

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

GIDA TEKNOLOJİSİ

PASTÖRİZE VE STERİLİZE İÇME SÜTÜ

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. İÇME SÜTÜ	3
1.1. Sütün Bileşimi ve Beslenmedeki Önemi	3
1.2. Isıl İşlemin Sütün Niteliklerine Etkisi	6
1.2.1. Duyusal Özelliklerine Etkisi	6
1.2.2. Besin Değerine Etkisi	7
1.2.3. Süt Bileşenlerine Etkisi	7
1.2.4. Mikroorganizmalara Etkisi	9
1.3. İçme Sütü Üretiminde Kullanılacak Çiğ Sütte Aranan Nitelikler	9
1.4. Ürünün Sınıflandırılması	11
1.4.1. Yağ Oranına Göre	11
1.4.2. Süt Tozundan Elde Edilme Yöntemine Göre	12
1.4.3. Eklenen Lezzet Maddelerine Göre (Aromalı Sütler)	12
1.5. Pastörize İçme Sütü Üretimi	12
1.5.1. Pastörizasyonun Amacı	13
1.5.2. Süte Uygulanan Isıl İşlem Normunu Etkileyen Faktörler	13
1.5.3. Pastörizasyon Yöntemleri	14
1.5.4. Pastörize Sütün Ara Depolanması	20
1.5.5. Ambalajlama	21
1.5.6. Pastörize Sütün Raf Ömrü ve Nitelikleri	27
1.5.7. Pastörize Süt Üretim Akım Şeması	29
UYGULAMA FAALİYETİ	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	34
2. STERİLİZE İÇME SÜTÜ ÜRETİMİ	34
2.1. Sterilizasyonun Tanımı ve Amacı	34
2.2. Sterilizasyon Yöntemleri	34
2.2.1. Klasik Sterilizasyon	34
2.2.2. UHT (Ultra High Temperature) Yöntemiyle Sterilizasyon	38
2.3. UHT İçme Sütünün Ara Depolanması	40
2.4. UHT İçme Sütünün Ambalajlanması	40
2.4.1. UHT İçme Sütü Ambalaj Materyalleri	40
2.4.2. UHT Sütün Ambalajlara Dolumu	42
2.4.3. Depolama	44
2.5. Sterilize Sütün Raf Ömrü ve Nitelikleri	44
2.6. UHT Süt Üretim Akım Şeması	45
UYGULAMA FAALİYETİ	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	48
MODÜL DEĞERLENDİRME	50
CEVAP ANAHTARLARI	51
KAYNAKÇA	52



İÇİNDEKİLER

KOD	541G10015
ALAN	Gıda Teknolojisi
DAL/MESLEK	Süt İşleme
MODÜLÜN ADI	Pastörize ve Sterilize İçme Sütü
MODÜLÜN TANIMI	Pastörize ve sterilize içme süt üretimiyle ilgili bilgi ve becerilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32+40/16
ÖN KOŞUL	Sütü İşletmeye Alma ve Süte Uygulanan Ön İşlemler modülünü başarmış olmak.
YETERLİK	Pastörize ve sterilize içme sütü üretmek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam ve gerekli araç-gereçler sağlandığında Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olarak içme sütü üretimi yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Pastörize içme sütü üretebileceksiniz. 2. Sterilize içme sütü üretebileceksiniz
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Sınıf: Teknoloji sınıfı, kütüphane, internet. Üretim Atölyesi: Ön işlemlerde kullanılan ekipmanlar, plakalı ısı değiştiriciler, borulu ısı değiştiriciler, ambalaj malzemeleri (şişe, plastik torba, aseptik karton kutu), şişe yıkama makineleri, dolun ve kapama makineleri.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her bir öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda ise kazandığınız bilgi ve becerileri ölçmek amacıyla öğretmen tarafından hazırlanacak yazılı ve uygulamalı sınav ölçme araçları ile değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Süt insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Süt insanın büyümesi, gelişmesi ve yaşamını devam ettirmesi için gerekli demir ve C vitamini dışında hemen hemen tüm besin öğelerini içermektedir. Bu nedenle süt, mevcut besinler içinde insan beslenmesi açısından en önemli gıdadır. Uzun süre canlılığın besin ihtiyacını tek başına karşılayabilir. Sütün bu üstün besin niteliğinden daha çok yararlanmak amacıyla, dayanıklılık süresini uzatmak ve tüketici sağlığını korumak için bazı işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir.

Çiğ sütün içilebilir nitelikte olabilmesi için yapılacak en önemli işlem, içeriğindeki sağlık açısından zararlı bakterileri öldürmektir. Bu amaçla ısıtma işlemi, gıda teknolojisinde yararlanılan en önemli uygulamadır. Isıtma işlemi normlarına (sıcaklık-süre) bağlı olarak bu işlemler, pastörizasyon veya sterilizasyon olarak adlandırılmaktadır. İçme sütünün özellikleri tüketicinin güvenliği, depolama süresi, tat ve aroma açısından çok önemlidir. Tüketici güvenliği esas alındığında çiğ sütün tüketilmesinin güvenli olduğu düşünülemez.

Sütün sağımından itibaren bozulma süreci başlamaktadır. Sağlıklı bir yaşam için kesinlikle işlem görmüş pastörize veya sterilize sütün tüketilmesi gerekmektedir. Modern teknoloji ile işlem görmüş sütünler, temel özelliklerini ve besin değerlerini kaybetmez. Evlerde kaynatılarak içtiğimiz sütünler ile modern teknolojilerle üretilmiş içme sütünlerini karşılaştığımızda hazır olarak tükettiğimiz sütünlerin daha ekonomik olduğunu görmekteyiz.

İçme Sütün modülü, sütün bileşimini, beslenmedeki önemini, ısıtma işleminin sütün niteliklerine etkisini, pastörize ve sterilize içme sütün üretim aşamalarını ve kullanılan alet-ekipmanların tanınmasını anlatan konuları içermektedir. Bu modül sonunda pastörize ve sterilize içme sütün için gerekli bilgi ve becerileri edinerek çalışma yaşantınızda uygulayabilme fırsatı bulacaksınız. Edindiğiniz tüm bilgi ve beceriler, sizin bu sektörde nitelikli eleman olmanızı sağlayacaktır.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında pastörize içme sütü üretimi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø Çevrenizde içme sütü üreten işletmelerden randevu alarak pastörize sütü nasıl ürettiklerini araştırınız.
- Ø Araştırmalarınızı rapor haline getirerek sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. İÇME SÜTÜ

1.1. Sütün Bileşimi ve Beslenmedeki Önemi

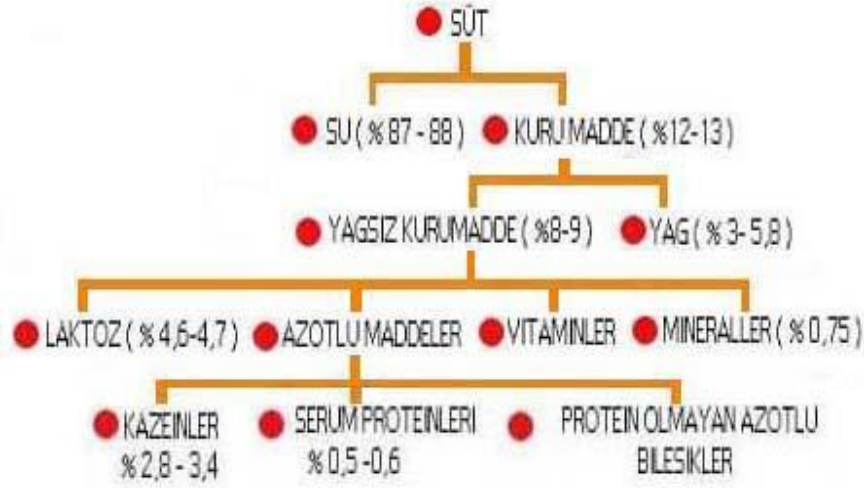
Süt; memeli hayvanların yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek üzere, süt bezlerinden hayvan türlerine göre farklı sürelerde salgılanan porselen beyazı (beyaz krem) renginde, kendine has tat ve kokusu olan bir sıvıdır. İçinde yavrunun kendi kendini besleyecek duruma gelinceye kadar almak zorunda olduğu tüm besin maddelerini gerekli oranlarda bulundurmaktadır.

Elde edildiği canlıya göre isimlendirilen süt; inek sütü, koyun sütü, manda sütü vb. adlarla anılmaktadır. Süt teknolojisinde genellikle sadece 'süt' denildiği zaman inek sütü anlaşılmaktadır. Çünkü, başta içme sütü olmak üzere birçok ürünün ham maddesi inek sütüdür.

Türk Gıda Kodeksi -Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre **çiğ süt**; bir veya daha fazla inek, keçi, koyun veya mandanın sağılmasıyla elde edilen 40°C üzerine ısıtılmamış veya eş değer etkiye sahip herhangi bir işlem görmemiş, kolostrum dışındaki meme bezi salgısıdır.

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

Bilindiği gibi sütün besin değeri, tamamen sütün bileşimiyle ilgili olup bu da hayvanın türü, ırkı, yem, laktasyon, mevsim vb. faktörlerle geniş ölçüde değişmektedir. Sütün beslenme yönünden önemli olan bileşenleri Şekil 1.1'de görülmektedir.



Şekil 1.1: Süt bileşenlerinin dağılımı

Ø Süt Yağı

Sütün bileşimini oluşturan önemli maddelerin başında süt yağı gelmektedir. Süt yağı, sütün görünüm, tat, lezzet ve dayanıklılığını etkilemektedir. Ayrıca elzem yağ asitleri, yağda eriyen vitaminler ve enerji için kaynak oluşturmaktadır. Birçok etkenlere bağlı olarak miktarı değişmekle beraber sütte ortalama olarak % 3.5-3.7 oranında süt yağı bulunmaktadır. Süt yağı, diğer hayvansal ve bitkisel kaynaklı yağlardan çok daha fazla yağ asidi içermektedir. Süt, trigliseritler, fosfolipidler, serbest steroller (kolesterol, mumlar vb), serbest yağ asitleri, yağda eriyen vitaminler, 400'den fazla farklı yağ asidi ve yağ asit türevi içermektedir. Süt yağlarının süt içinde homojen bir biçimde bulunması sindirimi kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle de çocuklar için idealdir .

Ø Laktoz

Sütün başlıca karbonhidratı olan laktoz (süt şekeri), doğada yalnız sütte bulunmaktadır. Laktoz, glikoz ve galaktoz gibi iki monosakkaritin birleşmesinden meydana gelmiş bir disakkarittir. Normal inek sütü ortalama olarak % 4.8 oranında laktoz içermektedir. Laktoza beslenme bakımından önem kazandıran bileşen galaktozdur. Bu madde sinir sistemi ve beyin oluşumunda önemli rol oynamaktadır.

Laktoz diğer şekerlerden farklı olarak şişmanlatmadan, vücuttaki mineral maddelerin miktarını artırmakta, kemik ve dişin bileşiminde mineral bulunan yapıların oluşumuna yardımcı olmaktadır.

Ø Protein

Proteinlerin hem besin ögesi hem de yapı materyali olarak özel önemleri vardır. İnek sütünün % 3-3.5'ini oluşturan proteinler, kuru maddenin de % 25 kadarını oluşturmaktadır. Süt proteinleri kazein ve serum proteinleri olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Başlıca serum proteinleri laktalbumin, laktoglobulin, serum albumini, immunglobulinler ve

proteoz peptondur. Total proteinin %80'ini kazein, %20'sini ise whey proteinleri oluşturmaktadır.

Proteinlerin vücutta çok önemli rolleri bulunmaktadır. Şöyleki dolaşım, kas, sinir vb. vücut sistemleri, çeşitli vücut salgıları ve ürünleri, enzimler, hormonlar bileşimlerinde protein içermektedir. Böylece dokuların şekillenmesi, normal faaliyetleri için gerekli maddelerin oluşumu ve yıpranan kısımların onarılması proteinlerin önemini artırmaktadır.

Proteinlerin özelliği ve önemi, içerdiği ana maddelerden değil, kendisini oluşturan amino asitlerin çeşit ve miktarından kaynaklanmaktadır. Löysin, izölöysin, valin, metionin, fenilalanin, teronin, triptofan, lizin gibi elzem amino asit içeriği yüksek olan süt proteini iyi kalite protein olarak kabul edilir. Süt proteinlerinin iyi kalite protein olması sütün beslenme açısından önemini artırmaktadır.

Ø Vitaminler

Sütün değerini artıran önemli maddelerden birisi de vitaminlerdir. Canlılığın gelişmesinde, sağlıklı olmasında, yıpranan kısımlarının onarılmasında ve birçok yaşamsal fonksiyonlarında gereklidirler. Bu maddelerin çoğu, organizma tarafından sentezlenemediği için besinlerle alınmaktadır. Sütte her çeşit vitamin bulunmaktadır. Yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K) daha çok süt yağı içeriğinde bulduklarından yağlı sütlerde miktarları fazladır. Zenginleştirilmemiş sütte D ve K vitamini oldukça azdır. B-kompleks vitaminleri ise suda çözüldüğünden süt serumunda bulunmaktadır.

Ø Mineral Maddeler

İnek sütlerinde ortalama % 0.75-0.80 oranında mineral bulunmaktadır. Süt; kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, çinko gibi mineraller yönünden iyi kaynaktır. Ancak demir içeriği ve demir biyoyararlılığı düşüktür. Vücuttaki kalsiyumun yaklaşık olarak % 98.5'i ve fosforun % 86'sı iskelet ve dişlerde yer almaktadır. Sütte mevcut olan diğer mineral maddeler; sodyum, klor, kobalt, bakır, selenyum, iyot, mangan, flor ve molibdendir.

	Yağlı	Yarım yağlı	Yağsız
Su (g)	87.9	89.2	90.8
Enerji (kcal)	61	50	35
Protein (g)	3.3	3.3	3.4
Yağ (g)	3.3	1.9	0.2
Karbonhidrat (g)	4.7	4.8	4.9
Kalsiyum (mg)	119	122	123
Demir (mg)	0.1	0.1	0.0
Fosfor (mg)	93	95	101
Potasyum (mg)	152	154	166

Sodyum (mg)	49	50	52
Vitamin A ve Karoten (IU)	126	205	204
Tiamin (mg)	0.04	0.04	0.04
Riboflavin (mg)	0.16	0.17	0.14
VitaminC (mg)	1	1	1
Niasin (mg)	0.1	0.1	0.1

Tablo 1.1: 100 Gram sütün enerji ve besin değerleri

1.2. Isıl İşlemin Sütün Niteliklerine Etkisi

1.2.1. Duyusal Özelliklerine Etkisi

Ø Renk ve Görünüş

Sütün rengi, uygulanan ısı işleme bağlı olarak değişmektedir. Pastörizasyon sıcaklığı (72°C) sütün rengi üzerine etki etmemektedir. Fakat sıcaklığın 100°C üzerine çıkmasıyla sütteki laktoz ve azotlu maddelerde renk değişimi olmaktadır. Bu değişimler kahverengileşme şeklinde ortaya çıkmaktadır. Oluşan renk değişiklikleri; laktozun karamelizasyonu, aminoşeker (maillard tipi) kahverengileşmesi ve oksidatif kahverengileşme şeklindedir. Laktozun karamelizasyonu, yüksek sıcaklıkta laktozda meydana gelen değişimlerden ileri gelmektedir. Maillard tipi kahverengileşme, laktoz, protein ve aminoasit bileşenlerinin ortak etkileri sonucu oluşmaktadır. Oksidatif kahverengileşme ise süt ve ürünlerinde önem taşımamaktadır.

