midelerinden elde edilen ekstraktlar) ile pıhtılaştırılır. Sütün pıhtılaştırılması peynir yapımında temel işlemdir. Her iki işlemle sütte kazein çözünmez duruma geçerek parçalanmayan bir ağ örgüsü meydana getirir. Pıhtılaşma iki metotta farklı şekilde oluşur. Enzimle oluşan pıhtı sıkı ve elastikidir, asitle oluşan pıhtı gevşektir. Pıhtılaşma sırasında sütün unsurları üç boyutlu kazein ağ örgü- sünde tutulur; koagulum büzüldüğünde su ve suda çözünen unsurlar sızar, yağ ve bakteriler kazeinin ağ örgüsünde kalır. Peynir altı suyunun pıhtıdan ayrılması, parçalama, ısıtma ve asitleşme ile hızlanır. Pıhtılaşma teorisine göre kazein iki yolla pıhtılaştırılabilir:

- Asitlendirme ile (asit pıhtısı)
- Enzim ile (maya pıhtısı)

4.6.8. Pıhtının İşlenmesi

Genel olarak peynir mayasının ilavesinden 90-120 dk. sonra pıhtı kesilir. Pıhtının kesilmesinden amaç peynir altı suyunun dışarı çıkmasını hızlandırmak ve pıhtıya şeklinin verilmesidir. Pıhtının büyüklüğü üretilecek peynirin yumuşaklığına etki etmektedir. Pıhtı büyük kesilirse peynir altı suyu daha zor ayrılır ve kuru maddesi düşük peynir elde edilir. Pıhtının kesilmesinden amaç, sıvının (peynir altı suyu) dışarı çıkmasını hızlandırmak (sinerezis) ve pıhtıya istenilen şeklin verilmesini sağlamaktır.

Pıhtının kesilmesi peynir kalitesini ve randımanı etkiler. Pıhtının parçalanma büyüklüğü sert peynirlerde 1-4 mm; yarı sert peynirlerde bezelye iriliğinde, yumuşak peynirlerde daha büyük (10-30 mm)olmalıdır. Yumuşak tip peynirlerde sadece bir kez kesme yeterlidir. Peynir altı suyu berrak, saman sarısı renkte ise pıhtının uygun parçalandığını gösterir. Pıhtı parçacıklarının büyüklüğü, peynir altı suyununsüzülmesini, diğer bir ifadeyle peynirin rutubet miktarını etkiler ve peynir tipine göre farklılık gösterir.

Fotoğraf 4.10: Pıhtının kesilmesi

Kesim olgunluğunun belirlenmesinde üç yöntem kullanılır.

- **Parmak yöntemi:** Parmak yönteminde pıhtıya temiz işaret parmağıyla ya da bir bıçakla düzgünbir şekilde çizik atılıp pıhtının parçalanıp parçalanmamasına göre karar verilir. Pıhtı düzgün bir şekilde ayrılıyorsa, parmakta ya da bıçakta süt bulaşığı kalmıyorsa pıhtı kesime hazır hâle gelmiştir.
- **Pıhtının tekne kenarından ayrılması yöntemi:** Pıhtı tekne kenarına yakın bir yerden elle bastırıldığında tekne cidarından kolaylıkla ayrılabiliyorsa pıhtının kesim aşamasına geldiği kabul edilmelidir.
- **Asitlik belirleme yöntemi:** Sütün asitliği ile peynir suyunun asitliği göz önüne alınarak pıhtınınkesim zamanı belirlenebilir. Sütün başlangıçtaki asitliğine göre pıhtılaşma anında mayalanmış sütün asitliği 1,5-2 SH daha fazla olmalıdır.

Pıhtı kesme işleminden sonra biraz bekletilir. Pıhtının soğuması ve peynir altı suyunun iyice ayrılması sağlanır.

