

# **Su Ürünlerinin Soğutulması**

# Su ürünlerinin tazeliğinin kaybında soğutmanın etkisi

- Soğutma gıdaların kalitesini istenilen düzeyde tutmak ve tüketicilere sağlıklı ve kaliteli gıda ulaştırmak için kullanılan yöntemlerden biridir
- Soğutma işlemi gıdanın yapısında buz kristallerinin oluşmayacağı bir sıcaklık derecesine sıcaklığın düşürülmesine dayanan bir yöntemdir
- Kolay bozulabilir gıdalar arasında yer alan su ürünlerinin tüketiciye ulaşıncaya kadar soğuk muhafazası zorunludur

- Su ürünlerinde tazeliğin uzun süre korunması için avlanmadan sonra derhal soğutulmaları gerekir
- Soğutma işlemi genellikle kısa süreli saklama amacıyla kullanılır
- Soğuk depolamada amaç ortamda bulunan mikroorganizmaların yaşamsal faaliyetlerinin durdurulması ve fiziksel, kimyasal ve enzimatik değişimlerin mümkün olduğunca engellenmesidir

# Su ürünlerinde uygulanan soğutma yöntemleri

- **Buzla soğutma**

- buz taze balıklar için ideal soğutucu ortamdır

- **buz kullanmanın avantajları**

1. balık ısını hızla düşürür, 0°C'e yakın sıcaklıkta tutar

2. buzun erimesi balığın kan, bakteri ve mukozadan temizlenmesini sağlar

3. dehidrasyondan korur

# Balığı 0°C'ye soğutmak için gereken buz ne kadardır?

- Balığı bir sıcaklıktan ( $T_f$ ), 0°C'ye soğutmak için teorik olarak gereken buz miktarı aşağıdaki enerji dengesi denkleminde kolayca hesaplanılabılır

$$L \cdot m_i = m_f \cdot c_{pf} \cdot (T_f - 0) \quad (a)$$

$L$  = buzun erime gizli ısısı (80kcal/kg)

$m_i$  = eriyen buz miktarı (kg)

$m_f$  = soğutulan balık miktarı (kg)

$c_{pf}$  = balığın spesifik sıcaklık kapasitesi (kcal/kg. °C)

- (a)'dan aşağıdaki formül çıkar

$$m_i = m_f \cdot c_{pf} \cdot T_f / L \quad (b)$$

- Yağsız balıkların spesifik sıcaklık kapasitesi, yaklaşık 0,8(kcal/kg. °C)'dir. Yağlı balıklar, yağsız balıklara göre daha düşük  $c_{pf}$  değerlerine sahip olup teorik olarak her kilogram için daha az buz gerektirirler

- $$m_i = m_f \cdot T_f / 100 \quad (c)$$

- 0 °C'de balığı soğutmak için gereken teorik miktar , nispeten küçüktür ve uygulamada balığı soğutmak için çok daha fazla buz kullanılır

- Daha çok buz kullanmanın ana nedeni kayıplardır
- Kayıpların en önemlisi de termal (ısı) kayıplardır

# Isı kayıplarını karşılamak için gereken buz miktarı ne kadardır?

- Prensipde, eriyen buzda ortaya çıkan ısı enerjisinin, kutu veya konteynırların dışındaki ortam ısısı ile arasındaki enerji dengesi aşağıdaki gibi ifade edilebilir

$$L \cdot (dM_i / dt) = U \cdot A \cdot (T_e - T_i) \quad (d)$$

$M_i$  = ısı kayıplarını karşılamak için eriyen buz miktarı

$U$  = toplam ısı transfer katsayısı (kcal/saat . m<sup>2</sup>. °C)

$A$  = konteynırın yüzey alanı (m<sup>2</sup>)

$T_e$  = dışarının sıcaklığı

$T_i$  = buzun sıcaklığı (genellikle 0°C olarak alınır)

$t$  = zaman (saat)

$L$  = buzun erime gizli ısısı (80kcal/kg)



- Eşitlik (d) kolayca tamamlanabilir

$$M_i = M_{i0} - (U \cdot A \cdot T_e / L) \cdot t \quad (e)$$

U'nun hesaplanması ve A'nın ölçülmesi ile ısı kayıplarının tespit edilmesi mümkündür

- Bu hesaplama şekli ile
  - materyal
  - şartlar
  - kutu ve konteynırın geometrik şekli
  - kapak ve drenajın etkisi
  - yığın şekli dikkate alındığında gereken buzun doğru tahmini mümkün olabilir

# Buz erime testi nasıl yapılır?

- Buz erime testi çok kolaydır ve balık gerektirmez
- Konteynırlar ve kutular teste başlamadan önce tartılır, buz ile doldurulur
- Verilen periyotlarda, erimiş su drene edilir ve konteynır tekrar tartılır
- Ağırlıktaki azalma termal kayıpların sebep olduğu buz kayıplarının bir göstergesidir