Bu renk değişiklikleri pastörize süt üretiminde problem yaratmazken süt tozu ve sterilize süt yapımında önem taşımaktadır. Sterilizasyon işleminde sütün rengi maillard reaksiyonundan ve karamelizasyondan dolayı kahverengileşmektedir. Ancak şişede sterilizasyon tekniği ile işlenen sütlerde renk değişimi meydana geldiği halde UHT uygulamasında sütün renginin bozulmadığı, tersine bazı proteinlerin denatüre olmasıyla rengin daha da açıldığı (beyazlaştığı) saptanmıştır. UHT sütün renginin daha da beyazlaşmasına, sütteki serum proteinlerinin denatürasyonu yanında bu proteinlerin kazeinle birleşmesi de etki etmektedir. Ayrıca uygulanan homojenizasyon işleminde yağ parçacık büyüklüğü değiştiğinden renk de değişmektedir.

Ø Tat ve Koku

Sütün tat ve kokusuna uygulanan ısı işlem etki etmekte ve etkisini 70°C'den sonra göstermektedir. Bu derecede 15 saniye pastörize edilen sütlerde sütün normal aroması yanında, hidrojen sülfürün etkisiyle zayıf pişmiş tat oluşmaktadır. Sütün 75°C'de 20 saniye ısıtılmasıyla pişmiş tat daha belirgin hâle gelmektedir. Bu sütlerde pişmiş tat yanında keton benzeri ve bazen de az oranlarda karamelizasyon aroması ortaya çıkmaktadır.

UHT yöntemiyle ısıtmada değişmeler, sıcaklığa bağlı olarak meydana gelmektedir. Direkt ısıtma sisteminde (142°C'de 4 saniye) pişmiş tat ve UHT aroması belirginleşirken

indirekt ısıtma yönteminde (150°C’de 30 saniye) pişmiş tatla birlikte belirgin karamelizasyon ve sterilizasyon tadı ortaya çıkmaktadır.

1.2.2. Besin Değerine Etkisi

Sütün ısıtılmasıyla sütte bulunan birçok besin ögesi etkilenmektedir. Sütteki protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve minerallerde uygulanan ısının şiddetine bağlı olarak değişim olmaktadır.

Yüksek derecede uzun süreli ısıtılmış sütlerde, proteinlerin besin değeri azalmaktadır. Özellikle elzem amino asitlerden biri olan lizin miktarında bir düşüş olmaktadır. Lizin kaybı pastörize sütlerde yaklaşık % 2, direkt-UHT sütlerde % 3.8 ve indirekt-UHT sütlerde ise % 5.7 oranındadır. Lizin süt proteinlerinde ihtiyacın üzerinde olduğundan kayıp fazla sayılmamaktadır. Bununla birlikte UHT işleminde, uygulan zaman ve sıcaklığa bağlı olmak üzere sütün serum proteinleri önemli ölçüde denatüre olmaktadır. Ancak, serum proteinlerinin denatüre olması ürünün besin değerini fazla etkilemese de protein denatürasyonundan dolayı UHT süt, klasik pastörize süttten daha iyi sindirilebilmektedir.

Isı uygulamasının sütteki kalsiyum fosfor ve magnezyum gibi mineraller üzerine olumsuz etkisi bulunmamaktadır.

Yağda eriyen vitaminler ve β -karoten ısı uygulamasına oldukça dayanıklıdır. Süte sonradan ilave edilen A vitamini UHT işleminde etkilenmez. Nikotik asit, pantotenik asit ve biotin gibi suda çözünen vitaminler ısıya dayanıklıdır. Isı uygulamasından etkilenen vitaminler arasında tiamin, riboflavin, vitamin B₆, vitamin B₁₂ ve folik asit gelmektedir. Pastörizasyonda folik asit kaybı % 10 iken bu kayıp UHT’de % 15’tir.

1.2.3. Süt Bileşenlerine Etkisi

Ø Proteinlere Etkisi

Sütün başlıca proteini olan kazeinin ısıdan pek etkilenmemesine rağmen, yüksek derecelerde (140°C üzerinde 1 saat) pıhtılaşma meydana gelir ki bu da çok fazla uygulanan bir yöntem değildir. Pastörizasyon normalerinin serum proteinleri üzerine etkisi oldukça azdır. UHT işleminde ise, uygulanan zaman ve sıcaklığa bağlı olmak üzere sütün serum proteinleri önemli ölçüde denatüre olur. Kazein proteinlerinin yüzey gerilimi ısı uygulamasıyla değişmez. Isı uygulaması serum proteinlerinin rengini daha da açar. Bu da proteinlerin denatürasyonundan kaynaklanmaktadır.

Ø Karbonhidratlara Etkisi

Sütün başlıca karbonhidratı olan laktoz ısı işleme oldukça dayanıklıdır. Ancak, ısı işlemin derecesinin 93°C’den yukarı çıkmasıyla etkilenmekte ve 93.5°C’den sonra α -laktoz formu β -laktoz formuna dönüşmektedir. Sıcaklığın daha yükselmesiyle laktozun çözünme yeteneği artmaktadır. Sütün 100°C üzerinde uzun süre tutulmasıyla laktozun bir kısmı parçalanmakta ve istenmeyen tat, koku ve renk değişimleri meydana gelmektedir.

Ø Süt Yağına Etkisi

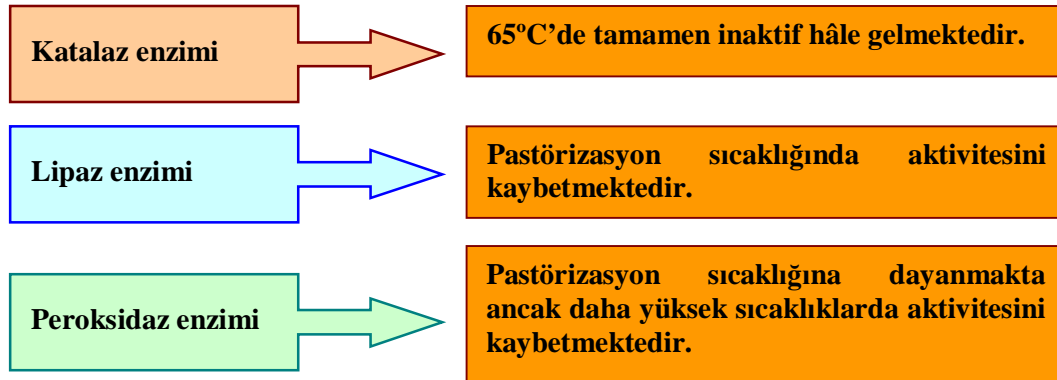
Isıl işlemin çok yüksek derecelerde yapılmasıyla süt yağının bir kısmı akroleine dönüşmektedir. Akrolein, yüksek sıcaklıklarda süt yağının yanması sonucu ortaya çıkan keskin kokulu bir maddedir. Isıl işlem derecesine göre lesitin miktarında azalma olmaktadır. Pastörizasyon normunda, 63°C'de 30 dakika ısıtmada lesitin % 14'ü, 80-95°C'de 30 dakika ısıtımada ise % 25'i tahrip olmaktadır. Uygulanan UHT işleminin süt yağı üzerinde fiziksel ve kimyasal etkisi bulunmamaktadır.

Ø Minerallere Etkisi

Süte uygulanan ısıtım işlemi, mineral maddeler üzerinde değişik şekillerde etkili olmaktadır. Örneğin 63°C'de 30 dk. tutulan sütlerde, çözünen kalsiyum ve fosfor miktarında azalma başlamakta ve sıcaklığın daha da yükselmesiyle bu artış devam etmektedir. UHT işleminde esnasında süt serumu ve kazein miselleri arasında kalsiyum, magnezyum, sitrat ve fosfatlarda bazı dönüşümler olmaktadır. Bu ısı uygulamasından sonra sütteki çözünür kalsiyum miktarında azalma meydana gelmektedir.

Ø Enzimler Üzerine Etkisi

Sütte bulunan enzimler, doğal ve bakteriyel kaynaklı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Doğal enzimlerin çoğu pastörizasyon sıcaklığında inaktif hâle gelirken, bazılarının inaktif hâle gelmesi için daha yüksek sıcaklıklar gerekmektedir.



Sütün doğal enzimlerinin aksine bazı bakteriyel kaynaklı enzimler gerek pastörizasyon gerekse sterilizasyon ısısından pek etkilenmeden aktivitelerini devam ettirmektedir. Bunlar uzun süre depolanan sterilize sütlerde birtakım bozulmalara neden olmaktadır. Psikrotrofik mikroorganizmaların büyük çoğunluğu pastörizasyon normlarında ölmekte, ancak onların ürettiği ekstracelüler (hücre dışı) enzimler bundan pek etkilenmemektedir. Proteaz, lipaz ve fosfolipaz bu enzimler arasında en önemlileridir.

Bacillus türleri ise sıcaklığa karşı dayanıklı oldukları halde bunların enzimleri sıcaklığa karşı dayanıklı değildir. Isıya dirençli bu bakteriler daha sonra sütte bozulmalara neden olmaktadır. Pastörize sütler kısa sürede tüketildiklerinden bu tip bozulmalar pek önemli olmamaktadır. Fakat uzun süre depolanan sterilize sütlerin bozulmasında bu bakteri enzimlerinin rolü büyüktür.

1.2.4. Mikroorganizmalara Etkisi

Pastörizasyondan sonra sütte bazı mikroorganizmaların canlılıklarını devam ettirdikleri tespit edilmektedir. *Bacillus spp.* bunların başında gelmektedir. Termodurik ve aynı zamanda spor oluşturan bu tür mikroorganizmalar pastörizasyondan sonra gelişerek sütte bozulmalara neden olmaktadır. Aynı şekilde *Coryneform* grubu bakteriler, micrococlar ve streptococlar da termodurik olup pastörizasyondan sonra sütte canlı kalabilmektedir.

Bazı bakteri sporları ısıya oldukça direnç göstermektedir. Dolayısıyla bunlar sterilize sütlerde bozulmalara neden olabilmektedir. Buna örnek olarak *Bacillus stearothermophilus* sporları gösterilmektedir. Sporların inaktif hâle gelmesi için daha yüksek sıcaklık uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. *B.stearothermophilus*'tan sonra sporları ısıya dayanıklı olanlar arasında sırayla; *B.subtilis*, *B.cereus*, *B.coagulans* ve *Clostridium botulinum* yer almaktadır. Sütün sterilize edilmesinden sonra canlı kalan spor sayısı hakkında tam bir kesinlik olmakla birlikte sütteki spor sayısı, uygulanan ısı derecesine ve ambalaj büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir.

1.3. İçme Sütü Üretiminde Kullanılacak Çiğ Sütte Aranacak Nitelikler

Ø Pastörize İçme Sütün Üretiminde Kullanılacak Çiğ Sütte Aranacak Nitelikler

Çiğ sütün kalitesiyle pastörize sütün kalitesi arasında yakın bir ilişki vardır. Pastörize süt üretiminde kaliteli çiğ süt denildiğinde herhangi bir hile yapılmamış, duyuşal, teknolojik ve hijyenik nitelikleri kusursuz süt anlaşılmalıdır. Çeşitli hileler yapılmış, yapısı ve bileşimi değiştirilmiş, besin ögesi değeri azaltılmış süttten kaliteli pastörize süt üretmek imkânsızdır. Çünkü pastörizasyon, kötü kaliteli bir sütün iyileştiren sihirli bir işlem değildir. Pastörize içme sütün üretimi için kullanılacak ham madde de aranılan özellikler şunlardır;

- **Duyusal özellikleri kusursuz olmalı:** Çiğ sütün duyuşal kalitesinin yani renk, koku, tat ve görünümünün pastörize sütün kalitesi üzerindeki payı büyüktür. İşletmenin teknolojik altyapısı ne kadar ileri olursa olsun görünümü, tadı ve kokusu bozuk çiğ süttten işlenen pastörize sütün aynı kusurları taşıyacağı unutulmamalıdır. Pastörizasyonun temel amaçlarından biri çiğ sütün doğal duyuşal kalitesini korumak olduğundan ham maddenin duyuşal kalitesi pastörize süte de büyük ölçüde yansımaktadır. Pastörizasyon işlemi ile ham maddedeki kötü koku, tat ve rengin giderilmesi söz konusu değildir. Örneğin; soğan ve sarımsak içeren, küflenmiş, bayat ve kokuşmuş silo yemleri ile beslenen hayvanların sütleri kötü duyuşal özellikler göstermektedir ve pastörize süt üretimi için uygun değildir. Bu nedenle pastörize süt üretiminde

kullanılacak çiğ sütün yazın taze ve aromatik yemlerle, kışın ise kaliteli yemlerle beslenmiş hayvanlardan sağlanmış olması gerekmektedir.

