

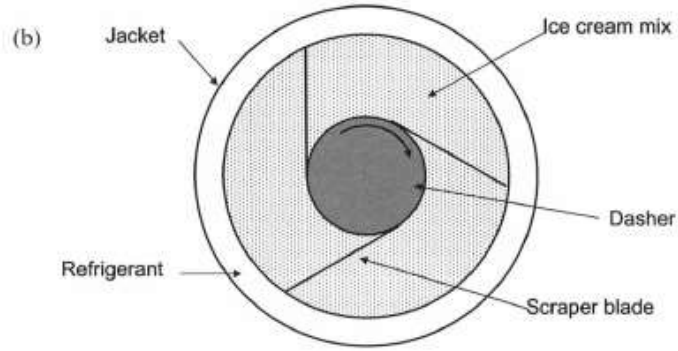
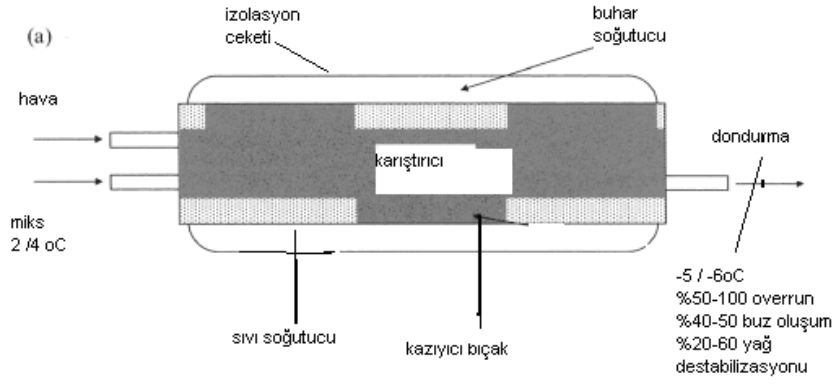
## DONDURMA ÜRETİMİNDE KULLANILAN DONDURUCULAR

Dondurucular, eş zamanlı gerçekleşen havalandırma, dondurma ve dövme işlemiyle dondurma miksini dondurmaya dönüştürür. Bunun sonucunda, hava kabarcıkları, buz kristalleri ve dondurma matriksi (sürekli faz, başta şeker olmak üzere, protein, renk ve aroma maddelerinden oluşan viskoz kısım) oluşan dondurmanın temel yapısı şekillenir. Gerek modern gerekse geleneksel dondurma üretiminde, üretimin başladığı ilk dönemlerden günümüze kadarki süreçte dondurma oluşumunun temelini eş zamanlı gerçekleşen bu 3 işlem oluşturur.

Ticari olarak kullanılan dondurucular yüzey sıyırılmalı ısı değiştiriciler olarak da bilinir. Viskoz sıvıdan ısıyı uzaklaştıracak (ya da ısı verecek) şekilde dizayn edilmişlerdir. Dondurucular temel olarak 0.2 metre çapında ve 1 metre uzunluğunda silindirik bir gövdeden oluşur. Soğutucu akışkan olarak sıvılaştırılmış uçucu gaz örneğin amonyak veya Freon kullanılır. Soğutucu silindir gövdeyi çevreleyen ceket boyunca hareket eder ve buharlaştıkça silindirin dış yüzeyini soğutur. Silindirin iç kısmında elektrik motoruyla hareket ettirilen paslanmaz çelikten imal edilmiş karıştırıcı/kazıyıcı bulunur. Karıştırıcının üzerinde bulunan kazıyıcı bıçaklar silindirin iç yüzeyine çok yakın bir mesafede yer almaktadır. Silindir gövde çoğunlukla nikelden yapılır fakat dıştaki kaplamanın iç kısmında ince bir tabaka krom bulunur. Nikel iyi bir ısı transferi gerçekleştirir ve yüksek basınca dayanıklıdır. Krom kaplama gerek kazıma sırasındaki gerekse temizleme solüsyonlarındaki kimyasallardan kaynaklanan aşınmalara karşı dayanıklılık sağlar.