Fotoğraf 4.11: Kesilmiş pıhtı

4.6.9. Peynir Altı Suyunun Uzaklaştırılması (Süzme)

Pıhtı kesildikten sonra bir süre dinlendirilerek peynir altı suyunun akması sağlanır. Süzdürme işlemiçoğunlukla cendere bezi denilen bir bez içerisinde yapılır. Süzme işlemi uygulaması peynir çeşitlerinegöre değişiklik gösterir. Süzülmesi sona ermiş pıhtıya teleme denir. Bazı peynirler kalıp içinde kendikendine süzülürken bazılarının üzerine baskı uygulanır.

Suyu ayrıldıktan sonra naylon branda çekme işlemi gerçekleştirilir. Cendere bezi, paslanmaz çelikten yapılmış şişlerle şişlenir ve peynir altı suyunu çektirmek için alttaki vana açılır ve peynir altı suyu süt tozu yapım ünitesine gönderilir.

Fotoğraf 4.12: Peynir altı suyunun uzaklaştırılması

4.6.10. Baskıya Alma (Presleme)

Pıhtının süzülmesi ve/veya tuzlama işleminden diğer bir deyişle pıhtı parçacıkları yeterli miktarda peynir altı suyunu bıraktıktan ve uygun asiditeye eriştikten sonra teleme peynir çeşidine göre farklılıkgösteren bir şekilde kalıplanır. Kalıplama işlemiyle gevşek pıhtı parçalarına arzu edilen yapı ile taşınmakolaylığını sağlayan yeterince sıkı, hoş bir biçim verilir.

Kalıplama veya germeden sonra pıhtı son bir presleme işlemine tabi tutulur. Bu işlemdeki amaçlarşunlardır:

- Son peynir suyu çıkışını kolaylaştırmak
- Tekstürü sağlamak
- Peynir şeklini vermek
- Uzun olgunlaşma süresini sağlamak
- Peynirler üzerinde kabuk oluşumu sağlamak

4.6.11. Tuzlama

Baskı işlemi tamamlanan teleme, kalıplar hâlinde kesilerek %14-20 bomeli salamuraya atılır. Salamura öncesi teleminin asitliğinin 15-20 SH olacak şekilde dinlendirilmesiyle daha iyi sonuçlar alındığıbelirtilmektedir.

Telemenin 10-15°C'lik salamurada kalış süresi 2 saat ile 12 saat arasında değişmektedir.

Tuzlama işleminin var olan birçok etkisi aşağıda verilmiştir.

- Bazı istenmeyen organizmaların gelişmelerini engelleyerek mikroorganizmalara karşı koruyucubir rol oynamaktadır. Özellikle su oranı yüksek olan peynirlerde daha çok gerek duyulmaktadır. Peynirlerin yüzeyinde görülen bozulmaları önler, gaz çıkaran ve kokuşma yapan bakterilerin gelişmesini engeller.
- Tuzun higroskopik niteliğinden ötürü serumun akması ve tam bir süzülme sağlar ve böylece süzülmeyi tamamlar. Özellikle dışı tuz ile ovulan peynirlerde kabuk oluşumunu sağlar.
- Peynirin tekstürünü düzeltir. Peynirin tadı üzerinde olumlu etkisi bulunur. Peynire tat verir.
- Olgunlaşmayı düzenler. Tuzun aşırılığı olgunlaşmayı yavaşlatmakta, pıhtı sert bir yapı kazanmaktadır.
- Taze peynirlerin proteinlerinin suda erimesini az bir oranda arttırmaktadır.

Fotoğraf 4.13: Peynirin salamura ile muamelesi

4.6.12. Olgunlaştırma

Taze tüketilenler dışında bütün peynirler belli koşullarda bir müddet olgunlaştırılır. Bu sürede peynirinkendine özgü lezzeti, tekstürü ve rengi oluşur. Oldukça tatsız ve elastiki olan taze peynir, daha lezzetlive plastik kütleye dönüşür. Peynirin kendine özgü lezzeti, tekstürü ve rengi, yapımında uygulanan işlemlere bağlı olarak enzimler ve mikroorganizmaların etkisiyle telemenin sütün kuru maddesinde meydanagelen değişimler sonucu oluşur.