- **Kimyasal bileşimi normal olmalı:** Süt doğal bileşiminde olmalı, içerisine herhangi bir madde katılmamış veya süt yağı alınmamış olmalıdır. Ham madde olarak kullanılan sütler içerisinde kimyasal bileşimi çok farklı olan ağız sütü (kolostrum) ve mastitisli süt bulunmamalıdır. Zaten ağız sütü karışmış sütlerin sıcaklığa karşı stabilitesi yoktur ve duyuşal özellikleri de pastörize süt olarak tüketilmeye uygun değildir.
- **Bakteriyolojik kalitesi yüksek olmalı:** Pastörize edilecek sütün en önemli kalite ölçülerinden biri de hijyenik niteliğidir. Bu durumda bakteri sayısı, bakteri türü, toksinler ve özellikle de sıcağa dirençli enterotoksinler dikkate alınmalıdır. Bakteri sayısı çok yüksek sütler, pastörize süt üretimi için uygun değildir. Çünkü pastörizasyon işleminde sütte uygulanan sıcaklık süre normunda yaklaşık % 99 düzeyinde bakteri redüksiyonu sağlanabilmekte, yani sütteki bakterilerin % 1'i canlı kalmaktadır. Bu yüzden çiğ süt içerisinde bulunan bakteri sayısı kadar bakterinin cinsi de önemlidir. Eğer sıcağı seven (termofilik) ve sıcağa karşı dirençli olan (termodurik) bakteri sayısı fazla ise, bunların pastörizasyon normunda redüksiyonları oldukça zordur. Bu gibi sütlerin pastörize süt üretiminde kullanılmaması gerekir. Zaten çiğ inek sütünde toplam bakteri sayısı Türk Gıda Kodeksine göre en çok 100 000 ad/ml şeklinde sınırlandırılmıştır.
- **Asitliğı yüksek olmamalı:** Sütün bayatlaması sonucu asitliğı artmaktadır. Bunun sonucunda koloidal hâldeki 'kalsiyum fosfat/kalsiyum kazeinat' dengesi bozulmakta ve süt sıcaklığa karşı stabilitesini kaybetmektedir. Böyle sütler ısıtıldığı takdirde çözünmeyen asit kazeinat oluşturarak sütün pıhtılaşmasına neden olmaktadır. Sütün sıcaklığa gösterdiği stabilitede kalsiyum ve magnezyum gibi katyonlar ile sitrat ve fosfat gibi anyonlar arasındaki dengeninde büyük önemi vardır. Ancak asitliğin artmasıyla bu denge bozulduğunda pastörizasyon sırasında süt pıhtılaşmaktadır.
- **Yabancı madde içermemeli:** Pastörize süte işlenecek ham madde antibiyotik, pestisit, deterjan, dezenfektan ve radyoaktif madde kalıntısı içermemelidir.
- **Daha önce kaynatılmamış olmalı:** Çiğ sütün bozulmasına engel olmak amacıyla üreticiler veya araçlar tarafından sütün daha önce kaynatılmış olması, bu sütlerin pastörize süt üretiminde kullanılmasını engellemektedir. Çünkü kaynatılan sütün duyuşal özellikleri bozulmakta, vitaminleri, proteinleri ve mineralleri zarar görmektedir. Böyle bir ham madde ile amaca uygun pastörize süt üretimi olanaksız olmaktadır.

Ø Sterilize İçme Sütü Üretiminde Kullanılacak Sütte Aranacak Nitelikler

Sterilize süt üretiminde kullanılacak çiğ sütün iyi kaliteli olması, pastörize süt için aranan tüm özelliklere sahip olmasının yanı sıra, özellikle içeriğindeki proteinlerin stabilitesinin yüksek olması gerekmektedir. pH değeri 6.65'in altında olan, kusurlu, süt tuzları, dengesi bozuk (kolostrum için tipik) ve çok fazla serum proteini içeren sütler üretimde kullanılamaz. Sterilizasyon teknolojisinde uygulanan yüksek sıcaklık karşısında sütün stabilitesini koruması, yani pıhtılaşmaması büyük önem taşımaktadır. Sütün stabilitesine etki eden faktörler fizikokimyasal ve bakteriyolojik faktörler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

- **Fiziko-kimyasal faktörler:** Süte uygulanan sıcaklık normları, belirli bir düzeyden sonra sütteki pek çok dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu değişimlerin en önemlileri, mineral maddeler ve başka laktalbumin olmak üzere bazı proteinlerde meydana gelmektedir. Sıcaklığın etkisi ile fizikokimyasal stabilitenin bozulmasıyla laktalbumin 70°C'den sonra çözünemez hâle gelmektedir. Eğer ortamda mineral tuzlar bulunursa bunlar koruyucu kazeinatın ayrılmasına, yani laktalbuminin hemen çökmesine neden olmaktadır (kolostrumlu, mastitisli ve albumini fazla olan sütlerde görüldüğü gibi). Böyle sütler sterilizasyon için uygun değildir.
- **Bakteriyolojik faktörler:** Sağım sırasında hayvan yataklarından, yemden ve hayvan pisliğinden başta sporlar olmak üzere sığağa dayanıklı pek çok mikroorganizmanın bulaşma olasılığı oldukça yüksektir. Gereği gibi temizlenmeyen ve dezenfekte edilmeyen sağım ekipmanları ve taşıma kapları da bulaşmada rol oynamaktadır. Sterilize süt üretiminde en fazla sorun yaratan *Bacillus* cinsine ait sporlardır. Sığağa en dayanıklı *B.stearothermophilus* ile *B.subtilis*, *B.licheniformis*, *B.cereus* ve bazı durumlarda *B.circulans* ile *B.coagulans* sporlarına sterilize sütte rastlanabilir. Bu mikroorganizmaların varlığı sterilize süt üretiminde önemli sorunlara neden olacağından bunların ham maddede bulunmaması gerekmektedir. Bunun için ahırda başlayan ve işletmede devam eden hijyenik denetimler aksatılmamalıdır.

1.4. Ürünün Sınıflandırılması

1.4.1. Yağ Oranına Göre

Türk Gıda Kodeksi -Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre içme sütleri yağ miktarına göre tam yağlı, yağlı, yarım yağlı ve yağsız olarak adlandırılmaktadır. Buna göre sütlerin içermesi gereken yağ oranları Tablo.1.2' de verilmiştir.

Süt	Yağ (%)
Tam yağlı	En az 3.5
Yağlı	En az 3.0

Yarım Yağlı	En az 1.5
Az Yağlı	En fazla 0.15

Tablo 1.2: Yağ oranlarına göre içme sütlerinin içermesi gereken yağ miktarları

1.4.2. Süt Tozundan Elde Edilme Yöntemine Göre

- Ø **Rekonstitüe süt:** Süt tozunun su içerisinde çözündürülmesiyle elde edilen süttür. Karıştırılacak miktarlar, son ürün normal süt bileşiminde olacak şekilde ayarlanmalıdır.
- Ø **Rekombine süt:** Saf süt yağı, rekonstitüe yağsız süte eklenerek tam yağlı süt elde edilebilir. Bu süte **rekombine süt** denir. Bu amaçla önce yağsız rekonstitüe süt elde edilir. İlave edilecek süt yağı ise taze krema, tereyağı veya susuz süt yağı şeklinde olabilir.
- Ø **Toned süt:** Genellikle çiğ sütün oranı yüksek ve ön görülen yağ derecesine göre standardize edilen bir üründür. Sütün az olduğu dönemlerde kremanın alınması yerine çiğ süte bir miktar rekonstitüe süt ilave edilebilir. Başka bir yöntem ise manda ve koyun sütü gibi yağ oranı yüksek sütlerin yağsız süt tozu ve su ilave edilmek suretiyle normal bileşime getirilmesidir.

Yağsız süttozu, protein açısından çok zengin olduğu için bazı ülkelerde normal çiğ süt içerisine yağsız rekonstitüe süt ilave edilerek de bir içme sütü üretilir ki (yağ oranı % 2 civarında ve yağsız kuru madde oranı en az % 10 olacak şekilde) bu süte **çifte toned süt** denilir.

- Ø **Filled Süt:** Yağsız süt tozu, su ve bitkisel yağ kullanmak suretiyle hazırlanan sütlere **filled süt** denilmektedir. Bazı kaynaklarda bu süt, bitkisel yağlı rekombine süt olarak adlandırılmaktadır.

1.4.3. Eklenen Lezzet Maddelerine Göre (Aromalı Sütler)

Aromalı sütler; Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin gıda aroma maddeleri bölümünde yer alan aromalar ve renklendiriciler ilave edilerek UHT yöntemiyle üretilmektedir. Bu sütler ilave edilen aroma maddesiyle birlikte anılmaktadır (örneğin çilekli süt, muzlu süt gibi). Yağ içeriği düşük, yağsız kuru madde içeriği yüksek sütler aromalı olarak üretilmektedir.

1.5. Pastörize İçme Sütü Üretimi

Pastörizasyon terimi, belirli ısı işlemleri için kullanılmaktadır. Bu terim, 1864'lü yıllarda şarabın dayanıklı olması için 50-60°C'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.

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 ve duyuşal değişikliklerle sonuçlanan ve en az 72°C'de 15 saniye veya 63°C'de 30 dakika veya diğer eş değer şartlarda geręekleřtirilen ısıı işlemidir.

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 kısa sürede 6°C'yi geçmeyecek sıcaklığa soğutulan içme sütünü ifade etmektedir.

1.5.1. Pastörizasyonun Amacı

- Ø Sütteki sağlığa zararlı tüm bakterilerin vejetatif şekillerinin tahrip edilmesi, diğer bir değişle insan tüketimi için sütü güvenli hâle getirmek
- Ø Sütün lezzetini bozmadan diğer mikroorganizmalar açısından belli bir redüksiyonu sağlayarak dayanıklılık süresini uzatmak

Bu iki amaç birbirinden oldukça farklı olmakla beraber uygulamada birbirleriyle oldukça ilişkilidir.

1.5.2. Süte Uygulanan Isıl İşlem Normunu Etkileyen Faktörler

Isıl işlem normu denildiği zaman süte uygulanan sıcaklık derecesi ve süresi anlaşılmaktadır. Isıl işlem normu hem mikroorganizma inhibisyonu (engelleyici) hem de sütün bileşiminde meydana getirdiği fiziksel, kimyasal ve duyuşal değişmeler üzerinde etkili olup bazı faktörlere bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Bu faktörler şu şekilde sıralanır;

Ø Sıcaklık Derecesi ve Süresi

Sıcaklık ile süre arasında bakterilerin ölmesi açısından logaritmik bir ilişki bulunmaktadır. Yani sıcaklığın 10°C artması, son üründe bakteri sayısının 10 kat daha hızlı azalmasına neden olmaktadır. Buna göre bir süt örneğindeki mikroorganizmaların tamamen ölmesi için gerekli sıcaklığın 100°C ve sürenin 30 dakika olduğu kabul edilirse sıcaklık süre ilişkisi Tablo 1.2'de görüldüğü şekilde olur.

SICAKLIK	SÜRE
100°C de	30 dakika
110°C de	3 dakika
120 °C de	0.3 dakika (18sn.)
130°C de	1.8 saniye
140°C de	0.18 saniye

Tablo 1.2: Sıcaklık ve süre ilişkisi

Sıcaklığın 10°C'lik artışı, gerekli zamanı 10 kat kısaltmaktadır. Koyulaştırılmış süt gibi bazı ürünlerde çok yüksek sıcaklık uygulaması, ciddi kusurlara neden olmaktadır. Bu nedenle bu gibi ürünlere uygulanan ısı işlemi kesinlikle 125°C'yi aşmamasına dikkat edilmelidir. Bu gibi ürünlerde ısı işlem derecesi 121°C civarında olmalıdır.

Ø Mikroorganizma Sayısı ve Türü

Ortamda mevcut olan mikroorganizmaların sayısı ve türü, ısı işlemde uygulanacak sıcaklık ve süreyi etkileyen diğer önemli bir faktördür. Laktik asit bakterileri de dâhil olmak üzere sütte bulunan vejetatif hücrelerin tamamı ve patojenler 70°C ile 90°C arasında, birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar uygulanan ısı işlemi ile öldürülebilmektedir. Termofilik laktik asit bakterileri ile bacillerin sporları ise sıcaklığa karşı daha dayanıklı olup bunları öldürmek için 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklar gerekmektedir.

Mikroorganizmaların belirli bir sıcaklıkta öldürülmesi için gerekli olan süre mikroorganizma sayısı ile ilgilidir. Sayı ne kadar fazla ise o kadar fazla süreye gereksinim vardır. Bu nedenle çiğ sütte bulunan mikroorganizma sayısı büyük önem taşımaktadır. Bunun için çiğ sütün bakteriyolojik kalitesi başlangıçta ne kadar iyi ise son ürünlerdeki mikroorganizma sayısının azaltılması için o kadar kısa süre gerekmektedir. Bu da sütün kimyasal ve fiziksel özelliklerinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Ø Asitlik ve pH Derecesi

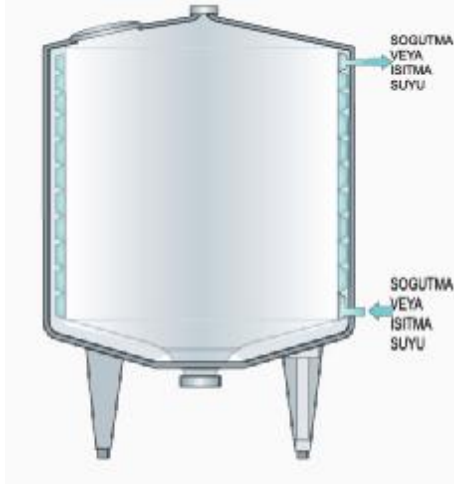
Genel olarak ortam asitliğinin artması, yani pH'ının düşmesi mikroorganizmaların öldürülmesi için daha düşük sıcaklıkların uygulanması gerektiğini göstermektedir. Asitliği artmış sütün ısı işleminde, asitliği düşük olanlarla aynı etkiyi yaratabilmek için daha düşük sıcaklık normlarının uygulanması yeterli olacaktır.

1.5.3. Pastörizasyon Yöntemleri

1.5.3.1. Kesikli (Düşük Sıcaklıkta Uzun Süreli-LTTL) Pastörizasyon

Bu işlem, genellikle 200-1500 litre kapasiteli tanklarda yürütülmektedir. Tank çift cidarlıdır ve ceket içerisinden buhar veya sıcak su dolaştırılarak ısıtma sağlanmaktadır. Sıcaklığın sütün her tarafına eşit olarak dağıtılması için tank içerisine uygun bir karıştırıcı yerleştirilmektedir (Şekil1.2. ve Resim1.1). Pastörizasyon sıcaklığının kontrolü termometre

ile yapılmakta ve tankın içindeki sütün sıcaklığı istenen dereceye gelince bu sıcaklıkta belirli bir süre bekletilmektedir. Süre sonunda ceket içerisinde 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 ısı işlem normları 62-65°C’de 30-32 dakikadır.



Şekil 1.2: Çift cidarlı tankın iç kesitinin görünümü



Resim 1.1: Çift cidarlı tankın genel görünümü

1.5.3.2. Sürekli (Yüksek Sıcaklıkta Kısa Süreli-HTST) Ultra Pastörizasyon

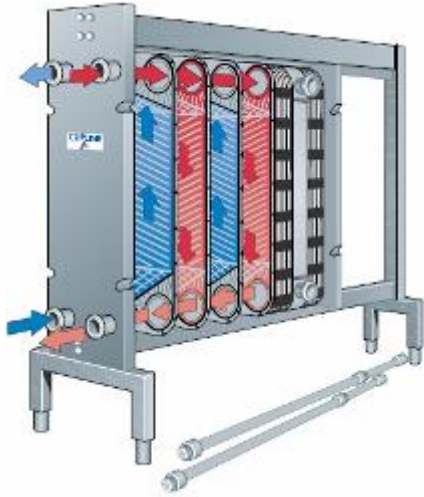
HTST yönteminde süt, 72-75°C’ye kadar ısıtılıp bu sıcaklıkta en az 15-20 saniye tutulmaktadır. Bu yöntemde, sürekli akış sistemine göre çalışan ısı değiştiricilerden yararlanılmaktadır. Isı değiştiriciler plakalı veya borulu olabilir.

