

ÜRÜN ISITMA TESİSLERİ

PROF. DR. AHMET ÇOLAK
PROF. DR. MUSA AYIK

ÜRÜN ISITMA TESİSLERİ

Gıda ürünlerinin işlenmesinde ısıl işlem aşamaları kaçınılmazdır. Ürün içinde bulunan mikroorganizmalar, ısıl işlem sayesinde kısmen yada tam olarak yok edilebilirler. Bunun yanında, ısıtma sıcaklığına ve ısıtma süresine bağlı olarak enzim faaliyetleri de engellenebilir.



<https://www.itfoodonline.com/tr/catalog/refrigerazione/Viessmann/GIDA%20SANAY%C4%B0%20%C4%B0%C3%87%C4%B0N%20ISITMA%20S%C4%B0STEMLER%C4%B0>



<http://www.erogluisi.com.tr/>

9.1 Pastörizasyon ve Sterilizasyon

Pastörizasyon işleminde, öncelikle patojen mikroorganizmaların öldürülmesine karşın; sterilizasyonda, tüm mikroorganizmalar yok edilerek enzim faaliyetleri durdurulur. Buna göre, pastörizasyon 100 °C'nin altındaki ısıtma sıcaklıklarında gerçekleştirilerek, ürünün sınırlı olarak muhafaza edilmesi amacıyla yöneliktir. Sterilizasyon işlemi ise, 100 °C'nin üzerinde ısıtma sıcaklıklarında gerçekleştirilip, ürünün uzun süre muhafaza edilebilmesini sağlar.

KUK adlı araştırmacı, süt için pastörize sıcaklığı ile etki süresi arasında logaritmik bir ilişki bulmuştur. Bu ilişkinin eşitliği şöyledir:

$$\ln t_{IS} = 36,84 - 0,48 \cdot t$$

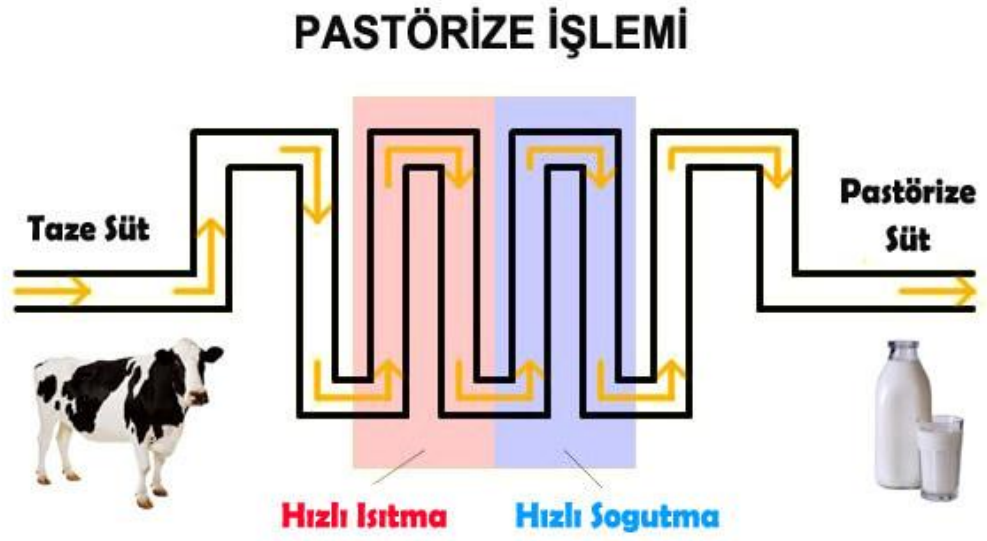
Burada;

t_{IS} : Pastörizasyon etki süresi, saniye (s) ve

t : Pastörizasyon sıcaklığıdır, °C

Bu eşitliğe göre yapılan hesaplamalarda aşağıdaki örnek değerler bulunabilir.

t (°C)	76	74	72	71	70	68	66	64	62	61,1
t_{IS} (s)	1,4	3,7	9,8	15	25,6	67	174	455	1188	1930



<http://www.nkfu.com/sutun-pastorizasyonu-nasil-yapilir/>

<https://www.ekinendustriyel.com/pastorizatorler/pastorizator-nedir/>

Pastörizasyon için sıcaklık ve etki süresine göre, süt için üç ısıtma yöntemi söz konusudur:

- 63 ... 65 °C de 30 dakika sürekli ısıtma,
- 72 ... 75 °C de 15 ... 40 saniye kısa süreli ısıtma ve
- 85 ... 90 °C de 1 ... 4 saniye yüksek ısıtmadır.