Peynirin olgunlaştırılmasındaki amaç enzim, mikroorganizmalar, asit ve tuzun etkisi ile peynirin lezzet, tekstür, aroma ve renk kazanması, tüketici için kaliteli ve güvenli ürün elde edilmesidir.

Olgunlaştırma işlemi aşağıda belirtilen sıcaklık ve sürelerde yapılır.

- 14-16 ^{o}C'de 1 hafta
- 10-12 ^{o}C'de 2 hafta
- 8-10 ^{o}C'de 3 hafta

Bu işlem 12-15 ^{o}C' de en az 1,5 ay süre ile de yapılabilir. Ardından peynirler 5-6 ^{o}C' de depolanır.

Şekil 4.2: Beyaz peynir üretim akış şeması

4.7. Pişirilerek Yapılan Peynirlerin Üretim Aşamaları

Çiğ Süt

↓

Isıtma (37±1°C)

↓

Enzim İlavesi

↓

Pıhtı İşleme

↓

Peyniraltı Suyunun Süzülmesi

↓

Baskı (20 d)

↓

Fermantasyon (pH 5,40 'a kadar)

↓

Parçalama

↓

Kazein, Eritme Tuzu (%0,1) ve Tuz (%1,5) İlavesi

↓

Haşlama (pH 5,40'da, 65°C'de 5d)

↓

Yoğurma ve Kalıplama

↓

Dinlendirme (1 gün)

↓

Vakumla Paketleme

↓

Depolama (8°C)

Şekil 4.3: Kaşar peynir üretim aşamaları

Şekil 4.4: Dil peyniri üretim aşamaları

4.8. Peynirin Ambalajlanması

Birçok besinde olduğu gibi peynir de başlıca dış (mekaniksel, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyel) etmenlerden korunması, rutubet kaybının önlenmesi, şeklinin muhafazasının sağlanması ve görünümününgüzelleştirilmesi amacıyla paketlendikten sonra tüketime sunulur. Peynirin paketleme materyali ve şekli, başlıca peynir çeşidi ile ülke gelenek ve koşullarına bağlı olarak farklılık gösterir.

Peynirin paketlenmesinde parşömen, alüminyum folyo, film tabakaları (örneğin; pliofilm, kriovak, polietilen, selofan, polivinil, polipropilen, naylon-poliamid, sellüloz asetat, polistiren), bağırsak, deri, tulum, karton, bez, seramik, çömlek, mum ve çeşitli yağlar (örneğin; bitkisel yağlar, vazelin, parafin) kullanıl- maktadır. Olgunlaşma sırasında peynirde çoğu zaman yüzeyde genellikle bakteri ve küf üremesindenkaynaklanan ve zamanla rutubet kaybederek sertleşen bir kabuk oluşur.

Son yıllarda peynirin depolama, nakliye ve pazarlama sürecinde pakette olgunlaşmasına imkân ve- ren materyaller geliştirilerek uygulamaya konulmuştur. Bu materyallerle dışarıdan oksijenin nüfuzu önlenmekte, paketteki karbondioksitin de dışarı çıkması sağlanabilmektedir.

Peynirin ambalajlanmasında kullanılacak plastik materyalde aranan nitelikler:

- Oksijen, karbondioksit ve su buharını geçirmemesi
- Sağlam ve ince olması
- Isı, ışık, yağ ve laktik aside dayanıklı olması
- Toksik ve kokulu madde ihtiva etmemesi
- Kullanım kolaylığına sahip olması
- Kolay yapışması
- Elastik olması
- Yazı yazılabilmesi
- Paketlemede kullanılabilmesi
- Büzülme özelliğinin az olması
- Ucuz olması

4.9. Peynir Depolama

Depolama işleminin amacı peynirin olgunlaşma süresindeki gerekli dış ortamı mümkün olduğunca kontrol edebilmektir. Her bir tip peynir için olgunlaşmanın çeşitli amaçlarına göre farklı depolama odalarında özel bir sıcaklık ve bağıl nem ayarlaması yapılmak zorundadır.