1.5.3.2.1. Plakalı Isı Değiştiriciler ile Pastörizasyon

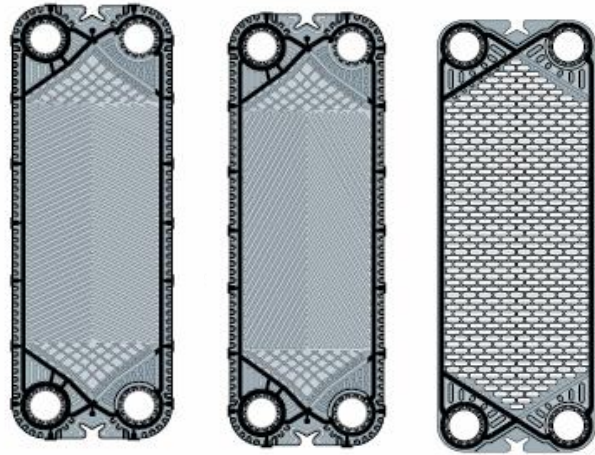
Sütün pastörizasyonunda en yaygın olarak kullanılan tip, plakalı ısı değiştiricilerdir. Plakalar paslanmaz çelikten olup kalınlıkları 0.25-1.25 mm arasında değişmektedir. Plakaların yüzeyleri oluklu bir biçime sahiptir. Bu şekildeki bir tasarım ile ısının süte optimum düzeyde iletimi mümkün olmaktadır. 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.

Belirli sayıda ısı değiştirici plaka, bir çerçeve içine sıkıştırılarak biraraya getirilmek suretiyle plakalı pastörizatör adı verilen kapalı sistemleri oluşturmaktadır (Şekil 1.3 ve 1.4). 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. Fakat su ve enerjiden tasarruf sağlamak için pastörizatöre giren çiğ süt, önce sistemi terkeden pastörize sütle belirli bir dereceye kadar ısıtılmakta, aynı zamanda da ısınımlı çiğ sütle ileten pastörize sütle 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. Yani sütün sıcaklığını pastörizasyon sıcaklığına getirmek için gerekli toplam ısının % 93-95'i pastörize süttten, geri kalanı sıcak sudan sağlanmış olmaktadır.



Şekil 1.3: HTST pastörizasyonda kullanılan plakalı pastörizatör



Şekil 1.4: HTST pastörizasyonunda kullanılan ısı değıştirici plaka modelleri



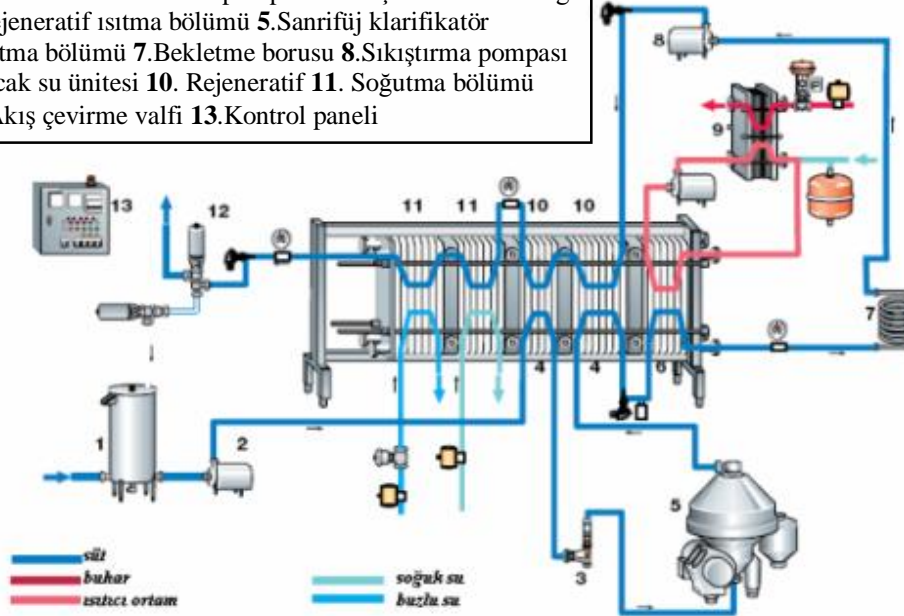
Resim 1.2: Plakalı ısı değıştirme ünitesinin genel görünümü

Ø Sıcak Su Isıtmalı Plakalı Pastörizasyon

Sıcak su ısıtma sistemli pastörizatörlerde işlem şu şekilde gerçekleşmektedir (Şekil 1.5):

- Balans (dengeleme) tankından (1) pompa (2) ile alınan süt, akış ayar ventili üzerinden plakalı ısı değiştiricinin rejenerasyon bölümüne girer (4). Burada önceden pastörize edilerek sıcaklığı yükseltilmiş sütle yaklaşık 58°C'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 ($\approx 65^{\circ}\text{C}$). 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 valfi akış yolunu otomatik olarak değiştirerek sütün balans tankına geri 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 5°C'de terkeder (11).

- 1.Balans tankı 2.Besleme pompası 3.Akış kontrol düzeneği
4.Rejeneratif ısıtma bölümü 5.Sanrifüj klarifikatör
6.İsıtma bölümü 7.Bekletme borusu 8.Sıkıştırma pompası
9.Sıcak su ünitesi 10. Rejeneratif 11. Soğutma bölümü
12. Akış çevirme valfi 13.Kontrol paneli



Şekil 1.5: Plakalı ısı değıştirici pastörizatörün kullanıldığı bir süt işletmesi

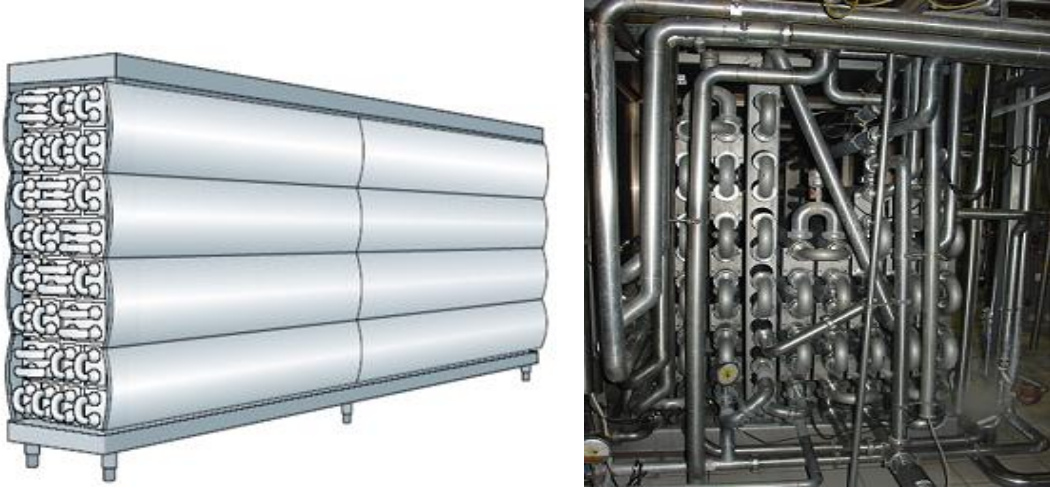
Ø Vakum Buhar Isıtmalı Pastörizasyon

Bu yöntemin dayandığı prensip 100°C'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 sokulmuştur. Vakum pompası ile buhar basıncı öngörülen değer kadar düşürülerek örneğin 75°C'de buharın yoğunlaşması sağlanmaktadır. Gereken miktarda buharın sisteme dâhil olması için basınç ayar valfinden yararlanılmaktadır. 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 düzeyde 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.

1.5.3.2.2. Borulu Isı Değiştiriciler ile Pastörizasyon

Genellikle serpantinli ısı eşanjörü adı verilen borulu ısı değiştiriciler, bazen pastörizasyon amacıyla kullanılmakla birlikte, daha çok süt ve ürünlerinin üretiminde UHT yöntemi ile sterilizasyonda kullanılmaktadır. Söz konusu ısı değiştiricilerde ısı aktarım yüzeyi; ısıtılmak istenen akışkanın veya ürünün aktığı çok sayıda ve belli aralıklarla yerleştirilmiş düz, spiral veya petek (lamel) borulardan oluşmaktadır. Bunlarda ürün, boruların içinden geçerken ısıtıcı veya soğutucu akışkan boruların dışında, boruların yerleştirildiği gövdenin içinden geçmektedir (Şekil 1.6 ve Resim 1.2).



Şekil 1.6 ve Resim 1.2: Borulu ısı değiştiricinin genel görünümü

Temas yüzeyi fazla olduğu için bu tip ekipmanlarla daha etkili bir sonuç alınabilir. Süt ile ısıtma veya soğutmada kullanılan akışkan, zıt yönde ve değişik yüzeylere temas edecek şekilde hareket eder. Borulu ısı değiştiricilerle pastörizasyon 5 aşamada gerçekteşir.

- Ø **Ön ısıtma yani rejenerasyon bölümü:** Çiğ süt, balans tankından yaklaşık 5°C'de rejenerasyon bölümüne gelir ve burada ters istikametten gelen pastörize edilmiş süt ile karşılaşır. Bu karşılaşma sonunda soğuk süt belli bir sıcaklığa kadar ısıtılmış ve sıcak süt de belli sıcaklığa kadar soğutulmuş olur. Isı transferi en fazla rejenerasyon bölümünde gerçekteşir. Böylece ısıtmak ve soğutmak için daha az enerjiye gereksinim duyulur.
- Ø **Isıtma bölümü:** Rejenerasyon bölümünden ön ısıtmaya tabi tutulmuş süt, pastörizasyon sıcaklığına kadar ısıtılmak üzere ısıtma bölümüne gelir. Isıtmada çoğu zaman sıcak su veya basıncı düşürülmüş buhar kullanılır. Süt ve sıcak su, ısı değiştirici içinde ters yönde akar. Pastörizatörler, sıcaklık derecesini belirleyen ve kaydeden otomatik cihazlarla donatılmış olmalıdır.

- Ø **Bekletme (sıcak tutma) bölümü:** Pastörizasyon sıcaklığına kadar ısıtılan süt bekletme bölümüne gelir ve burada seçilen pastörizasyon normuna göre belirli bir süre tutulur. Bu süre, içme sütünün sıcaklığı 71-74°C olduğunda 40-45 saniye arasında değişir. İzole edilmemiş bekletme bölümlerinde sütün sıcaklığı 1°C' ye kadar düşebilmektedir. Sıcaklığın daha fazla düşmesi ve böylece pastörizasyon işleminin amacına ulaşmaması olasılığı göz önüne alınarak, genellikle bekletme bölümünün çıkışına otomatik akışkan ayırma vanası konulur. Bu vanaya emniyet vanası denir. Bu vana sütün sıcaklığı kritik bir noktaya düştüğü anda, sütü, çiğ sütün bulunduğu balans tankına geri gönderir ve sütün yeniden ısı değiştiriciye girmesini sağlar.
- Ø **Soğutma bölümü:** Süt, bekletme ve rejenerasyon bölümlerinden geçtikten sonra soğutma bölümüne gelir. Soğutma materyali olarak soğuk su, buzlu su, tuzlu su veya bir soğutma ajanı kullanılarak süt 4-10°C'ye kadar soğutulur. Çiğ süt pastörizatöre 5°C'de girer ve rejeneratör bölümünün çıkışında ısı işlem görmüş sütü 19°C'ye soğutur. Böylece rejenerasyon oranı % 80 olur. Bu durumda bir ön soğutmaya gereksinim duyulmaz. Ancak pastörizatöre giren sütün sıcaklığı yüksek ise (örneğin 30°C), ısı işlem görmüş sütün sıcaklığı ancak 38°C'ye kadar soğutabilmektedir. Bu durumda önce bir ön soğutma ve sonra esas soğutmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Pastörizatörden çıkan sütün sıcaklığı, çiğ sütün sıcaklığına bağlı olduğu için çiğ süt sıcaklığının düzensiz olduğu durumlarda dikkatli davranılması gerekmektedir.

1.5.4. Pastörize Sütün Ara Depolanması

Ön işlemlerden geçen sütün ambalajlanmadan önce mutlaka bir ara depoya alınması gerekmektedir. Ancak 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 ve temizlenebilir özellikte olması önemlidir. Bu ara depolama tanklarının yüksek bir yere örneğin zemin katın üstünde bir yere monte edilmesi ve doldurma makinelerinden çok uzakta olmaması gerekmektedir. Böylece sütün doldurma makinesine akması daha kolay olmaktadır. Ayrıca depolama bölümündeki havanın filtre edilmesi UV-ışınlarla dezenfekte edilmesi de gerekmektedir.

- Ø **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

Ø Kullanılacak tankların taşınması 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.

1.5.5. Ambalajlama

TS 11150 Pastörizasyon Metodu İle İşlenen-Yapım Kuralları Standardı'na göre dolum makinesine sevk edilen pastörize süt, bileşimini veya pastörize özelliğini etkilemeyen, süttten etkilenmeyen ambalaj materyaline hava almayacak ve sızdırmayacak şekilde doldurulmaktadır.

1.5.5.1. Ambalaj Materyalleri

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. Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan bilgilere göre tüm gıda maddelerinin ambalajlanması zorunludur. Gıda ambalajının en önemli görevi korumadır. Pastörize içme sütlerinin ambalaj kaplarında yer alması gereken bilgiler Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Ambalajlama ve Etiketleme-İşaretleme bölümünde yer alan genel kurallara uygunluk göstermelidir.

Ø Süt ambalajında kullanılan materyaller şu özellikleri taşımalıdır:

- Sütü rutubet, yabancı maddeler ve ışık gibi etkilerden korumalıdır.
- Sağlık açısından hiçbir risk taşımamalıdır. Ürünle hiçbir kimyasal tepkimeye girmemeli, zehirli madde içermemeli, yabancı tat ve kokusu olmamalıdır.
- Suda erimemelidir (kağıt esaslı olanlar).
- Rahatlıkla ve sonuna kadar boşaltılabilmelidir.
- Ürün kaybına izin vermemelidir. Kapaklı olan ambalajların, kapaklarının yeniden kullanılmayacak şekilde yapılması önemlidir. Süt kapağının yeniden kullanılması durumunda kontaminasyon söz konusu olabilmektedir.
- Ucuz, kullanılması kolay, tekrar kullanılan malzeme ise kolay temizlenecek ve çevreyi kirletmeyecek özellikte olmalıdır.
- Ambalaj materyalinin üzerinde gıdanın içeriği, en uygun kullanım ve saklama koşullarını belirten bir etiket bulunmalıdır.

Pastörize sütler, kullanım amacına göre değişik materyallere değişik hacimlerde ambalajlanmaktadır. Pastörize sütün ambalajlanmasında ebatları 500 ile 1000 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.

Ø Cam Materyaller

Pastörize sütlerin ambalajlanmasında kullanılan cam materyallerin avantajları şunlardır:



- Sütle kimyasal tepkimeye girmez, geçirgen değildir.
- Tüketici, içindeki ürünü görebilmektedir.
- 20-30 defa kullanılması nedeniyle ekonomiktir.
- Kapak olarak genellikle ince (0,04mm kalınlığında) alüminyum folyolar kullanılmaktadır. Bu folyonun üzerine otomatik olarak sütün üretim ve son kullanma tarihi yazılabilmektedir.