Silindir bloğunda yer alan karıştırıcı/kazıyıcının fonksiyonu

- 1) miksi yüksek kesme kuvvetine maruz bırakmak
- 2) çok soğuk haldeki silindir duvarı üzerinde oluşan buz kristal tabakasını kazıyan keskin bıçakları taşımak (yüzey sıyırılmalı ısı değiştirici terimi buradan gelir)
- 3) miks ve havayı karıştırmak,
- 4) çok ince dağılmış bir köpük oluşturmak,
- 5) köpüğü stabilize etmek amacıyla yağın kısmi yayılmasını (destabilizasyonunu) sağlamaktır.



Karıştırıcılar açık ve kapalı olmak üzere 2 tiptir.

### **Açık tip:**

İçinde pasif biçimde dönen dövücüsü bulunan ve kazıyıcı bıçakları destekleyen açık bir iskelete sahiptir

Silindir bloğu hacminin %20-30'unu işgal eder

Kapalı olanlarla karşılaştırıldığında benzer miks miktarı ve çıkış sıcaklığında daha düşük kesme kuvvetine sahiptir ve ürün içeride daha uzun süre kalır

Genellikle klasik dondurma üretiminde kullanılır, uzun bekletme süresi dondurmanın hava tutabilme gücünü artırır

### **Kapalı tip**

Kapalı merkezlidir

Silindir bloğunun % 80'ini oluşturur

Yüksek hızda dönü sağlayıp çok küçük buz kristalleri oluştururlar.

Kapalı karıştırıcılar daha yüksek kesme kuvveti sağladıklarından yağın de-emülsifikasyonunu artırır bu da ürünü daha sert yapar ve daha yavaş erime sağlar.

Kapalı karıştırıcılar genellikle bulk halindeki klasik dondurmaların değil de ekstrüze, tek servislik minyatür tip dondurmalar, çubuklu çubuksuz bar, çeşitli meyve ve çikolata karışımından oluşan damarlı görünümlü dondurmaların üretiminde kullanılır. Özellikle çikolata ile kaplanacak olan bar tipi dondurmalarda bu karıştırıcı daha fazla kullanılmaktadır. Burada etkili bir sertleştirme için ürün şekli yeterli uzunlukta olmalı ve sıcak çikolata ile kaplandığında şekil muhafazası sağlanmalıdır.

Dondurma üretiminde ticari olarak 3 tip dondurucu kullanılmaktadır

Kesikli tip (yavaş dondurucular)

Sürekli tip

Yumuşak servis edilen dondurmalar için kullanılanlar

Bunlar da yatay ve düşey tip olarak alt sınıflandırmaya tabi tutulabilir

### **Kesikli tip dondurucular**

Kesikli tip dondurucular sürekli olanlardan daha basit yapıdadırlar, maliyeti sürekli tiplerden daha düşüktür ve az miktarda miksi dondurabilirler. Her bir karışım ayrı ayrı partiler halinde tartılır, lezzet ve renk maddeleri ilave edilir ve dondurulur. Bu tip dondurucular küçük işletmeler ve ürün geliştirme laboratuvarlarında kullanılır. Kesikli dondurucuda kapasitesi 15-40 L arasında değişen yatay konumda silindir, ürünü çıkış bölümüne itecek şekilde dizayn edilmiş karıştırıcı, soğutma ünitesi (kompresör, kondansör, genişleme valfi, evaporatör-dondurucu silindir), dolap ve bazı modellerde miks tankı yer alabilir.

Bu tip dondurucularda istenilen hacim artışında küçük buz kristallerinin oluşumunu sağlamak için soğutucu maddenin sıcaklığı  $-23^{\circ}\text{C}/-29^{\circ}\text{C}$ 'lere düşebilmeli ve dondurulma süresi iyi ayarlanmalıdır. Dondurulma işlemi çok yavaş yapıldığında büyük buz kristalleri oluşur, çok hızlı yapıldığında ise yeterli hacim artışı sağlanamaz (hava verilmesi için yeterli zaman olmayacaktır). Kesikli dondurucularda hacim artış oranı % 50-100 aralığında olup dondurucu dizaynına göre değişebilmektedir. Dondurmanın dondurucudan alınma sıcaklığı biraz yüksektir ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) ve silindir bloğunda kalma süresi sürekli sistemle karşılaştırıldığında oldukça uzun olmaktadır. Bunu sonucunda da ürün daha büyük buz kristallerine ve hava hücrelerine sahip olmaktadır. Hacim artışının tam olarak hesaplanması bu tip dondurucularda güç olmaktadır. Öncelikle sistem atmosfer basıncında çalışmaktadır. Diğer taraftan hem silindirin boşaltılması sırasında % 10-15 arasında değişen oranlarda hava kaybı olmakta hem de dondurucu boşaltılırken karıştırıcı çalışmaya devam etmektedir.