Enzim faaliyetlerinin tamamen durdurulması ve tüm mikroplarının öldürülmesi, sterilizasyon ile sağlanır. Sterilizasyonda ısıtma süresi pastörizasyondakine benzer. Ancak, ısıtma sıcaklığı yüksektir.

Ambalaj içindeki (kutu ve şişede) ürünün sterilizasyonu için sürekli ısıtma yönteminde, 109 ... 115 °C sıcaklıkta etki süresi 20 ... 40 dakikadır. Ne var ki, bu yöntemde ürünün tadı ve rengi bozulabilir. Tat ve rengin bozulmaksızın gerçekleştirilen sterilizasyon yöntemi, ultra yüksek ısıtma (UHT) yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemde, ısıtma sıcaklığı 140 ... 150 °C ve ısıtma süresi de 2 ... 4 saniyedir. Isıtmanın, doğrudan ürün ile buharın karşılaştırılması ile gerçekleştirildiği sterilizasyon yöntemi de mevcuttur.

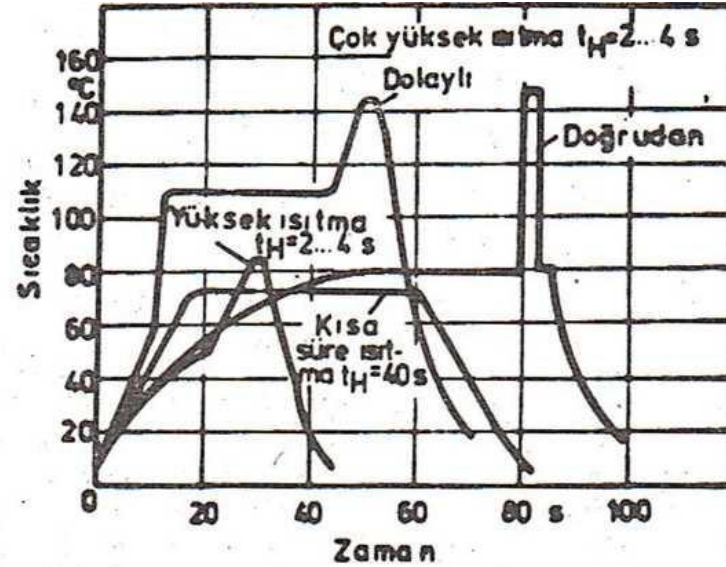
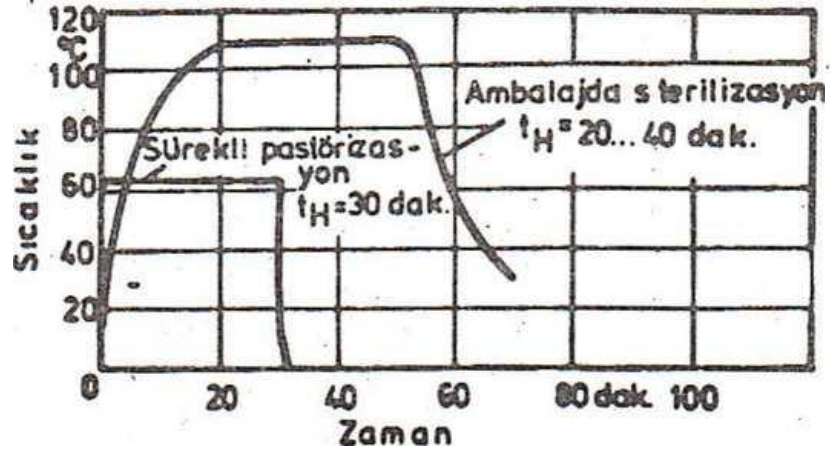
Buraya dek yapılan açıklamalara göre; ürünlerin ısıtılma yöntemleri, ısıtıldığı en yüksek sıcaklığın etki süresi ile karakterize edilmektedir. Pastörizasyon ve sterilizasyonda sıcaklık akışı, şekil 9.1’de grafik olarak gösterilmiştir. Buna göre, ısıtma ve soğutmadaki sıcaklık akışı farklı şekilde olabilmektedir. Uygulamada; istenen amaca, ürün akış hızlarına, ısıtma ve soğutma akışkanlarının yapısı ile sıcaklıklarına ve ısıtma yada soğutma yöntemlerine göre sıcaklık akış eğrileri değişiktir.