Depolama odalarında farklı tip peynirler farklı sıcaklık ve bağıl neme ihtiyaç duyar. İklimsel koşullar, olgunlaşma derecesi, ağırlık kaybı, kabuk oluşumu ve yüzey florasının gelişmesi için diğer

bir deyişle peynirin toplam özellikleri için son derece önemlidir.

Genellikle sert ve yarı sert tip peynirler gibi kabuklu peynirler bir plastik emülsiyonu veya parafin veya vaks kaplama ile kaplanabilir. Kabuksuz peynirler plastik film veya shrinklenebilir plastik torbalarlakaplanabilir.

Ambalajlama işlemi biten peynir olgunlaşmanın sağlanması amacıyla 5-6°C'lik soğuk hava depolarında depolanmalıdır. Peynir kalıpları tenekelere yerleştirilir, içine salamura ilave edilerek makinelerdekapatılır. Tenekeler soğuk hava deposunda belirli bir süre (örneğin, beyaz peynirde üç ay) bekletilerek olgunlaştırılır. Beyaz peynir genellikle teneke kutular ile ambalajlanır.

Tuzlanması tamamlanan peynirlerin asitliği 65-80 ºSH'e ulaşmış ise epon kökenli laklarla laklanmış tenekelere ambalajlanır. Aksi hâlde tenekelerde 1-3 sıra hâlinde bekletilerek asitlik gelişimi sağlanır. Bu amaçla tenekenin altına yarım avuç dolusu kadar (50-100g) iri tuz serpilir ve 8 adet peynir kalıbı yerleştirilir. İleride peynirlerin tenekeden kolaylıkla çıkartılmasını sağlamak için bir başka peynir kalıbı, 6 cm eninde 40 cm uzunluğunda LDPE (alçak yoğunluklu) filmle sarılarak tenekeye konulur. Böylece birinci katmana 9 kalıp peynir dizilmiş olur. Bu ilk sıra üzerine tekrar iri tuz serpilir ve peynirlerin tamamını örtecek şekilde parşömen (pargement) kâğıdı serilir. Sonra aynı uygulamalar yapılarak 2. ve 3. sıralar dizilir. Her sıranın altı ve üstü tuzlanır, parşömen kâğıdı serilir ve bir kalıba plastik film sarılır.

Belirtilen şekilde hazırlanan ve içlerinde üç sıra peynir bulunan tenekeler, işletmenin en serin yerin- de, mümkünse 14-16ºC'lik bir ortamda, birkaç gün kendi haline bırakılır. Bu süre sonunda, tenekenin içinde biriken peynir suyu süzülür ve boş olan bölümüne de peynir kalıpları dizilir.

Tamamen dolan tenekeler, yeni hazırlanmış %12'lik salamura ile doldurulduktan sonra kapatılır veardından olgunlaştırma deposuna taşınır.

Peynirler aşağıda belirtilen sıcaklıklarda 1-3 ay olgunlaştırılır. Bu amaçla önce;

- 14-16 ^{O}C'de 1 hafta,
- 10-12 ^{O}C'de 2 hafta,
- 8-10 ^{O}C'de 3-4 hafta bırakılır ve sonra 4-5 ^{O}C' de depolanır.

4.10. Peynirde Kalite

Peynir kalitesinin oluşmasında ham madde olan sütün özellikleri, başlatıcı kültür tipi, miktarı, pıhtılaştırıcı enzim olarak peynir mayasının özelliği ve üretim yöntemi gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Bu nedenle belirtilen faktörlerin peynire olan etkilerinin ayrı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Peynirde istenilen duyusal ve yapısal özelliklere ulaşabilmek için belirli bir olgunlaşma evresinin geçmesi gerekmektedir. Peynirde özellikle olgunlaşma döneminde sütün bileşimine giren

maddelerde belirli koşullar altında değişik enzimlerin etkinliği sonucu parçalanmalar meydana gelmekte ve peynire özgü tat, aroma ve yapı oluşmaktadır. Olgunlaşma sürecinde peynirde istenilen özelliklerin sağlanmasında uygulanan üretim yöntemi kadar peynirin çeşidi, kullanılan başlatıcı kültür ile peynir mayasının içeriği de önem taşımaktadır.