### **Sürekli tip dondurucular**

Sürekli dondurucular basınç altında çalışır ve dondurma istenilen hacim artış oranında çıkarılabilir. Silindir basıncı 3.5-5.5 atm arasındadır ve bu koşulda  $-7^{\circ}\text{C}$  de, %130 hacim artış oranında ürün elde edilebilmektedir (daha fazla hacim artışı veya daha düşük sıcaklık için daha az basınç gerekir). 2-3 saniye gibi kısa bir zaman süresi içerisinde miksteki suyun % 50 'ye kadar olan kısmı dondurulabilir. Çok küçük buz kristalleri dolayısıyla düzgün bir yapı oluşur. Mikse giren hava basınç altında ve ölçülü olduğundan hava hücrelerinin büyüklüğü ayarlanabilmektedir.

Sürekli dondurucularda belirli miktarda miks ve hava sürekli olarak dondurucu silindire yollanır. Miks silindirin içinde ilerlerken karıştırılır ve kısmi olarak dondurulur ve sürekli akış sistemiyle dışarıya alınır. Ürün sertleştirme ünitesinde paketlenmesiyle dondurulma işlemi tamamlanır.

Sürekli dondurucunun kapasitesi her bir silindir bloğu için 100 – 9100 Litre / saat arasında değişir. Bazı dondurucular 2 veya 3 silindir bloğuna sahip olabilirler. Burada bloklar aynı iskelet içine yerleştirilmiştir ve tek bir kontrol ünitesinden çalıştırılmaktadır.

### **Dondurucularda kullanılan soğutucular**

Soğutucular etki şekline göre sınıflandırılırlar

Birincil soğutucular olarak isimlendirilenler gizli ısıyı değiştirerek soğutma etkisi sağlarlar. Buna en uygun örnek buharlaşan sudur. İkincil soğutucular akışkandır ve soğutma sağlamak amacıyla kullanılır ve birincil soğutucularla soğutulur. Dondurma imalatında amonyak ve freon grubuna dahil olan birincil soğutucular önem taşır. Buna karşın soğuk su, salamura ve glikol solusyonları da ikincil soğutucular olarak kullanılmaktadır.

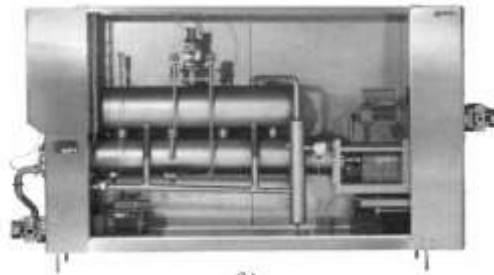
Dondurucularda kullanılan en yaygın soğutucu susuz amonyaktır. Amonyak tehlikeli bir kimyasaldır. İnsan ve hayvanlar için toksiktir, pakete çabuk nüfuz eder. Freon küçük işletmeler için yararlıdır. Kloroflorokarbon (CFC), hidrokloroflorokarbon (HCFC), hidroflorokarbon (HFC) freonlar olarak bilinir. Bunlar saf veya karışım halinde kullanılabilir. Dondurma makinelerinde en fazla kullanılan halokarbonlar; R-12 (diklorodiflorometan), R-502 (R-22 ve R-115 in karışımı)'dir. Ancak bu bileşenlerin ozon tabakası üzerine olumsuz etkileri bilindiğinden ve en geç 2030 yılında kullanımları yasaklanacağından çevreye zararı olmayan R-404 A ve R-507 gibi yeni HFC karışımları kullanılmaya başlanmıştır.



Kesikli tip dondurucu



(a)



(b)

Sürekli tip dondurucu a) dış görünüş b) iç görünüş