Genel olarak ısıtma şu yollardan gerçekleştirilir: Dolaylı ısı geçişi ile (borulu yada plakalı ısı değiştiricilerde), doğrudan ısı geçişi ile (üperizasyon), elektriksel yoldan (mikrodalgalar ile ısıtma) ve mekanik sürtünmeyle (sıvının, basınç altında hareketli yüzeylere sürtünmesi ile oluşan ısınma). Ancak, UHT yönteminde, sterilizasyon sıcaklığında işlenen ürünün cihaz üzerine yapışmaması için, ya 4 ... 6 dakikada 85°C’ye dek yada 30 saniyede 108 °C ye dek ön ısıtılması sağlanmalıdır.

Ürünlerin ısıtılmasında kullanılan tesisler, ısıtma işlem akışına göre, kesintili ısıtıcılar ve sürekli ısıtıcılar olarak iki grupta incelenebilir

9.1.1 Kesintili Isıtıcılar

Bu gruptaki ısıtıcılar tam mekanize olmamış işletmelerde uygulama alanı bulmaktadır. Isıtma işi; ürünün doldurulduğu tank, güğüm yada kazan şeklindeki özel kaplarda gerçekleştirilir. Bu kaplar, genellikle sıcak su kavuzlarına daldırılmakta; yada kapların cidarından sıcak su, but ar dolaştırılmaktadır.



Şekil 9.1. Sütün pastörize ve sterilize işlemlerinde ısıtma sıcaklıkları (t_H = sıcaklığın sabit tutulma süresidir).

Kesintili çalışan ısıtıcılarda, ısıtma süresi çok uzun olduğundan pastörizasyon ve sterilizasyon işlerinde uygun olmayabilirler.

Sıcak su banyolu bir ısıtıcıda ısıtma süresi, şu eşitlikten hesaplanabilir:

$$t_{IS} = \frac{m \cdot c \cdot (t_s - t_b)}{k \cdot A \cdot \Delta t_m}$$

Eşitlikte;

t_{IS} : Isıtma süresi, saat,

m : Isıtılacak süt miktarı, kg,

c : Sütün özgül ısısı, kJ / kg. °C (kcal/kg. °C),

t_s : Sütün ısıtılma (son) sıcaklığı, °C

t_b : Sütün ilk (başlangıç) sıcaklığı, °C

k : Toplam ısı geçiş katsayısı ısıtma suyu ile kazan cidarından süt'e geçişte 200 .. 300 kcal/m².h.°C = 233 ... 349 W/m² °C ve yakıtın yanmasıyla oluşan ısının ısıtma suyuna geçişinde 15 ... 20 kcal /m². h. °C = 17,4 .. 23, 3 W/m² °C alınabilir),

A : Isı geçiş yüzey alanı, m² ve

Δt_m : Isı taşıyıcı (yakıt) ile ısıtıcı sıvı arasında ortalama logaritmik sıcaklık farkıdır, °C

Isıtma amacı ile, aracı olarak yararlanılan suyun ısıtılması için gerekli yakıt tüketimi ise, aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir:

$$m_y = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot (t_{s1} - t_{b1}) + m_2 \cdot c_2 \cdot (t_{s2} - t_{b2}) + m_3 \cdot c_3 \cdot (t_{s3} - t_{b3})}{H \cdot \eta}$$

Burada;

m_y : Yakıt miktarı, kg,

H : Yakıtın ısı değeri, kj/kg (kcal/kg).