Fermente süt ürünlerinin üretiminde laktik asit bakterilerinin gelişimi ve metabolizmalarının kontrol altına alınması ile süt bileşiminde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikle farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Fermantasyon işlemi boyunca asitlik gelişiminde ve ayrıca üretim ve depolama boyuncaortaya çıkan proteolitik, lipolitik aktivite ve aroma oluşumunda başlatıcı kültür mikroorganizmaları önemli rol oynamaktadır.

Peynirin olgunlaşması ve telemenin peynire dönüşmesinde olgunlaşma şartları (sıcaklık, nem, tuz, pH ve süre), telemenin bileşimi, telemenin mikrobiyal içeriği ve enzimler etkili olmaktadır.

Olgunlaşma süresince peynirde istenilen tadın gelişme üzerinde süt yağı ve süt yağının parçalanması ile oluşan lipoliz önemli rol oynamaktadır. Peynir yapımında kullanılacak sütün yağı ayrılıp yerine diğeryağlar ilave edildiğinde veya yağsız sütten peynir yapıldığında istenilen tadın gelişmediği bir gerçektir.

4.11. Peynir Kusurları

- **Dış yüzey hataları:** Beyaz peynir salamuradan çıkartılınca ön olgunlaştırma safhasında veya asıl olgunlaşmadan sonra peynir kabuğunun ve dış yüzeyinin 1 cm kadar yumuşadığı, bazı hâllerdede çamur gibi sıvandığı gözlenmektedir.

  Bu hataların sebepleri şunlardır:

  - Sütün mayalama sıcaklığının düşük tutulması
  - Maya miktarının az kullanılması
  - Peynir pıhtısının büyük kırılması
  - Baskılama işleminin yetersiz olması nedeniyle peynirde fazla su kalması
  - Salamurada tuz konsantrasyonu ve asitliğinin düşük olması
  - Eski ve temiz olmayan salamura kullanılması
  - Salamura sıcaklığının düşük oluşu; peynirin tuzunu yeterince alamayışı (yetersiz tuzlama)
  - Ön ve asıl olgunlaştırmada peynirlerin çok sıkı bir şekilde dizilişleri
  - Salamuranın ve peynir dış yüzeylerinin çok kuvvetli proteolitik etkiye sahip tuza dayanıklı mayalarla bulaşması
  - Ön olgunlaştırma yapılan yerlerin sıcak ve nemli oluşu, ayrıca proteolitik mikroorganizmaların exo ve endo enzimlerinin etkisi sayılabilir.
- **Çok sıkı ve kuru konsitens:** Kalsiyum klorürün fazla katıldığı durumda sertleşme görülmektedir. Oranı mutlaka iyi ayarlamak gerekir. Ph kontrolü bu durumun çözümüdür.

Mayalama sıcaklığının yüksek seçilmesinden ve kısa sürede pıhtılaşmadan kuvvetli sinerezis'ten, pıhtının küçük kırılmasından, peynir suyunu ayırma odasının sıcak olmasından, preslemenin uzun tutulmasından ve peynirde su miktarının düşük olmasından kaynaklanabilmektedir. Özellikle süte ilave edilecek $CaCl_2$ miktarı ve kültür miktarı azaltılmalı, sütün olgunlaştırma süresi kısaltılmalıdır. Sütün mayalama sıcaklığı normal sınırlar içinde seçilmelidir. Peynir pıhtısı büyük kırılmalıdır. Presleme basıncı ve süresi azaltılmalı, presleme odası ve peynirleri ön olgunlaştırma odası sıcaklığı düşürülmelidir.