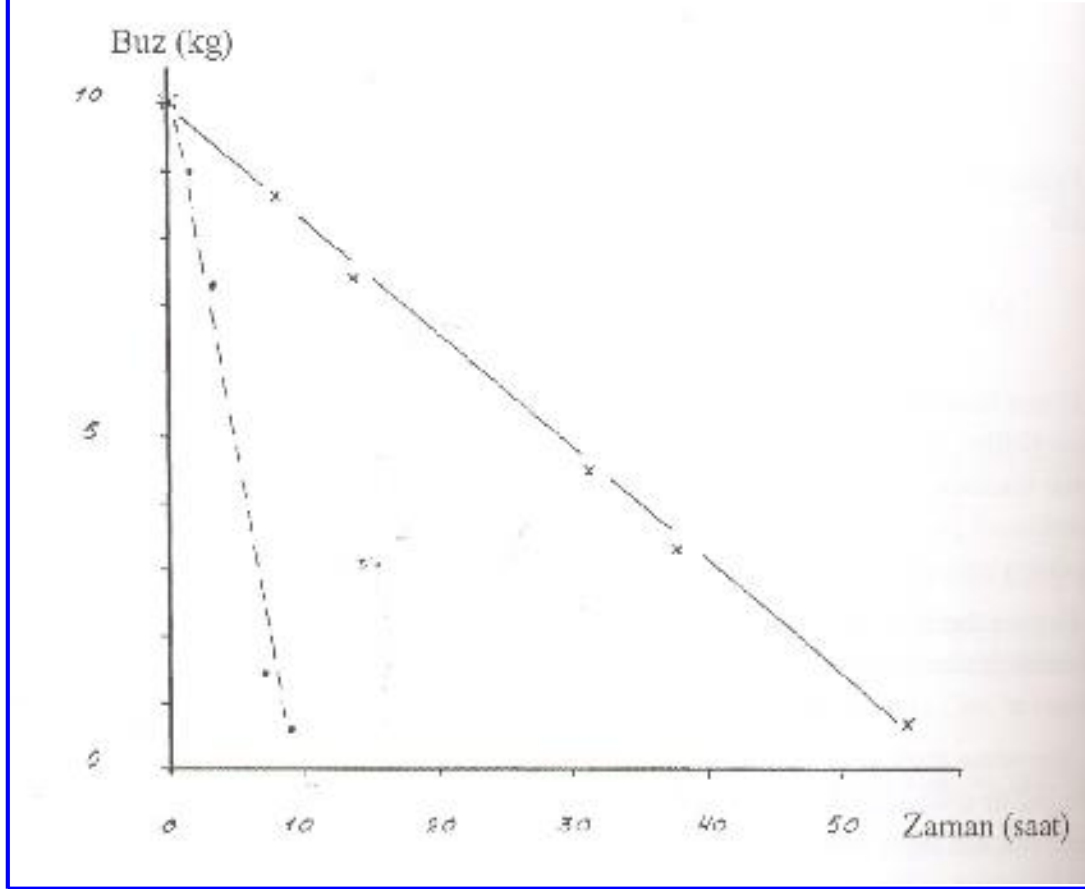
- **Başlangıçta**, kutu veya konteynirin duvarlarını soğutmak için önemsiz bir miktar buz, konteynirin boyutu ve ağırlığı, duvar materyali, kalınlığı ve termal kayıpların varlığına bağlı olarak erir
- Miktar fazla ise konteynir teste başlamadan önce soğutulabilir

- $M_i = M_{io} - K.t$  (f)
- (e) ve (f) eşitlikleri karşılaştırıldığında

- $K = (U_{ef} \cdot A_{ef} \cdot T_e / L)$  (g)

$U_{ef}$ = toplam etkili ısı transfer katsayısı

$A_{ef}$ = etkili yüzey alanı



**Buz erime testi sonuçları.(.) 40 kg toplam kapasiteli standart plastik kutu(yalıtılmamış), (x) yalıtılmış balık konteynırı. Gölgede, yığılmadan, yaprak buz ile, ortalama 28°C dış sıcaklıkta (Te) saklama ( şekil 1)**

- g' deki ifadededen

$$K = K' \cdot T_e \quad \text{çıkar} \quad (h)$$

K = buzun dış ortama bağlı erime hızı

K' = deneysel erime hızı

deneyler farklı kontrol sıcaklıklarında yürütülebilirse, en sonunda K' tesbit edilebilir

- **Erime testlerinin avantajı** K' nın sayısal veya grafiksel regresyon olarak çizgi eğimlerinden deneysel olarak belirlenebilmesidir
- **şekil 1** de ortaya çıkan düz çizgiler durumunda, korelasyon aşağıdaki gibi bulunur



- **Plastik kutu**

$$M_i = 10,29 - 1,13.t \quad r = -0,995 \quad (i)$$

$$K = 1,13 \text{ kg buz / saat}$$

- **Yalıtılmış konteynırlar**

$$M_i = 9,86 - 0,17.t \quad r = -0,998 \quad (j)$$

$$K = 0,17 \text{ kg buz / saat}$$

- (i) ve (j) den, termal kayıplardan kaynaklanan buz tüketiminin plastik kutularda, yalıtılmış kutulardan daha büyük olacağı görülmektedir