η : Isıtma düzeninin etki derecesi (yaklaşık 0,2 ...0,3 alınır),

m_1 : Ürün miktarı, kg.

c_1 : Ürünün özgül ısısı, kj/kg. °C (kcal/kg.°C),

$(t_{s1} - t_{b1})$: Ürünün son ve ilk sıcaklıkları arasındaki fark, °C,

m_2 : Su banyosundaki su miktarı, kg,

c_2 : Suyun özgül ısısı, kj/kg. °C (kcal/kg. °C),

$(t_{s2} - t_{b2})$: Suyun son ve ilk sıcaklıkları arasındaki fark, °C,

m_3 : Ürün kaplarının (güğümlerin) kütlesi, kg,

c_3 : Ürün kaplarının özgül ısısı, kj/kg. °C (kcal/kg. °C) ve

$(t_{s3} - t_{b3})$: Ürün kaplarının son ve ilk sıcaklıkları arasındaki farktır, °C.

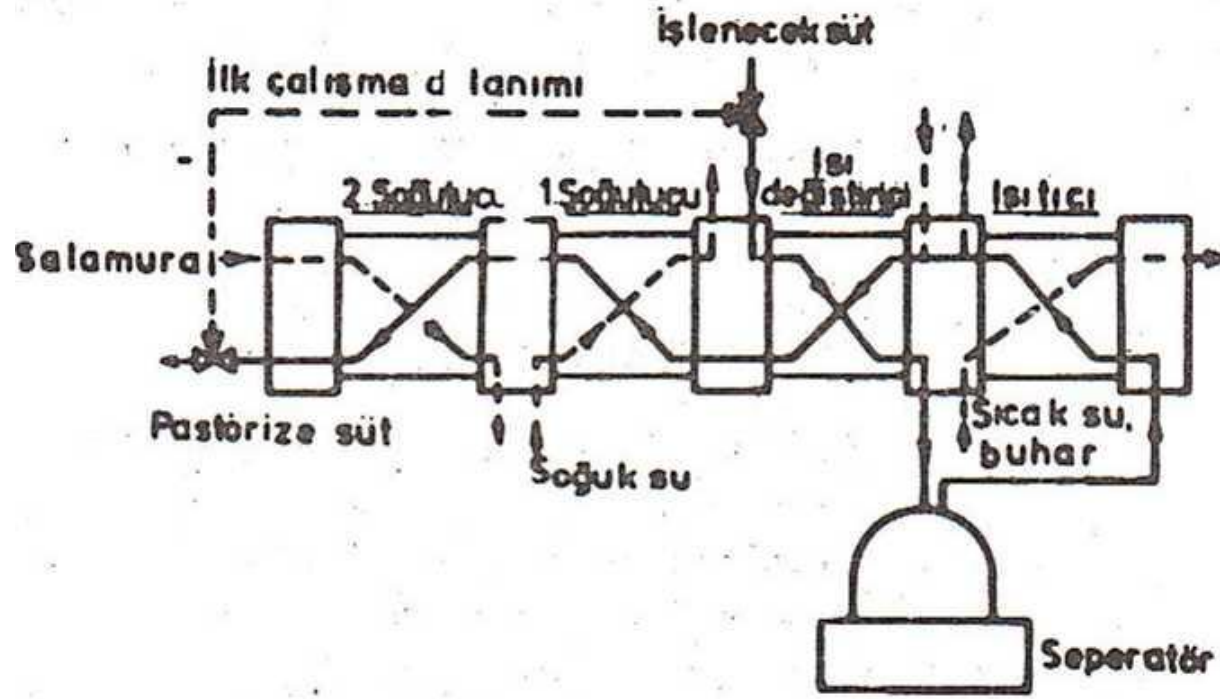
9.1.2 Sürekli Isıtıcılar

Gıda ürünlerinin, hızlı sıcaklık değişimiyle ısıtılması, sürekli ısıtıcıların kullanımını zorunlu kılar. Sürekli ısı göre kendi aralarında, doğrudan ve dolaylı sürekli ısıtıcılar olarak ayrılırlar.

Aralarında ısı değişiminin istendiği iki akışkan, birbirlerinden, ısı geçişini sağlayan bir cidar ile ayrılıyorsa, bu tür tesislere dolaylı ısı değiştiriciler denir. Bunlardaki ısıtmaya da, dolaylı ısı değişimli sürekli ısıtma adı verilir.