Resim 1.3: Cam ambalaj

Ø Plastik Esaslı Torbalar

Yapımında polietilen kullanılan bu torbaların kalınlığı 0.8 mm'dir. Daha çok 1 litrelik olarak üretilmektedir. Plastik torbalar, aşağıda belirtilen olumsuzlukları nedeniyle pek tercih edilmemektedirler:

- Açıldığı zaman, içindeki sütün tamamen boşaltılması gerekir.
- Torbanın patlama özelliğinden dolayı tüketici zor duruma düşebilir.
- Kendi başına dik duramaz.



Resim 1.4: Plastik esaslı torba

Ø Plastik Esaslı Şişeler

Genellikle polietilen (PET), polipropilen (PP), polivinilklorür (PVC), polistrien (PS) gibi plastik maddelerden yapılmaktadırlar. Bunların avantajları şunlardır:

- Ambalaj için depozito ödenmez.
- Işığın verdiği zarar tamamen ortadan kalkar.
- Farklı hacimlerde ambalajlama olanağı verir.
- Ambalaj malzemesi için daha az depoya ihtiyaç vardır.



Resim 1.5: Plastik süt ambalajı

Ø Karton Kutular



Resim 1.6: Karton ambalaj

Daha önce polietilen filmle lamine edilmiş, katlanma hatları belirlenmiş, baskı işlemleri tamamlanmiş ve gövde kısmı uzunlamasına kaynak edilmiş, yarı mamul kutulardır. Karton kutular, sütü cam ve plastik malzemelere göre daha uzun süre işık etkisinden korumaktadır.

1.5.5.2. Ambalajlara Dolum

Yukarıda bahsedilen ambalaj materyallerinden plastik şişeler ya dışardan hazır alınmakta ya da plastik materyal işletmeye yerleştirilen bir şekillendirici sistem ile dolumdan hemen önce şekillendirilip etiketlenmektedir (Resim 1.7, 1.8 ve 1.9).



Resim 1.7: şekillendirilmiş plastik şişeler



Resim 1.8: şekillendirilmiş plastik şişelerin etiketlenmesi



Resim 1.9: Plastik ambalajlara süt dolumu

Temizlenmiş Şişeler, sıra hâlinde banttan geğirilirken soğutulup doldurma makinelerine iletilmektedir. Dolum işlemi bu makinelerde düşük basınc yöntemi ile geręekleřmektedir. Bir hat üzerinde ileriye doğru ilerleyen Şişeler, kapatma cihazından geçerken ince bir alüminyum kapakla otomatik olarak kapatılmaktadır. Bu sırada dolum tarihi kapak üzerinde bir baskı cihazıyla basılmaktadır. Dolumu bitmiş ve kapaklanmiş Şişeler 20'lik gruplar hâlinde kasalara yerleştirilir (Resim 1.10, 1.11, 1.12 ve 1.13).



Resim 1.10: Cam Şişelere süt dolumu



Resim 1.11: Kapak kapama ve tarih basımı



Resim 1.12: Dolum ve kapaklama işlemi yapılmış şişeler



Resim 1.13: Şişelerin kasalanması

Karton kutulara ise otomatik olarak süt doldurulur ve bu sırada ek yerleri yüksek ısıda kapatılmaktadır. Karton kutunun şekillendirilme işlemi, makinede yapılmaktadır (Resim 1.14, 1.15, 1.16 ve 1.17).



Resim 1.14: Karton kutulara süt dolumu



Resim 1.15: Karton kutuların kapatılması



Resim 1.16: Karton kutulara tarih basılması



Resim 1.17: Dolumu tamamlanmış kutular

Plastik torbalarda pastörize sütün ambalajlanması günümüzde pek tercih edilmemekle birlikte, birkaç firma tarafından kullanılmaktadır. Bunlar için geliştirilen ünitelerde karton kutuların ambalajlanmasına benzer şekilde plastik materyal ünite içerisinde şekillendirilmekte, pastörize süt doldurulmakta ve otomatik olarak kapatılmaktadır (Resim 1.18).



Resim 1.18: Plastik torbalara süt dolm üitesi

1.5.5.3. Depolama

Pastörize edilip dolm 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 (Resim1.19 ve 1.20).

Pastörize sütün konulduğu soğuk depolar, sütün pastörize özelliğini bozmayacak konumda olmalıdır. Depolar herşeyden önce temiz, rutubetsiz, 1-2°C'ye soğutulmuş ve bu soğukluğu koruyacak özellikte olmalıdır. Eğer bu şartlar yerine getirilmezse sütlerin nitelikleri bozulmaktadır. Sıcaklık fazla olursa sütün bozulmasına, düşük olursa donmasına neden olmaktadır. Donma da sütün fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz etkiler.

Ayrıca sütün güneş ışığından korunması gerekmektedir. Güneş ışığı, sütte bozuk tat ve koku oluşmasına ve vitamin kayıplarına yol açtığından depolar ışıktan korunmalıdır. Sütlerin soğuk zinciri kırılmadan, aşırı çalkalanmadan, zamanında tüketicilere ulaştırılması gerekmektedir.



Resim 1.19: Kutuların depolara kaldırılması



Resim 1.20: Şişelerin depolara kaldırılması

1.5.6. Pastörize Sütün Raf Ömrü ve Nitelikleri

Raf ömrü, pastörize ürünün belirli şartlar altında arzu edilmeyen değişimler olmaksızın muhafaza edildiği zaman sürecidir. Pastörize sütün raf ömrü, UHT sterilize süte göre daha kısadır. Pastörize içme sütünün dayanıklılığı, öncelikle ham madde olarak kullanılan çiğ sütün kalitesine bağlıdır. Bu nedenle üretim koşullarının teknik ve hijyenik bakımdan optimize edilmesi ve tüm işlemlerin son derece kusursuz gerçekleştirilmesi çok önemlidir.

Yüksek kaliteli çiğ süttten uygun teknik ve hijyenik koşullar altında üretilen pastörize süt, ambalajı açılmaksızın 5-7°C'de yaklaşık 5 gün muhafaza edilebilmektedir. Ancak çiğ sütte ısıya dirençli enzimleri salgılayan (lipaz ve proteazlar) ve sporları pastörizasyonda canlı kalan bakterilerle (*Pseudomonas* türleri ve/veya *Bacillus cereus* veya *Bacillus subtilis* gibi) kontaminasyon söz konusu ise bu süre belirgin şekilde kısalmaktadır.

Pastörize sütün raf ömrünü korumak ve hatta daha da uzatabilmek için pastörizasyon hattına baktöfuj denilen bir ultraseperatör veya mikrofiltrasyon ünitesi yerleştirilebilir. Pastörize sütteki canlı mikroorganizma sayısı ml'de 10^6 - 10^7 kob (koloni oluşturan birim) düzeyine ulaştığında raf ömrü sona ermektedir. Pastörize sütün raf ömrünü kısaltan faktörler şunlardır:

- Ø Üretimde mikrobiyolojik kalitesi kötü, özellikle termodurik bakteri sayısı ml'de 10 000 kob'den fazla olan çiğ süt kullanılması
- Ø Pastörizasyon işleminin 78°C üzerindeki sıcaklıklarda 20 sn.den daha uzun süreyle uygulanması

- Ø Pastörize sütün tüketilinceye kadar 5°C'den yüksek sıcaklık derecelerinde saklanması
- Ø Pastörize sütün şeffaf cam, şeffaf plastik veya beyaz pigmentli plastik gibi ambalaj materyallerinden yapılmış paketlere doldurulması ve bu nedenle de gün ışığının etkisine maruz kalması
- Ø **Besleyici Değeri**

Isıl işlem uygulamasıyla sütün proteinleri midedeki ortamda daha ince zerrelî pıhtı oluşturabilmekte ve sindirim enzimleri tarafından kolayca parçalanabilir hâle gelmektedir. Bu nedenle pastörize sütteki proteinlerden vücudun yararlanma oranının yüksek olduğu bilinmektedir. Sütün yağının besleyici niteliği üzerinde olumsuz herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Pastörizasyon uygulaması ile sütün vitamin içeriğinde meydana gelen değişimler beslenme açısından önemsiz görülmektedir. Yağda çözünen A, D ve E vitaminleri ile suda çözünen riboflavin (B₂), pantotenik asit, niyasin ve biotin pastörizasyon sırasında önemli bir kayba uğramamaktadır. Ayrıca laktoz içeriğinde pastörizasyon işlemi sonucunda beslenme bakımından olumsuz herhangi bir değişim meydana gelmemektedir.

Ø **Görünüş ve Rengi**

Pastörize sütün, çiğ süte göre daha beyaz bir renge sahiptir. Bunun nedeni ısıl işlem uygulamasına bağlı olarak sütün ışığı yansıtma özelliğinin artmasıdır. Diğer taraftan homojenizasyon işlemi, sütün renginde pastörizasyondan daha fazla beyazlaşma sağlar. Gereğine uygun şekilde yürütülen bir homojenizasyon işlemi ile sütün yağı daha küçük parçalara bölünür ve tüm sütün kitlesi içerisinde homojen bir şekilde dağılır. Böylece yağ parçacıklarının ışığı yansıtma özelliği artar ve renk daha beyaz görünür. Ayrıca homojenizasyon kaymak tabakası oluşumunu gidererek daha tekdüze bir beyazlık sağlar.

Ø **Tekstürel Özellikleri**

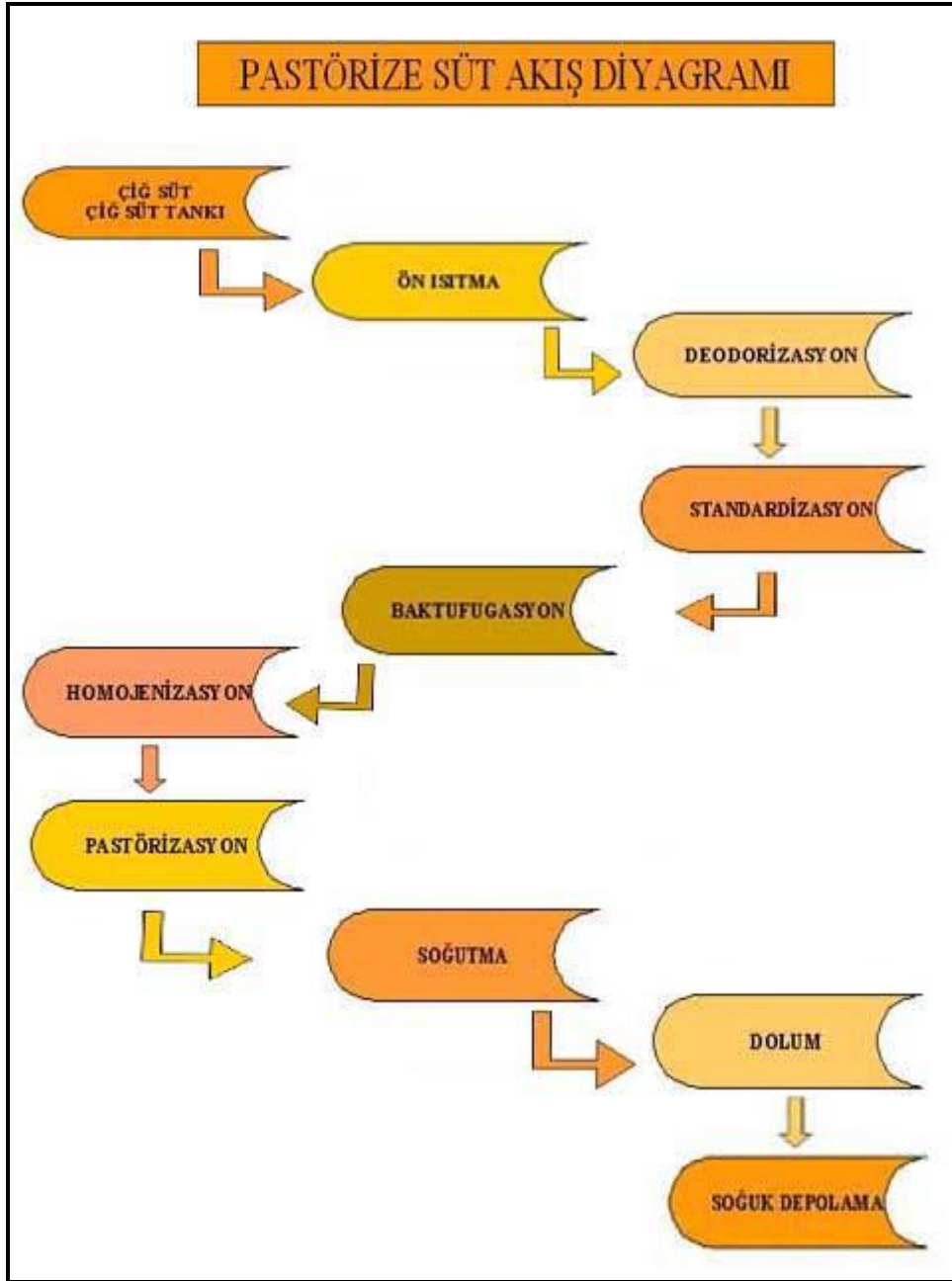
Pastörize sütün, normal olarak pürüzsüz ve homojen tekstüre sahip, serbest akış özelliği gösteren bir sıvıdır. Pastörize sütlerde aşağıdaki koşullarda tekstürel kusurları meydana gelebilir:

- Çiğ sütün protein stabilitesinin bozulmuş olduğu durumlarda
- Süte sünme yapan bakteriler bulaştığında
- Pastörize sütün soğukta muhafaza edilmediğinde
- Çiğ sütün temodurik psikrotrof bakteri sayısı yüksek olduğunda

Ø **Tadı**

Taze çiğ sütün; hoş giden ve hafif tatlı bir tada sahiptir. İyi kalitede bir çiğ sütün 72°C'de 15 saniye süreyle ısıtılarak pastörize edildiğinde kendine has tat ve aromaya sahip olmaktadır. Pastörizasyon işleminin yanlış uygulanmasıyla sütte pişmiş, yanık, karamelize ve kavrulmuş tatlar meydana gelebilmektedir.