- **Yumuşak konsistens:** Bu tip peynirler herhangi bir baskı uygulandığında peynir şeklini çok az koruyabilir. Parmakla peynir üzerine basıldığında kolayca deforme olur. Tenekelerden peynir kalıplarının çıkarılması dahi çok güçleşir. Bu hatalar özellikle çok sulu, peynir mayasına çeşitlinedenlerle hassasiyet göstermeyen ve içinde antibiyotik gibi asitlik gelişimi önleyici ve asitliği nötrleyici maddeler bulunan ham maddenin kullanılmasından kaynaklanır. Teknolojide kültürün, $CaCl_2$'üün, peynir mayasının az kullanılması, sütün kısa sürede olgunlaştırılması, düşük mayalama sıcaklığı seçimi, pıhtının büyük kırılması, pıhtının normal kırılması fakat preslemeye gelinceye kadar fazlaca soğuması, preslemenin kısa sürmesi ve oda sıcaklığının düşük olması gibi ölçütlerin uygulanması sonucu pıhtıda ve peynirde fazla su kalması, ancak bu arada sıcaklığın düşük oluşu nedeniyle de asitlik arştı fazla sağlanamadığından yumuşak strüktür oluşur.
- **Yumuşak, yağlı, yapışkan yapı:** Peynir bıçakla kesildiği zaman bıçağa yapışır ve sıvanır. Bazı hâllerde de yapışkanlık bütün peynir kitlesinde görülür. İç görünüşte delik ve çatlaklara rastlanmaz. Peynirin şekli basınç altında kolaylıkla deforme olabilir.

  Peynire işlenecek sütün ekşitilmesi, pıhtının büyük kırılması ve pıhtının iyi işlenmemesi nedeniyle peynir kitlesinde suyun artması, ön olgunlaştırma odasında peynirin sonradan ekşitilmesi, peynirin zayıf tuzlanması ve soğuk hava deposuna konmadan önce sıcak bir ortamda depolanmasıve soğuk hava deposunun 5ºC'nin üzerinde çalıştırılması nedenleri ile yumuşak ve yapışkan stürüktür oluşmaktadır. Bu durumda yapılması gerekenler pıhtı yeterince ufak kırılmalı ve pıhtı iyi bir şekilde işlenerek peynirde fazlaca su kalması önlenmelidir. Peynir iyi bir salamurada yeterince tuzlanmalı ve ön olgunlaştırma odasında sıcaklık yüksek tutulmamalıdır.
- **Acı tat:** Süt hayvanlarına bozuk ve düşük kaliteli yem yedirilmesi (pancar posası, fazlaca patates vb.) yemlerdeki acı maddeler süte oradan da peynire geçebilmektedir. Yaşlı hayvanların vemastitisli hastalığına yakalanmış hayvanların sütleri klor miktarının artması sonucu biraz tuzludur. Ağız sütünün tadı acı değil ama yapısı değişiktir, sütten farklıdır. İçinde temizlik ve dezenfektasyon maddeleri kalıntısı bulunan sütlerde mikroorganizmalar uygun bir şekilde gelişemez. Anormal fermantasyon sonucu ise peynire acılık veren maddeler oluşur. Donmuş ve tekrar sıvı hâle getirilmiş sütlerden yapılan peynirlerde yüksek miktarda su kalması, tadı kremsi ve acı yapar. Antibiyotik ihtiva eden sütler, olgunlaşma bakterilerinin

faaliyetleriniönlediği hâlde, acılık yapan mikroorganizma faaliyetini önleyemez. Peynir teknolojisinde uygun olmayan yardımcı maddelerin kullanılması veya fazla dozda kullanılması da acılığa sebep ol- maktadır. Çok kuvvetli bir şekilde proteolitikn etkiye sahip olan kültür bakterilerinden bazıları Sc. lactis, Sc.cremoris, Lb.bulgaricus suşları özellikle fazla kullanılırsa acılık veren maddeler meydana getirir. Çok kuvvetli proteolitik etkiye sahip kısmi olarak mikrobiyel kökenli peynir mayalarının fazla kullanılması da acılık oluşturmaktadır.