Eğer iki akışkan arasındaki ısı değişimi, akışkanların birbirine karışması ile gerçekleştirilirse, bu tesislere doğrudan ısı değiştiriciler ve ısıtma yöntemine de doğrudan sürekli ısıtma denir.

Örnek olarak, plakalı ısı değiştiriciye sahip bir sürekli ısıtma sisteminde, süt pastörizasyonundaki işlem aşamaları şekil 9.2’de şematik olarak verilmiştir. Sıcaklığın belirli bir süre korunduğu bölüm dışında, pastörizasyonda kullanılan ısı değiştiriciler dört önemli bölmeden oluşur;

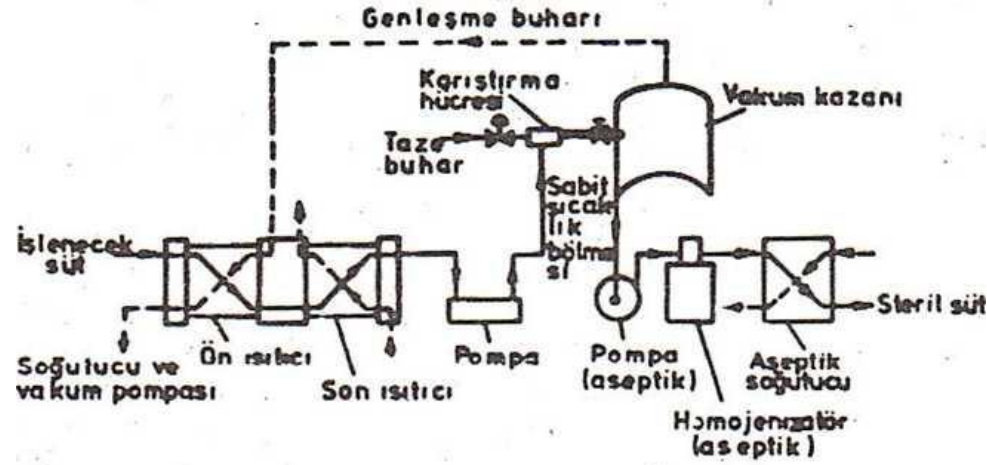


Şekil 9.2. Dolaylı sürekli ısıtıcı bir tesiste süt pastörizasyonu işlem akışı.

- İşlenmemiş sütün, işlenmiş (pastörize edilmiş) süt ile ön ısıtılmasının sağlandığı bölme.
- ön ısıtılmış sütün pastörizasyon sıcaklığına dek ısıtıldığı bölme.
- Pastörize edilmiş sütün, su ile soğutulduğu birinci soğutma bölümü.
- Birinci soğutmadan sonra, buzlu su (salamura) ile ikinci soğutma bölümü.

Doğrudan sürekli ısıtıcılarda ısıtılacak ürün, doğrudan buhar ile karıştırılır. Bu tür tesislere “Vakreaktör”, ısıtma yöntemine de üperizasyon adı verilmektedir. Yüksek ve çok yüksek sıcaklıkta ısıtma (UHT) işlemlerinde yaygın olan doğrudan sürekli ısıtıcılarda, ısıtmada kullanılan buharın kalite yönünden kusursuz nitelikte olması gerekir. Bu yöntemle, UHT sterilizasyon işleminde ısıtma sıcaklığı 150 °C ve etki süresi de 2 ... 4 saniyedir.

Yine örnek olarak; şekil 9.3’de doğrudan sürekli ısıtma sisteminde, sütün sterilize işlem akışı şematik olarak verilmiştir. İşlenecek süt, ilkin bir ön ve ara ısıtma düzeninden geçirilerek 70 ... 80 °C’ye dek ısıtılır. Sonra bir pompa ile zorunlu olarak, UHT sıcaklığında buharlaşma basıncına (150 °C de 4,76 bar) çıkarılarak, karışım odasına sevk edilir. Karışım odasına gelen süt, buhar ile yoğun bir şekilde karıştırılır. Bu sırada, su buharı süt içinde derhal yoğunlaşarak ısıyı süte verir ve süt ısınır.



Şekil 9.3. Doğrudan sürekli ısıtma tesisinde süt sterilizasyonu işlem akışı.