1.5.7. Pastörize Süt Üretim Akım Şeması



Şekil 1.7: Pastörize süt akış diyagramı

UYGULAMA FAALİYETİ

Pastörize içme sütünü üretip 1/2 litrelik karton kutulara dolum yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø İş kıyafetinizi giyiniz.	Ø Üretim öncesi kişisel hazırlığınızı yapınız.
Ø Takılarınızı çıkarınız.	
Ø Ellerinizi yıkayınız.	
Ø Süte uygulanacak ön işlemleri yapınız.	Ø Süte uygulanacak “Ön İşlemler” modülünü tekrar gözden geçirerek hatırlayınız.
Ø Pastörizasyon sıcaklığını ayarlayınız.	Ø Pastörizasyon sıcaklığını ve süresini dikkatli şekilde takip ediniz.
Ø Pastörizasyon süresini ayarlayınız.	Ø Sütün pastörizatörden önerilen sürede geçmesine özen gösteriniz.
Ø Sütünüzü pastörizatörden geçiriniz.	Ø Panodan üretim akışını takip ediniz.
Ø Sütünüzü soğutunuz.	Ø Seri ve titiz çalışınız.
Ø Pastörizasyondan sonra içme sütünüzü ara depoya alınız.	Ø Tankın steril olmasına özen gösteriniz.
Ø Laboratuvardan işlem yeterliği onayını alınız.	Ø Laboratuvar sonuçları olumsuz ise pastörizasyon işlemini tekrar uygulayınız.
Ø Ambalaj materyalinizi hazırlayınız.	Ø Uygun ambalaj materyalini seçmeyi unutmayınız.
Ø Ambalaj materyalinizi makineye yerleştiriniz.	Ø Makineye yerleştirme sırasında özen gösteriniz.
Ø Ambalaj makine ayarlarını yapınız.	Ø Makine ayarlarınızı seçtiğiniz ambalaj boyutunu dikkate alarak yapmayı unutmayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Dolum yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> Ø Dolum makinesinin temiz olup olmadığını ve çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz. Ø Dolum sırasında sütün uygun sıcaklıkta olup olmadığını kontrol ediniz. Ø Dolumun hatalı olmaması için sürekli kontrol ediniz.
Ø Kapakları kapatıp tarih basınız.	<ul style="list-style-type: none"> Ø Doludan sonra kapak kapatma bölgesinde her bir süt ambalajının kapağının kapatıldığından emin olunuz. Ø Tarihlerinin basılıp basılmadığını kontrol ediniz. Ø
Ø Pastörize sütünüzü depolayınız.	<ul style="list-style-type: none"> Ø Sütleri soğuk hava deposuna taşıyacağınız araç-gereçlerinizi hazırlayınız. Ø Önceden soğuk hava deposu-nun sıcaklığını ayarlayınız.
Ø Verilen talimatlara uygun davranınız.	
Ø İş kıyafetinizi çıkarıp asınız.	
Ø Bir kullanımlık malzemeleri çöpe atınız.	
Ø Araç ve gereçlerinizi temizleyiniz.	
Ø Çalışma ortamınızı temizleyerek güvenlik kontrollerinizi yapınız.	
<p>Dikkatli ve titiz çalışınız Temizlik kurallarına uyunuz.</p>	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki cümlelerdeki bilgiler doğru ise parantez içine (D), yanlış ise (Y) yazınız.

- (.....) 1. Laktoz, doğada yalnız sütte bulunmaktadır.
(.....) 2. Süt, kalsiyum yönünden en zengin gıdadır.
(.....) 3. Pastörizasyon sıcaklığı, sütün rengini olumsuz yönde etkilemektedir.
(.....) 4. Sütün başlıca proteini olan kazein ısıdan fazlaca etkilenmektedir.
(.....) 5. UHT yöntemiyle sterilize edilen süt, pastörize süttten daha iyi sindirilebilir.
(.....) 6. Süt yağı üzerinde UHT işleminin fiziksel ve kimyasal etkisi bulunmaktadır.
(.....) 7. Kaynatma, sütün duyuşsal özellikleri üzerine olumsuz etki yapmaktadır.
(.....) 8. Yağ içeriğı yüksek, yağsız kuru madde içeriğı düşük sütler aromalı içme sütü üretiminde kullanılmaktadır.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz

9. Isı uygulanmasından en fazla etkilenen besin ögesi hangisidir?
A) A vitamini B) Lizin C) Pantotenik asit D) Folik asit
10. Laktoza beslenme bakımından önem kazandıran bileşen hangisidir?
A) Galaktoz B) Fruktoz C) Glikoz D) Maltoz
11. Sütü ışıktan en uzun süre koruyan ambalaj materyali hangisidir?
A) Cam B) Plastik şişe C) Plastik poşet D) Karton kutu
12. Sürekli ultra pastörizasyonda süt 72°C de kaç saniye tutulmaktadır?
A) 15 saniye B) 20 saniye C) 10 saniye D) 17 saniye
13. Süt tozunun su içerisinde çözündürülmesiyle elde edilen süte ne denir?
A) Toned süt B) Rekonstitüe süt C) Filled süt D) Rekombine süt

Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşluklara tabloda verilen kelimelerden doğru olanını seçerek yazınız.

14. Süt diğer gıdalara göre daha fazlabesin ögesi içerir.
15. Kesikli pastörizasyon işlemi çifttankta yapılır.
16. Sütün pastörizasyonunda en yaygın olarak kullanılan tip ısı değıştiricisidir

Yaşamsal	Otoklavda	Plakalı	Serum	Cıdarlı	Sterilizatör
----------	-----------	---------	-------	---------	--------------

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları tekrar ediniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

B. UYGULAMALI TEST

Pastörize içme sütünü üretip şekillendirilen 1 l'lik plastik ambalajlara doldurarak, depolayınız. Yaptığınız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
2. Kişisel hijyen kurallarını uyguladınız mı?		
3. Takılarınızı çıkarıp kişisel eşyalarınızı dolabınıza kaldırdınız mı?		
4. Gerekli alet-ekipmanlarınızı hazırladınız mı?		
5. Alet-ekipmanların temizliğini ve çalışabilirliğini kontrol ettiniz mi?		
6. Süte ön işlemleri yaptınız mı?		
7. Pastörizatörün sıcaklığını ve süresini ayarladınız mı?		
8. Sütü pastörizatörden geçirdiniz mi?		
9. Soğutucunun sıcaklık ayarını yaptınız mı?		
10. Sütünüzü soğuttunuz mu?		
11. Sütünüzü ara depoya aldınız mı?		
12. Laboratuvardan işlem yeterliği onayını aldınız mı?		
13. Ambalaj materyalinizi hazırladınız mı?		
14. Ambalaj materyalini makineye yerleştirdiniz mi?		
15. Ambalaj materyallerini şekillendirdiniz mi?		
16. Ambalajı etiketlediniz mi?		
17. Ambalajları dolum makinesine gönderdiniz mi?		
18. Sütünüzü dolum makinesine gönderdiniz mi?		
19. Sütünüzü ambalajlayıp kapattınız mı?		
20. Kapakların üzerine tarih bastınız mı?		
21. Ambalajlanmış sütleri kasaladınız mı?		
22. Kasaları taşıyıcı paletlere yerleştirdiniz mi?		
23. Soğuk hava deposunun sıcaklığını önceden ayarladınız mı?		
24. Sıcaklığın istediğiniz düzeyde olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
25. Kasaları depoya taşıdınız mı?		
26. Uygun bir şekilde kasaları depoya yerleştirdiniz mi?		
27. Kullandığınız araç-gereçleri temizleyip dezenfekte ettiniz mi?		
28. Ellerinizi yıkayıp dezenfekte ettiniz mi?		
29. Son kontrollerini yaptınız mı?		
30. İş kıyafetlerinizi çıkarıp yerine astınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı “Evet” ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında sterilize süt üretimi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø Çevrenizde bulunan içme sütü üreten işletmelerden randevu alarak sterilize sütü nasıl ürettiklerini araştırınız.
- Ø Araştırmalarınızı rapor hâline getirerek sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. STERİLİZE İÇME SÜTÜ ÜRETİMİ

2.1. Sterilizasyonun Tanımı ve Amacı

Türk Gıda Kodeksi- Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş Sütleri Tebliği'ne göre **sterilizasyon**; oda sıcaklığında 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, en az 115°C'de 13 dakika veya 121°C'de 3 dakika gibi uygun zaman sıcaklık kombinasyonunda, yüksek sıcaklıkta uzun süreli uygulanan ısı işlemidir.

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

2.2. Sterilizasyon Yöntemleri

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

2.2.1. Klasik Sterilizasyon

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

2.2.1.1. Otoklavda (Kesikli) Sterilizasyon

100°C'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 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklar, bu suyun buharla ısıtılması ve oluşan buharın doymuş buhar hâlinde otoklavda hapsedilmesiyle sağlanmaktadır. Sütün ambalaj içinde kesikli yöntemle sterilizasyonu üç yöntemle gerçekleştirilmektedir;

- Ø Ön işlem uygulanan süt şişelere doldurulur. Dolu ambalajlar özel otoklav sepetine yerleştirilir. Ardından sabit otoklavda sterilize edilir.
- Ø Dolu ambalajlar özel bir kafese istiflenir, kafes sabit otoklava yerleştirilir ve sterilizasyon işlemi sırasında kafes otoklav içerisinde döndürülür.
- Ø 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 110-125°C'de 3 ile 40 dakika süreyle sterilize edilir.

2.2.1.2. Buhar Dolaplarında Sterilizasyon

Sterilizasyon için kullanılan dolaplar, basınca dayanıklı olarak dizayn edilmiştir. Delikli dolap tabanının altında yer alan buhar boruları tarafından buhar, doğrudan dolap içine verilerek, buhar sayesinde sütün ısınması sağlanmaktadır. Kondanese olan buhar, tahliye borusu ile dolaptan 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 tamamen buharla dolması sağlanır. Sterilizasyon sırasında hava musluğunun kapatılması gerekir. Sterilizasyon sıcaklığına ulaştığında sterilizasyon süresince sıcaklığın sabit kalacağı şekilde dolap içine verilen buhar miktarı azaltılır. İşlem tamamlandığında buhar girişi kapatılır ve hava vanası açılır. Sütün sterilizasyonu için sıcaklık 110-120°C'ye kadar çıkarılır, 20-30 dakika bu sıcaklıkta tutulur. Sterilizasyon işlemi bittikten sonra basınç düşürülür ve daha sonra kapısı açılır. Sıcaklık 45°C'ye indiğinde su, şişeler üzerine püskürtülerek soğutma sağlanır. Soğutma suyu ile süt sıcaklığı arasındaki farkın 25°C'den fazla olmamasına dikkat edilmektedir.

2.2.1.3. Sterilizasyon Tünellerinde ve Döner Otoklavlarda (Sürekli) Sterilizasyon

Günde 10 000 şişeden daha fazla miktarda sterilize süt üreten fabrikalarda sürekli çalışan otoklavlar kullanılmaktadır.

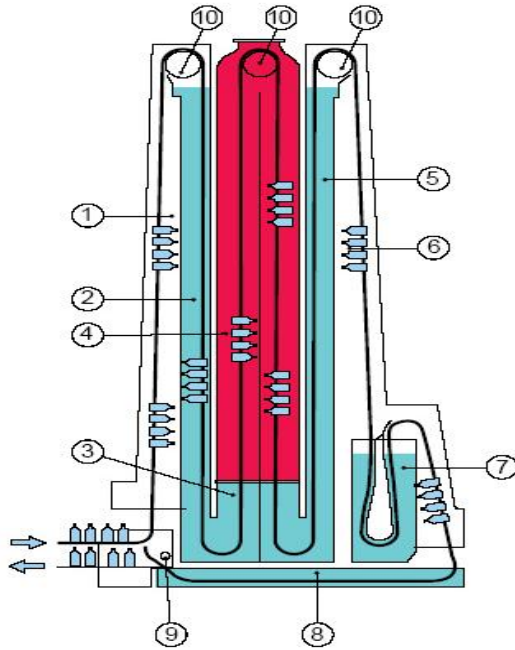
Sürekli çalışan otoklavların çeşitli tipleri bulunmaktadır. Bunlar;

Ø Hidrostatik Dikey Sterilizatör

Bu tip sterilizatörler; buharlı ısıtma hücresi, bunun her iki tarafında yer alan 2 adet hidrostatik kolon ve soğutma sistemi olmak üzere dört temel bölümden oluşmaktadır. Sterilizasyon işleminin gerçekleştirildiği ısıtma hücresindeki buharın basıncı, yani sıcaklığı, her iki taraftaki hidrostatik kolonla sağlanan basınç yardımı ile kontrol edilmektedir.

Cam veya plastik şişelere doldurulan sütler ön ısıtma kolonuna gönderilir (1). Burada şişeler önce sıcak hava ile biraz ısıtılır, sonra sıcaklığı yaklaşık 85°C'de olan suya daldırılır ve aşağıya doğru taşınır (2). Aşağıya doğru indikçe sıcaklığı gittikçe artan su ile karşılaşan şişelerin sıcaklıkları yükselir ve kolonun alt bölümünde 90°C civarına ulaşır. Şişeler daha sonra yukarı doğru yönelerek buhar hücresine gelir (3). Bu hücredeki buhar sıcaklığı, sterilize edilecek ürüne bağlı olarak 115-125°C arasında seçilerek sabit tutulmaktadır.

Buhar hücresine giren şişeler, önce hücrenin tepesine kadar yukarıya doğru sonra aşağıya doğru hareket ederek bu hücreyi iki kez dolaşırken sterilizasyon gerçekleşir (4). Buhar hücresinden çıkan şişeler, bu kez ikinci hidrostatik kolona ulaşarak yukarı doğru hareket eder (5). Bu kolonda şişeler, sıcaklığı giderek azalan su ile karşılaşarak kademeli olarak soğur ve kolonu üst kısımda yaklaşık 55°C'de terk eder (6). Soğutma kolonunun üstüne ulaşan şişeler buradan tekrar aşağıya doğru yönelip yollarına devam ederken duş altında kalarak soğumalarını sürdürür (7). Duşlu soğutucudan geçen şişeler, sterilizatörün en altında soğuk su kanalına geçer (8). Soğuma burada tamamlanır. Soğutulmuş şişeler tekrar yukarı yönelir ve sistemin besleme istasyonunun altından dışarı alınır.



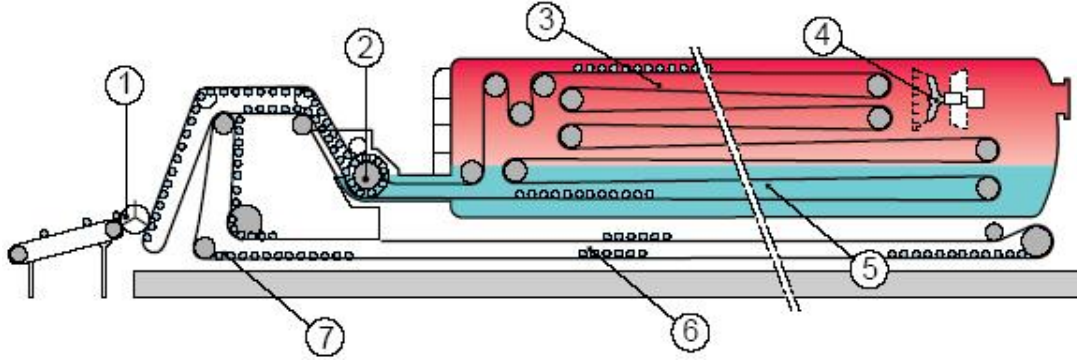
Bu tip sterilizatörde tüm ısıl işlemler, yaklaşık bir saat içinde tamamlanır. Bunların kapasiteleri 3000-16 000 adet 1 l şişe/saattir (Resim2.1).

