

# SÜTÜN STERİLİZASYONU

100 °C üzerinde gerekleŒen ısıı iŒlemlere **sterilizasyon** denir.

- Sterilize içme sütü, hermetik olarak kapatılmıŒ opak ambalajlarda sterilizasyon iŒlemi uygulanarak bozulma yapan tüm mikroorganizmaların ve bunların sporlarının yok edilmesiyle elde edilen içme stdr.
- Tüm vejetatif mikroorganizmalar ve sporlar yok edilir.
- Aseptik koŒullarda paketlenerek oda sıcaklığında uzun raf ömrüne sahiptir.

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 ısıl işlemdir.

## Sterilizasyon yöntemleri;

### I. Ambalaj içinde sterilizasyon

- Klasik otoklavlarda kesikli sterilizasyon
- Hidrostatik otoklavlarda sürekli sterilizasyon
  - Hidrostatik dikey tip steriliztör
  - Yatay döner tip sterilizatör

### II. UHT yöntemi ile akış halinde sterilizasyon

- Direkt UHT yöntemi
  - Buhar enjeksiyonu (Süte buhar püskürterek)
  - Buhar infüzyonu (Buhara süt püskürterek)
- İndirekt UHT yöntemi

# I. Ambalaj İçinde Sterilizasyon

## A. Klasik otoklavlarda kesikli sterilizasyon

100 C zerindeki sıcaklıklarda uygulanan tüm ısıl işlemler “otoklav” adı verilen ve atmosferik basınç üzerindeki bir basınçta çalışan kapalı düzenlerde gerçekleşir.

- Otoklavlarda ısıtma ortamı olarak buhar veya su kullanılır.
- Su kullanılıyorsa; 100 C zerindeki sıcaklıklar sıcak buhar ile ısıtılması ve oluşan doymuş buharın otoklav içinde tutulmasıyla sağlanır.
- Buhar kullanılıyorsa suyun ayrıca ısıtılması gerekmediğinden daha az enerji harcanır.

Kesikli yöntemle sterilizasyon üç şekilde gerçekleşir.

1. Ön işlemlerden sonra ambalajlanmış süt, otoklav sepetlerine yerleştirilir ve sabit otoklavda sterilize edilir.
2. Dolu ambalajlar özel bir kafese yerleştirilir. Kafes sabit otoklav içerisinde döndürülerek sterilize edilir.
3. Sterilizasyon işlemi otoklav gövdesinin döndüğü döner tip otoklavlarda yapılır.

➤ Ambalajların hareketsiz olduğu otoklavlarda;

Isı iletimi konveksiyonla gerçekleşir. Gerek ısı aktarımı gerekse bakterilerin inhibisyonu açısından homojenlik olmadığı ve renk kusurları oluştuğu için risk söz konusudur.

➤ Ambalajların dönen tip otoklavlarda;

Daha homojen ve hızlı ısı iletimi sağlanır. Hem bakteriyolojik hemde duyusal olarak daha olumlu sonuçlar elde edilir.

Sütün otoklavda sterilizasyonu sırasıyla;

- Süt homojenize edildikten sonra yaklaşık 80 C ye ön ısıtılır.
- Cam veya plastik şişelerde ambalajlanır.
- Ağızları kapalı şişeler otoklav sepetine yerleştirilir
- Otoklav tipine göre 110-125 C de 3-40 dk sterilize edilir.



## **B. Sütün Hidrostatik Otoklavlarda Sürekli Sterilizasyonu**

Klasik sterilizasyonda süt parti halinde sterilize edilmekte, sođutulmaktadır.

Günde en fazla 10000 Şişe sterilize edilebilmektedir.

Daha fazla ŐiŐenin sterilizasyonunda sürekli yöntemler kullanılır.

Sürekli alıŐan otoklavların 2 tipi bulunur.

- Hidrostatik dikey sterilizatör
- Yatay döner tip sterilizatör

## Hidrostatik dikey tip sterilizatör

Bu sterilizatörler;

- buharlı ısıtma hücresi
- her iki yanında yer alan 2 adet hidrostatik kolon
- soğutma sisteminden oluşur.