<https://www.tetrapak.com/tr/packaging/aseptic-solutions>



Şekil-1: Kutu Taşıyıcı Co-60 Işınlama Cihazı

<http://www.gammapak.com/gamma-isininlasi.html>

Bu yöntemde, ürün ile karıştırılacak buhar miktarı öyle ayarlanmalıdır ki, karıştırıldıktan hemen sonra (yoğuşma dahil), karışım, sterilizasyon sıcaklığına ulaşabilsin. Bundan sonra, karışım, 2...4 saniye sabit sıcaklık bölmesinden geçerek sabit basınç ventili üzerinden genleşme kazanına radyal yönde girer. Genleşme kazanına girişte, karışım, buharlaşarak soğur. Bu sırada, ürüne daha önce buhar halinde karışarak yoğuşan su, tekrar buharlaşarak ayrılır. Genleşme kazanındaki basınç, ürün içinde karışan buharın tamamen tekrar buhar halinde ayrılmasını sağlayacak şekilde ayarlanır. Kullanılmış olarak ayrılan bu buhar, yeniden ürünle karıştırılmaz. Ancak, dolaylı ısı değiştiriciler aracılığı ile sterilize edilecek ürünün ön ısıtılmasında kullanılabilir.

Öte yandan sterilize edilmiş ürün, genleşme kazanından alınarak aseptik soğutucuda soğutulur. Eğer ürünün homojenize edilmesi sterilizasyon aşamasından sonra gerçekleştirilecekse, bu kez, kapalı tip homojenizatör, genleşme kazanı ile aseptik soğutucu arasına yerleştirilir. Ne var ki, sterilizasyondan sonra homojenize edilmede yararlanan homojenizatörler aseptik (steril) çalışmak zorunda olduğundan, öteki tiplerden daha pahalıdır.

Doğrudan sürekli ısıtma yöntemiyle sterilizasyon işlemi, başka bir biçimde, Amerikan tipi olarak adlandırılan tesislerde şu şekilde gerçekleştirilir. Belirli bir sıcaklığa dek ön ısıtılmış ürün, ilkin homojenize edilerek UHT ısıtıcının buhar basınç kazanına iletilir. Buhar ile karışan ürün, daha sonra sıcaklığın belirli süre sabit kaldığı bölgeden geçerek, genleşme kazanına girer. Genleşme kazanında, üründeki su buharı ayrılarak, sterilize edilmiş ürün aseptik olarak soğutulur.

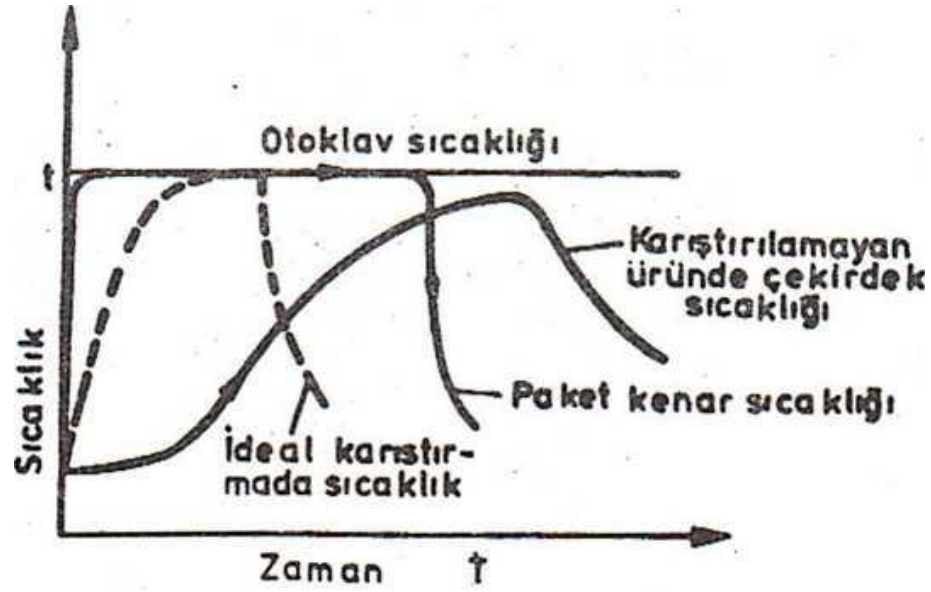
Sterilizasyon işi, doğrudan sürekli ısıtıcı tesisler yanında, dolaylı sürekli ısıtıcı tesislerde de gerçekleştirilmektedir. Bunlarda da yine, plakalı yada borulu tip ısı değiştiricilerden yararlanılmaktadır.