1. Ön ısıtma basamağı
2. Su kolonu ve ikinci ısıtma basamağı
3. Üçüncü ısıtma basamağı
4. Sterilizasyon basamağı
5. Birinci soğutma aşaması
6. İkinci soğutma aşaması
7. Üçüncü soğutma aşaması
8. Dördüncü soğutma aşaması
9. Son soğutma aşaması
10. Dişli takım

Resim 2.1: Hidrostatik dikey sterilizatör

Ø Yatay Sterilizatör

Bu tip sterilizatörlerde basınç bölmesinin sızdırmazlığı mekanik bir düzenle sağlanmaktadır. Yatay döner sterilizatörde süt doldurulmuş şişeler, yüksek basınç ve yüksek sıcaklığın etkin olduğu bir bölgede 132-140 °C 'de 10-12 dakika süreyle sıcak tutularak sterilize edilmektedir. Söz konusu sterilizatörde toplam geçiş süresi 30-35 dakikadır ve saatte 12 000 şişe sütü sterilize etmek mümkündür (Resim 2.2).



1. Süt dolu şişeleri sterilizatöre besleyen düzenek
2. Şişeleri basınçlı bölgeye ve bu bölgeden dışarıya sürekli taşıyan döner valf
3. Sterilizasyon bölgesi
4. Ventilator
5. Ön ısıtma bölgesi
6. Atmosferik basınç koşullarında son soğutma bölgesi
7. Sevk zinciri üzerinden boşaltma ünitesi

Resim 2.2: Yatay sterilizatör

2.2.1.4. Klasik Sterilizasyonda Rastlanan Kusurlar

Sterilizasyon sırasında yüksek sıcaklık uygulaması nedeniyle sütün kimyasal bileşiminde değişiklikler meydana gelmektedir. Bu kimyasal olaylara bağlı olarak sütün duyuşal niteliklerinde ve besin değerinde bazı bozulmalar oluşmaktadır. Klasik sterilizasyon ile üretilen içme sütünde meydana gelen kusurlar oldukça önemlidir. Çünkü burada süt, yüksek sıcaklıkta uzun süre bekletilmektedir. Klasik sterilizasyonda üretilen sütlerde hafif esmer renk meydana gelmektedir. Esmerleşme, daha çok ısı işlemin şiddetine ve süresine, pH değerine ve depolama sıcaklığına bağlı olarak sütün bileşiminde kimyasal olarak meydana gelen değişikliklerdir.

Klasik sterilizasyonda vitamin kayıpları oldukça fazla olmaktadır. B₁ (tiyamin), B₆, B₉ (folik asit), B₁₂ vitaminlerinde % 10 oranında oranında kayıp meydana gelmektedir. Klasik sterilizasyonda sütün çözünür kalsiyum miktarında % 50'ye kadar ulaşabilen oranda bir azalma meydana gelmektedir. Ancak bu değişiklikler organizmanın kalsiyumdan yararlanmasını etkilememektedir. Klasik sterilizasyonda ise lizindeki kayıp ise % 6-10 oranındadır.

2.2.2. 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 bozulmaya neden 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 ısıtma işlemidir.

UHT içme sütü ise çiğ sütün kimyasal, fiziksel ve duyuşal 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 dolun yapılması ile elde edilen içme sütüdür.

UHT yöntemiyle sterilizasyon, 135-150°C'ler arasında 2-20 saniye süreyle uygulanan bir ısıtma işlemidir. Klasik sterilizasyonda sütün duyuşal, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besleyici değerinde karşılaşılan sorunlar bu yöntemde en aza indirgenmektedir. Bu yöntemde ısıtma ortamı olarak çoğunlukla buhardan ve sıcak sudan yararlanılmaktadır.

2.2.2.1. Doğrudan UHT Yöntemiyle Sterilizasyon

Sütün doğrudan buharla sterilizasyonunda iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemde 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.

2.2.2.1.1. Buhar-Enjeksiyon Yöntemi (Süte Buhar Püskürtme)

Süt öncelikle 80°C'ye kadar ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır. Daha sonra bir pompa vasıtasıyla buhar enjeksiyon bölümüne gönderilmekte ve burada basınç altında içine buhar enjekte edilmektedir. Bu bölümde su buharı, ısısını çok kısa sürede süte vererek onu 135-150°C gibi yüksek derecelere kadar ısıtmaktadır. Süt, bu sıcaklıkta 2-4 saniye kadar bekletilmekte ve hemen vakum tankına alınarak ani bir genişleme ile içerisindeki su buharı buharlaştırılmaktadır. Burada sütün sıcaklığı 80°C'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 80°C'ye soğutulduktan sonra homojenize edilerek paketleme sıcaklığına kadar soğutulmakta ve aseptik olarak ambalajlanmaktadır.

2.2.2.1.2. Buhar-İnfüzyon (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:

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

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

2.2.2.2. 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 arzulanan aroma maddelerinin ve gazların uzaklaştırılması amacıyla vakum altındaki deaeratore gönderilmektedir. Dolaylı yöntemle çalışan bazı UHT tesislerinde sterilize edilmiş süt, sterilizasyondan sonra genişletme kabına gönderilerek burada sıcaklığı çok kısa sürede 138°C'den 112°C'ye düşürülmektedir.

Sistem içerisindeki sıcak su, tüm sistem içerisinde 30 dk. sirküle ettirilerek sütle temas edecek yüzeylerin çalışmaya başlamadan önce steril hâle getirilmesi sağlanmalıdır.

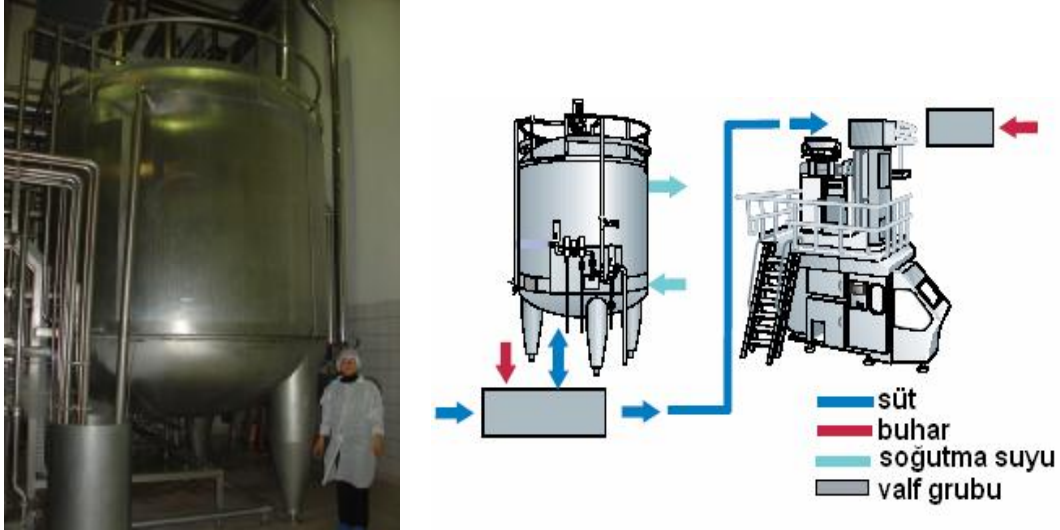
Balans tankından pompa ile alınan çiğ süt, sterilizasyon halkasının ilk bölümünden geçerek rejenerasyon bölümüne gider ve burada ön ısıtma gerçekleştirilmektedir. Ön ısıtma iki kademeli yapılmaktadır. Birinci kademede sıcaklık 65°C'ye yükseltilmektedir. 65°C'ye ısıtılan süt bir by-pass yardımıyla homojenizatöre gönderilmekte ve homojenizasyon işleminden sonra, basınçla ikinci kademeye gelerek ön ısıtma işlemi tamamlanmaktadır.

Ön ısıtması tamamlanan süt sterilizasyon bölümüne gönderilir. Burada, plakalı ısı değiştiricideki buhar yardımıyla sterilizasyon sıcaklığı olan 135-150 °C'ye getirilerek bu sıcaklıkta bir kaç saniye tutulmaktadır.

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

2.3. UHT İçme Sütünün Ara Depolanması

Direkt veya indirekt yöntemle sterilize edilen ve dolum sıcaklığına (20°C'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 35°C'de 45 dakika süreyle sterilize edilmektedir. Tanka giriş ve ürünü ambalajlama makinesine götürecekt borular da aynı süre ile sterilize edilmektedir. Sonra çift cidar arasından geçen soğuk su yardımıyla yüzeyler soğutulmaktadır. Kondens suyunun uzaklaştırılması için basınçlı steril hava verilir ve tank yüzeyleri 20°C'ye geldikten sonra içine ürün alınmaktadır (Resim 2.3).



Resim 2.3: Aseptik (dengeleme) tankı

2.4. UHT İçme Sütünün Ambalajlanması

2.4.1. UHT İçme Sütü Ambalaj Materyalleri

Sterilize içme sütü üretiminde kullanılan ambalajların aseptik ambalajlamaya elverişli, oksijen ve ışık geçirmeyen 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 (Resim 2.4 ve 2.5).



Resim 2.4: Plastik UHT şişesi



Resim 2.5: Değişik boyutlarda karton UHT kutuları

Aseptik ambalajlama teknolojisi UHT işlemini tamamlayarak sütün uzun ömürlü hâle gelmesini sağlamaktadır. Aseptik ambalaj, altı katmanlı yapısı sayesinde ürünün hava ve ışıkla temasını önlemektedir. Bu katmanlar şu şekilde sıralanır (Resim 2.6):

- Ø Neme karşı koruyucu polietilen
- Ø Yapıştırıcı polietilen
- Ø Oksijen, koku ve ışığı engelleyen aseptik alüminyum folyo
- Ø Yapıştırıcı polietilen
- Ø Sıvı tutucu, polietilen



Resim 2.6: Karton kutu katmanları

Bu katmanlardan karton, esas malzeme olarak kabul edilmektedir. Kutunun dik durmasında, materyalin sert oluşunda kartonun önemli yeri bulunmaktadır. Bu altı katlı malzemeden yapılan kutu, ürünü dış etkilerden tamamen koruduğu için aseptik ambalaj olarak kabul edilmektedir. Yüksek ısıya dirençli olan sporların yeniden üreme yeteneği kazanmalarını bu ambalaj materyali önlemektedir.



Resim 2.7: UHT kutu kapakları

Ambalajında sterilize edilen sütler içinde çoğunlukla HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) şişeler kullanılmaktadır. Polietilen şişelerin kapatılmasında Al/LDPE'den oluşan, sıvanıp yapışabilen bir bant, ayrıca PP'den yapılmış vidalı kapak tercih edilmektedir (Resim 2.7).

2.4.2. UHT Sütün Ambalajlara Dolumu

2.4.2.1. UHT Sütün Plastik Şişelere Ambalajlanması

Helezonlu pres (ekstruder) içerisine konulan ham madde, ısının etkisiyle çekilerek önce plastik hortum hâline, sonra hava üflenmek suretiyle şişe haline dönüştürülmektedir. Şişelere sütün doldurulması ve şişe ağzlarının kapatılması iki değişik şekilde yapılmaktadır. Bunlardan birincisi, şişe hâline geldikten hemen sonra aynı makine içerisinde dolum ve kapama işlemlerinin yapılmasıdır. Kapama işlemi aynı ham madde ile gerçekleştirilmektedir. İkinci yöntemde ise şişeler üretildikten sonra yürüyen bir bant vasıtasıyla ayrı bir dolum ve kapama makinesine gitmektedir. Şişelerin kapanma işlemi ya aynı plastikten yapılan kapaklarla ya da alüminyum kaplamış kâğıtlarla yapılmaktadır. Diğer bir kapama yöntemi ise plastik şişe ağzının termik olarak kaynak şeklinde kapatılmasıdır.

2.4.2.2. UHT Sütün Karton Kutulara Ambalajlanması

Polietilen ve alüminyum folyo kaplamaları yapılmış, baskı işlemi tamamlanmış aseptik materyal makinelerle yerleştirilmektedir. Rulo olan materyal bant halinde çekilmekte ve % 35 lik H_2O_2 banyosundan geçirilerek sterilize edilmektedir. H_2O_2 'in kullanılmasının nedenleri kısa sürede mikroorganizmaları öldürmesi, makinelerde ve çalışan personele herhangi bir zarar vermemesi, kullanımının kolay olmasıdır. Düşük sıcaklık derecelerinde H_2O_2 fazla etkili olduğu için materyal sterilize edilmeden önce sıcaklığın en az $80-90^{\circ}C$ 'ye çıkarılması gerekmektedir. Materyal merdaneler arasından geçerken yüzeyden H_2O_2 sıyırılmaktadır. Daha sonra güçlü şekilde pozitif steril hava üflenerek H_2O_2 'nin tamamen uzaklaşması sağlanmaktadır. Bandın kenarları birbirine yanaşarak önce kenar kısmı kaynaşır, daha sonra kutunun alt kısmı yapışır. UHT süt belirlenen miktarda kutu içine boşluk kalmayacak şekilde dolar ve son olarak da kutunun ağız kısmı kapatılır ve ambalajlama işlemi tamamlanır. Aseptik şartlarda doldurulan karton kutularda satışa sunulan sütler, teknolojisi gereği soğuk zincire gerek kalmadan 4 aya kadar dayanmaktadır.



Resim 2.8: Dolum ünitesi



Resim 2.9: Kutulara tarih yazımı



Resim 2.10: Kapak kapama



Resim 2.11: UHT taşıyıcı bant



Resim 2.12: UHT süt kutulama

2.4.2.3. Ambalaj Üzerindeki Bilgiler

UHT yöntemiyle üretilen süt ambalajları üzerinde bazı bilgilerin bulunma zorunluluğu vardır. Bu bilgiler şunlardır:

- Ø Firmanın adı ve adresi
- Ø Parti numarası
- Ø Ürünün adı
- Ø Ürünün tipi
- Ø Litre cinsinden net miktarı
- Ø Ay ve gün olarak imal tarihi
- Ø Son kullanma tarihi

İçme sütünün tabii tutulduğu ısı işlemin niteliği ürün adıyla aynı yüzde yer almalıdır. İçme sütlerine vitamin ve mineral ilave edilmişse ilave edilen vitamin ve minerallerin ismi ürün ismiyle birlikte etikette belirtilmelidir.