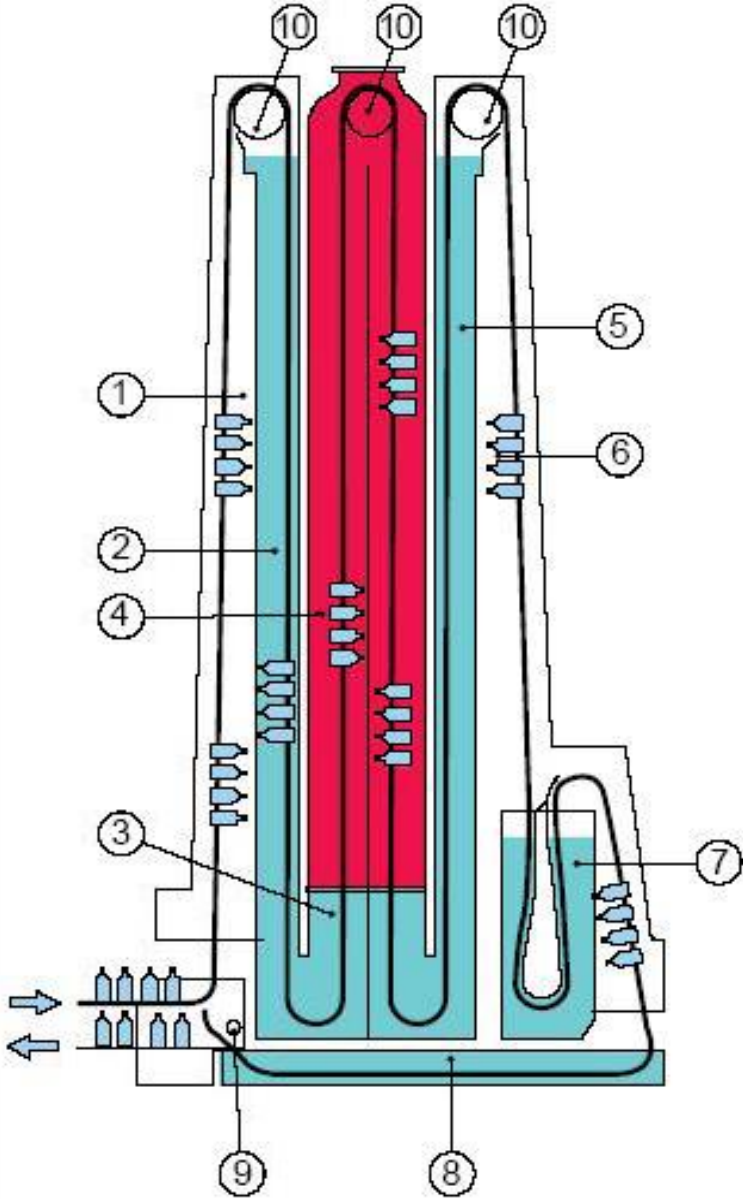
Buhar hücresinin basıncı dolayısıyla sıcaklığı, hidrostatik kolonlarla sağlanan basınç ile kontrol edilir.

Kolonlar, şişelerin giriş ve çıkışı sırasında oluşabilecek buhar kaçağı sonucu basıncın değişmesini engelleyen valf görevi yapar.

Bu tip sterilizatörde tüm ısıl işlemler, yaklaşık bir saat içinde tamamlanır.

Bunların kapasiteleri 3000-16 000 adet 1l şişe/saattir

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



- 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 aşığıya doğru taşınır (2).
- Aşığıya 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. Bu hücredeki buhar sıcaklığı, sterilize edilecek ürüne bağlı olarak 115-125°C arasında seçilerek sabit tutulmaktadır (3).

- 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).