9.2 Ambalaj (Paket) İçinde Sterilizasyon

Sterilize edilecek ürünün, sürekli ısıtıcı tesislerde hijyenik ambalajlama (paketleme) olanağı olmadığı durumlarda, sterilizasyon işlemi paketlemeden sonra gerçekleştirilir. Paketleme amacı ile; galvaniz sac kutular, cam yada polietilen şişeler vb. kullanılmaktadır. Ne var ki, paket içinde sterilizasyonda, kapalı hacimlerde sıcaklık ve basınç değişiminin oluşturduğu bazı sorunlar vardır.

Tam sterilizasyonun sağlanabilmesi için, paket içindeki ürünün tümü sterilize edilmek zorundadır. Bu nedenle, özellikle karıştırlamayan ürünlerde (rneđin; puding, eritme peyniri vb.), paket merkezindeki çekirdek kısımlarının da sterilize edilebilmesi için, belirli sıcaklıktaki etki sresinin uzatılması gerekir. Buna göre, karıştırlamayan ürünlerin sterilizasyon işlem süresi, çekirdek sıcaklığı ile belirlenmektedir.

şekil 9.4'de paket içinde sterilize edilen, karıştırılabilen ve karıştırlamayan ürünlerde sıcaklık akış grafikleri verilmiştir. Grafiklerden izleneceği gibi, karıştırılabilen ürünlerin sterilizasyon süresi, karıştırılama- mayan ürünlere göre oldukça kısadır.



Şekil 9.4. Paket içinde sterilizasyonda sıcaklık akışı.

Paket içinde sterilize edilecek ürün, soğuk olarak pakete doldurulduğundan, ısıtılma işlemiyle;

- ▶ Artan sıcaklıkla ürün buharlaşma basıncı artar,
- ▶ Artan sıcaklıkla paket içinde bulunan havanın basıncı artar ve
- ▶ Isınan ürünün genişmesi sonucu paket içindeki basınç artar.

Paket içinde sterilizasyonda oluşan istenmeyen basınç artışı, paket malzemesinin genleşebilir özellikte olması ile kısmen önlenir. Cam yada metal paket malzemesinin genleşmesi söz konusu olmadığından, ürün, bu tür paketler içine belirli bir serbest hacim kalacak şekilde doldurulur.

100 °C den büyük sıcaklıklarda, sıcak su yada ıslak buhardan yararlanarak yapılacak sterilizasyon işlemlerinde, yüksek basınç gerekli olduğundan, sterilizasyon, basınçlı tanklarda (otoklavlar) gerçekleştirilir. Bunlar, kendi aralarında, sürekli çalışan otoklavlar yada kesintili çalışan otoklavlar olarak ayrılırlar.

Kesintili çalışan otoklavlar, yatay yada dikey konumda yerleştirilmiş basınç kazanları şeklinde olup, paket içinde sterilize edilecek ürünler, özel kasa yada arabalar içinde otoklava verilir. Ürünün otoklava girmesinden sonra, paketler sterilize sıcaklığına dek ısıtılır. Bu sıcaklıkta gerekli bekleme süresi sonunda 30 ... 35 °C sıcaklığa dek soğutulup otoklavdan çıkarılır.

Sürekli çalışan otoklavlarda ise, sterilize edilecek paketler; otoklavların, ısıtma, belirli sıcaklıkta bekletme ve soğutma bölmelerinden elevatörler aracılığı ile kesintisiz olarak iletilir.

Kesintili çalışan otoklavlar, sterilize edilecek ürün cinsine ve paket büyüklüğüne göre kolayca adapte edilebilmesine karşın, sürekli çalışan otoklavlarda bu durum, ancak büyük kapasiteler için olasıdır. Bu nedenle, özellikle süt endüstrisinde, sürekli çalışan otoklavların önemi büyüktür.