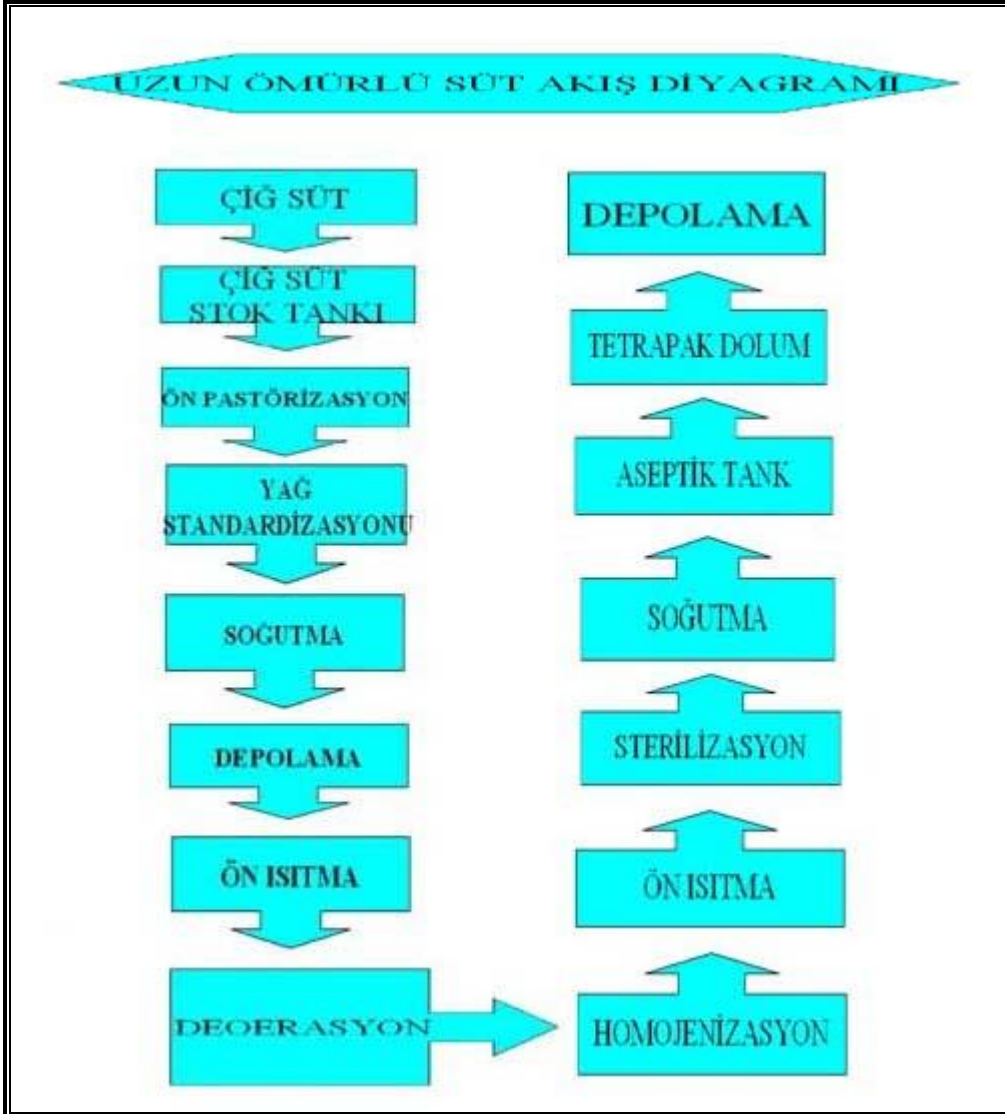
2.4.3. Depolama

TS 10928 Süt-UHT (Çok Yüksek Sıcaklık) Metodu İle 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 veya altında olan depolarda bulundurulmalıdır. Bu sütlerde mikrobiyel bozulma söz konusu olmadığından oda sıcaklığında depo edilmektedir.

2.5. Sterilize Sütün Raf Ömrü ve Nitelikleri

- Ø Sterilize süt, çok dayanıklı bir içme sütü çeşididir. Muhafazası ve taşınması kolay, raf ömrü pastörize sülle kıyaslanmayacak derecede uzundur. Sterilize sütün bu özelliği stok yapma olanağı sağlamaktadır.
- Ø Sterilize sütün diğer bir özelliği ise soğuk zincir gerektirmemesidir. Oda sıcaklığında depolanabilme imkânı olmaktadır.
- Ø Stabil bir karaktere sahiptir. Pastörize sütlerde kısa zamanda bazı değişiklikler olmasına karşın sterilize sütte uzunca bir süre belirgin değişim ve bozulma söz konusu değildir.
- Ø Hastalık yapıcı etkenlerden, yani patojen mikroorganizmalardan tamamen arınmıştır.

2.6. UHT Süt Üretim Akım Şeması



Resim 2.9: UHT süt akış diyagramı

UYGULAMA FAALİYETİ

Sterilize içme sütü üretip karton kutulara dolum yapınız

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø İş kıyafetinizi giyiniz.	Ø Üretim öncesi kişisel hazırlığınızı yapınız.
Ø Takılarınızı çıkarınız.	
Ø Ellerinizi yıkayınız.	
Ø Süte uygulanacak ön işlemleri yapınız.	Ø Süte uygulanacak ön işlemleri ön işlemler modülünüzü tekar gözden geçirerek hatırlayınız.
Ø Sterilizasyon sıcaklığını ayarlayınız .	Ø Sterilizasyon sıcaklığını ve süresini dikkatli şekilde takip ediniz. Ø Sütün ısı değiştiriciden önerilen sürede geçmesine özen gösteriniz. Ø Panodan üretim akışını takip ediniz.
Ø Sterilizasyon süresini ayarlayınız.	
Ø Sütünüzü sterilizatörden geçiriniz.	
Ø Sütünüzü soğutunuz.	Ø Seri çalışınız.
Ø Sterilizasyondan sonra içme sütünüzü aseptik depolayınız.	Ø Tankın steril olmasına özen gösteriniz.
Ø Laboratuvardan işlem yeterliği onayını alınız.	Ø Laboratuvar sonuçları olumsuz ise sterilizasyon işlemini tekrar uygulayınız.
Ø Ambalaj materyalinizi hazırlayınız.	Ø Uygun ambalaj materyalinizi seçmeyi unutmayınız. Ø Makineye yerleştirme sırasında özen gösteriniz. Ø Makine ayarlarınızı seçtiğiniz ambalaj boyutunu dikkate alarak yapmayı unutmayınız.
Ø Ambalaj materyalinizi makineye yerleştiriniz.	
Ø Ambalaj makine ayarlarını yapınız.	

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Dolum yapınız.	Ø Dolum makinesinin temiz olup olmadığını ve çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz. Ø Dolum sırasında sütün uygun sıcaklıkta olup olmadığını kontrol ediniz. Ø Dolumun hatalı olmaması için sürekli kontrol ediniz.
Ø Kapakları kapatıp tarih basınız.	Ø Dolumdan sonra kapak kapatma bölgesinde her bir süt ambalajının kapağının kapatıldığından emin olunuz. Ø Tarihlerinin basılıp basılmadığını kontrol ediniz.
Ø Sterilize sütünüzü depolayınız.	Ø Sütleri depoya taşıyacağınız araç-gereçlerinizi hazırlayınız.
Ø Verilen talimatlara uygun davranınız.	
Ø İş kıyafetinizi çıkarıp asınız.	
Ø Bir kullanımlık malzemeleri çöpe atınız.	
Ø Araç ve gereçlerinizi temizleyiniz.	
Ø Çalışma ortamınızı temizleyerek güvenlik kontrollerinizi yapınız.	
<p style="text-align: center;">Dikkatli ve titiz çalışınız Temizlik kurallarına uyunuz.</p>	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

- Otoklavda (kesikli) sterilizasyonda süte kaç °C'de ön ısıtma uygulanır?
A) 90°C B) 75° C C) 80° C D)85°C
- Yatay sterilizatörde süt kaç dakika süre ile sterilize edilir?
A) 10-12 dk. B) 15-20 dk. C) 14-16 dk . D) 6-8 dk.
- UHT sütlerin depolanma süresi en az ne kadardır?
A) 1 ay B) 2 ay C) ay D) 4 ay
- Buhar dolaplarında sterilizasyonda soğutma suyu ile süt sıcaklığı arasında farkın kaç °C'den fazla olmamasına dikkat edilmelidir?
A) 10°C B) 20°C C) 25°C D) 30°C

Aşağıdaki cümlelerdeki bilgiler doğru ise parantez içine (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. UHT sütler 20°C nin altında rutubetsiz depolarda depolanırlar.
2. Polietilen şişelerin kapatılmasında HDPE den yapılan vidalı kapaklar kullanılır.
3. Klasik sterilizasyonda vitamin kayıpları oldukça fazladır.
4. Sütün sterilizasyonunda çoğunlukla buhardan ve sıcak sudan yararlanılır.
5. Dolaylı UHT yönteminde birinci kademede sıcaklık 52° C ye yükseltilmektedir.
6. Sütün indirekt yöntemle sterilizasyonunda süt ön ısıtmadan önce homojenize edilir.

B. UYGULAMALI TEST

Sterilize içme sütü üretip 1 litrelik plastik şişelere dolum yapınız. Yaptığımız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
2. Kişisel hijyen kurallarını uyguladınız mı?		
3. Takılarınızı çıkarıp kişisel eşyalarınızı dolabınıza kaldırdınız mı?		
4. Gerekli alet-ekipmanlarınızı hazırladınız mı?		
5. Alet-ekipmanların temizliğini ve çalışabilirliğini kontrol ettiniz mi?		
6. Süte ön işlemleri yaptınız mı?		
7. Sterilizatörün sıcaklığını ve süresini ayarladınız mı?		
8. Sütü sterilizatörden geçirdiniz mi?		
9. Soğutucunun sıcaklık ayarını yaptınız mı?		
10. Sütünüzü soğuttunuz mu?		
11. Sütünüzü ara depoya aldınız mı?		
12. Laboratuvardan işlem yeterliliği onayını aldınız mı?		
13. Ambalaj materyalinizi hazırladınız mı?		
14. Ambalaj materyalini makineye yerleştirdiniz mi?		
15. Ambalaj materyallerini şekillendirdiniz mi?		
16. Ambalajı etiketlediniz mi?		
17. Ambalajları dolum makinesine gönderdiniz mi?		
18. Sütünüzü dolum makinesine gönderdiniz mi?		
19. Sütünüzü ambalajlayıp kapattınız mı?		
20. Kapakların üzerine tarih bastınız mı?		
21. Ambalajlanmış sütleri kasaladınız mı?		
22. Kasaları taşıyıcı paletlere yerleştirdiniz mi?		
23. Soğuk hava deposunun sıcaklığını önceden ayarladınız mı?		
24. Sıcaklığın istediğiniz düzeyde olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
25. Kasaları depoya taşıdınız mı?		
26. Uygun bir şekilde kasaları depoya yerleştirdiniz mi?		
27. Kullandığınız araç-gereçleri temizleyip dezenfekte ettiniz mi?		
28. Ellerinizi yıkayıp dezenfekte ettiniz mi?		
29. Son kontrollerini yaptınız mı?		
30. İş kıyafetlerinizi çıkarıp yerine astınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı “Evet” ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Pastörize içme sütünü üretip, 1000 L'lik cam şişelere doldurarak, depolayınız. Yaptığınız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
2. Kişisel hijyen kurallarını uyguladınız mı?		
3. Takılarınızı çıkarıp kişisel eşyalarınızı dolabınıza kaldırdınız mı?		
4. Gerekli alet-ekipmanlarınızı hazırladınız mı?		
5. Alet-ekipmanların temizliğini ve çalışabilirliğini kontrol ettiniz mi?		
6. Süte ön işlemleri yaptınız mı?		
7. Pastörizatörün sıcaklığını ve süresini ayarladınız mı?		
8. Sütü pastörizatörden geçirdiniz mi?		
9. Soğutucunun sıcaklık ayarını yaptınız mı?		
10. Sütünüzü soğuttunuz mu?		
11. Sütünüzü ara depoya aldınız mı?		
12. Laboratuvarдан işlem yeterliği onayını aldınız mı?		
13. Cam şişenin temiz olup olmadığını kontrol ediniz mi?		
14. Cam şişenin makineye yerleştirdiniz mi?		
15. Sütünüzü dolun makinesine gönderdiniz mi?		
16. Sütünüzü cam şişelere dolun yaptınız mı?		
17. Sütünüzü ambalajlayıp kapattınız mı?		
18. Kapakların üzerine tarih bastınız mı?		
19. Ambalajlanmış sütleri kasaladınız mı?		
20. Kasaları taşıyıcı paletlere yerleştirdiniz mi?		
21. Soğuk hava deposunun sıcaklığını önceden ayarladınız mı?		
22. Sıcaklığın istediğiniz düzeyde olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
23. Kasaları soğuk hava deposuna taşıdınız mı?		
24. Uygun bir şekilde kasaları depoya yerleştirdiniz mi?		
25. Kullandığınız araç-gereçleri temizleyip dezenfekte ettiniz mi?		
26. Ellerinizi yıkayıp dezenfekte ettiniz mi?		
27. Son kontrollerini yaptınız mı?		
28. İş kıyafetlerinizi çıkarıp yerine astınız mı?		

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	D
6	Y
7	D
8	Y
9	B
10	A
11	D
12	A
13	B
14	Yaşamsal
15	Çıdarlı
16	Plakalı

ÖĞRENME FAALİYETİ -2 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	D
4	C
1	D
2	Y
3	D
4	D
5	Y
6	Y

KAYNAKÇA

- Ø ANONİM. Türk Gıda Kodeksi **Çiğ süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği** Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tebliğ Nu:2006/38, Ankara, 2006.
- Ø ANONİM Türk Standartları Enstitüsü, **TS 10928 Süt-UHT (Çok Yüksek Sıcaklık) Metodu ile İşlenen-Yapım Kuralları Standardı**, Ankara, 1993.
- Ø ANONİM Türk Standartları Enstitüsü, **TS 11150 Pastörizasyon Metodu ile İşlenen-Yapım Kuralları Standardı**, Ankara, 1993.
- Ø Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Araştırma Uygulama İşletmesi.
- Ø BYLUND Gösta. **Dairy Processing Handbook**. Tetra Pak Processing Systems, A/BLund, 1995.
- Ø DEMİRCİ Mehmet, **İçme sütü**,Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, 1998.
- Ø DEMİRCİ Mehmet ve Osman ŞİMŞEK. **Süt İşleme Teknolojisi**,Hasad Yayıncılık, İstanbul 1997.
- Ø METİN Mustafa,**Süt Teknolojisi 1.Bölüm: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi**, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 1996.
- Ø ÜÇÜNCÜ Mustafa. **Süt ve Mamülleri Teknolojisi**, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 2006.
- Ø SEZGİN Emel, Metin ATAMER, Celalettin KOÇAK, Atilla YETİŞMEYEN, Asuman GÜRSEL, Ayşe Gürsoy, **Süt Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 2007.
- Ø TEKİNŞEN Cenap O. **Süt Ürünleri Teknolojisi**. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, 2000.
- Ø TEKİNER Sema, Atilla Yetişmeyen, **Farklı Ambalajlardaki Pastörize Sütlerin Dayanımlarının ve Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması**, Gıda Dergisi Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 4 (4) 227-235, Ankara, 1995.
- Ø <http://www.sutas.com.tr/>
- Ø <http://www.eker.com.tr/>
- Ø <http://www.tetrapak.com.tr>
- Ø <http://www.a.o.c.com.tr/>
- Ø <http://www.yorsan.com.tr/>
- Ø <http://www.pinarsüt.com.tr/>