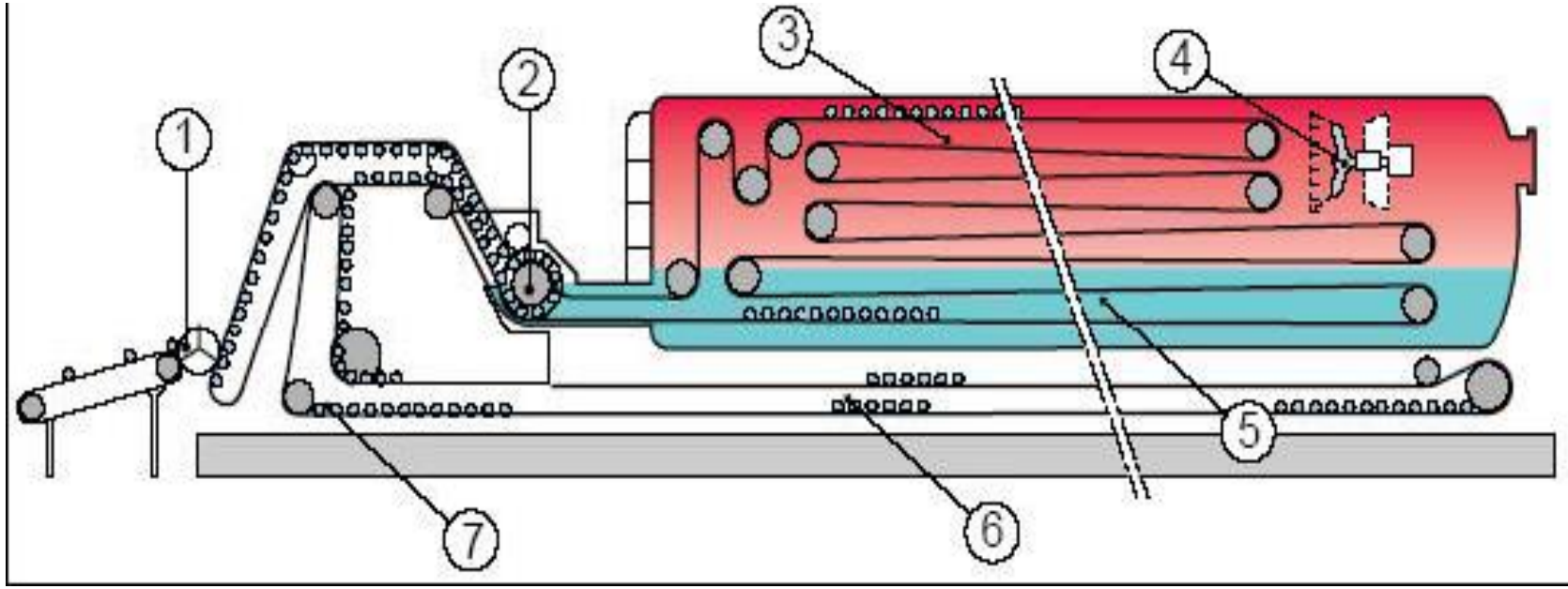
- Soğutma kolonunun üstüne ulaşan şişeler buradan tekrar aşağıya doğru yönelip yollarına devam ederken duş altında kalarak soğumalarını sürdürür (7).
- Sterilizatörün en altında soğuk su kanalına geçer. Soğuma burada tamamlanır. Soğutulmuş şişeler tekrar yukarı yönelir ve sistemin besleme istasyonunun altından dışarı alınır. (8).
- Bu tip sterilizatörlerde tüm işlemler yaklaşık 1 saat içerisinde tamamlanır. Saatte 3000-16000 adet 1 litrelik şişe işleme kapasitesine sahiptir.

## Yatay (Döner tip) 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 dakika kadardır ve saatte 12 000 şişe sütü sterilize etmek mümkündür .



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



## Klasik sterilizasyonda karşılaşılan problemler

- Sterilizasyon sırasında yüksek sıcaklık uygulaması nedeniyle sütün kimyasal bileşiminde değişiklikler meydana gelmektedir.
- Bu kimyasal olaylara bağlı olarak sütün duyuşal niteliklerinde ve besin değeriinde bazı bozulmalar oluşmaktadır.
- Klasik sterilizasyon ile üretilen içme sütünde meydana gelen kusurlar oldukça önemlidir. Çünkü burada süt, yüksek sıcaklıkta uzun süre bekletilmektedir.
- Klasik sterilizasyonda vitamin kayıpları oldukça fazla olmaktadır; B1 (tiamin), B6, B9 (folik asit), B12 vitaminlerinde % 10 oranında oranında kayıp meydana gelmektedir.

- 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 sütün çözünür kalsiyum miktarında % 50'ye kadar ulaşabilen oranda bir azalma meydana gelmektedir.  
Ancak bu değişiklikler organizmanın kalsiyumdan yararlanmasını etkilememektedir.
- Klasik sterilizasyonda lizin' deki kayıp % 6-10 oranındadır.