Acılık oluşturanlardan en önemlisi Sc. liqufaciens bakterisidir. Bu bakteri hayvan ve insanların bağırsaklarında yaşar. Sıcaklığa dayanıklı olduğundan sadece çiğ sütte değil pastörize sütte de bulunabilir. Bunun dışında tuza da dayanıklılık göstermektedir. Bu nedenle tüm peynirlerde bu bakteriye rastlanmaktadır. Peynircilikte kullanılan kültürün zayıf olması veya herhangi bir nedenleasitlik gelişimi sekteye uğrarsa bu mikroorganizmalar çok fazla çoğalma gösterecek acılık veren kimyasal maddeleri oluşturmaktadır.

- **Gözenek oluşumu:** Peynirlerdeki gözenekler (delikler), pıhtı veya telemenin işlenmesi sırasında uygulanan mekanik işlemler ve gaz oluşturan mikroorganizmaların etkinliği sonucu oluşmaktadır.Gözenek oluşumu bazı peynir türleri için istenirken bazı peynir türlerinde de gözenek oluşumuistenmez ve kusur olarak kabul edilir.

  Çiğ sütten üretilen peynirlerde pastörize edilenlere göre daha sık görülmektedir. Escherichia coli,Klebsiella aerogenes gibi koliform grubu bakteriler, Cl. tyrobutyricum, Cl. butyricum, Cl. sporogenes gibi clostridium türleri gözenek oluşumuna neden olmaktadır.

KAYNAKÇA

- AKALIN Sibel, Cem KARAGÖZLÜ, **Dondurma Teknolojisi**, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi SütTeknolojisi Bölümü.
- AKIN Nihat, **Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi**, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, 2006.
- ANONİM, **Yoğurt Yapım Kuralları**, Türk Standartları Enstitüsü TS 10935, Ankara, 1993.
- ANONİM, **Tereyağı**, Türk Standartları Enstitüsü TS 1331, Ankara, 1995.
- ANONİM, Türk Gıda Kodeksi, **Tereyağı**, Diğer Süt Yağlı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sade YağTebliği, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tebliğ No: 2005/19, Ankara, 2005.
- ATAMER Metin, Atilla YETİŞMEYEN, Erkan ERGÜL, Orhan DAĞLIOĞLU, Metin YILDIRIM. **Tor- ba Yoğurdu Üretiminde, Kuru madde ve Bileşenlerinin Torba'da Tutulma ve Serum'daki Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma.** Gıda Dergisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 15 (1)35-39, 1990.
- ATAMER Metin, **Tereyağı Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 1313, Ders Ki-tabı: 380, Ankara, 1993.
- DEMİRCİ Mehmet, ŞİMŞEK, Osman, **Süt İşleme Teknolojisi**, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 1997.
- GÜRSOY Ayşe, **Dondurma Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt TeknolojisiBölümü, http://cv.ankara.edu.tr/duzenleme/kisisel/dosyalar/29032016135116.pdf.
- OYSUN Gülderen, Sıddık GÖNÇ, **Tereyağına İşlenecek Kremaya Uygulanacak İşlemler**, GıdaTeknolojisi Derneği, Gıda Dergisi 18 (5) 333- 338, 1993.
- TEKİŞEN O. Cenap, **Süt Ürünleri Teknolojisi**, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, 1997.
- ÜÇÜNCÜ, Mustafa, **Süt ve Mamulleri Teknolojisi**, Meta Basımevi, İzmir, 2005.
- YETİŞMEYEN, Atilla, **Süt Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları Yayın, No: 1420, Ders Kitabı: 410, Ankara, 1995.
- YETİŞMEYEN, Atilla, Ayşe GÜRSOY, Atilla ÇİMER, **Koyulaştırılmış ve Kurutulmuş Süt Ürünleri Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın Nu.:1497, Ankara, 1998.