- **Gereken buz miktarı**

**t** (özel durumlarda, kutu veya konteynırlarda balığın soğutulmuş olarak korunması gereken zaman) tesbit edilir edilmez, soğutma için eriyen buz miktarına **(mi)**, ısı kayıplarını karşılamak için eriyen buz miktarının **(Mi)** eklenmesi ile bulunur

- **Buz ile soğutmada dikkat edilecek noktalar**

1-balık miktarı ve süreyi dikkate alarak yeterli buz kullanmak

2-buzun balık ile yeterli temasını sağlamak

3-buzun erimesi ile hem soğutma hemde temizleme işlevini sağlamak

- Balığın buz ile taze olarak depolanma süresine etkili faktörler nelerdir?
  - balığın tür karakteristikleri
  - balığın kondisyonu
  - mevsim
  - beslenme durumu
  - yakalama metodu
  - işlemede alınan tedbirler
  - gemide istifleme şekli
  - kullanılan buzun miktarı
  - perakende satış yerlerinde kullanılan paketleme sistemi

- buz içerisinde muhafaza edilen balıklar sadece buz ile temas etmeli, birbirleriyle fazla temas etmemelidir
- Buzla soğutmada istifleme de oldukça önemlidir

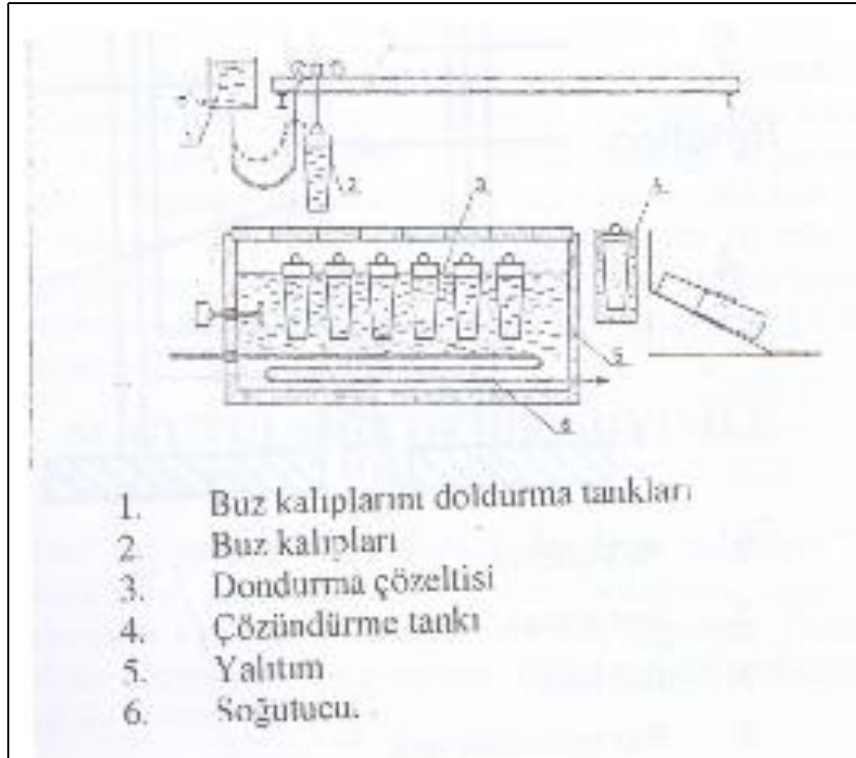
- **İstiflemede dikkat edilecek noktalar**

- balıklar aşırı istiflenmemelidir
- bir tabaka balık, bir tabaka buz olarak istiflenmeli ve bu tabaka 1 metreyi geçmemelidir
- parçalanma ve ağırlık kaybını önlemek için balık ve buzun derinliği azaltılmalıdır
- sınırlı olan derinlik ve yeterli drenajla en alttaki balıkların erime suyuna maruz kalması engellenmelidir
- istifleme sırasında küçük buz parçaları kullanılırsa soğutma işlemi hızlandırılmış olur
- buzlama için kullanılacak buzun niteliği önemlidir
- buz üretiminde kullanılacak su içme suyu kalitesinde olmalıdır

# Buzla soğutmada farklı tipte buzların kullanımı

- **Blok buz ile soğutma**
  - bu tip buzlar balıkların kolaylıkla soğuk depolanmasını mümkün kılar
  - depolanması ve yapım şartları kolaydır
  - yoğunluğu yaklaşık 720 kg/m<sup>3</sup> tür.
  - genellikle 25kg'dan 100kg'a kadar üretilir
  - blok buzdan **kırılmış buz** hazırlanır
  - genellikle kırılmış buz parçalarının ebatları 6-50 mm olur ve düzgün olarak kırılmış olmalıdır
  - İnce bir şekilde kırılmış olan buz soğutma için en uygun olandır





## Blok buz yapımı

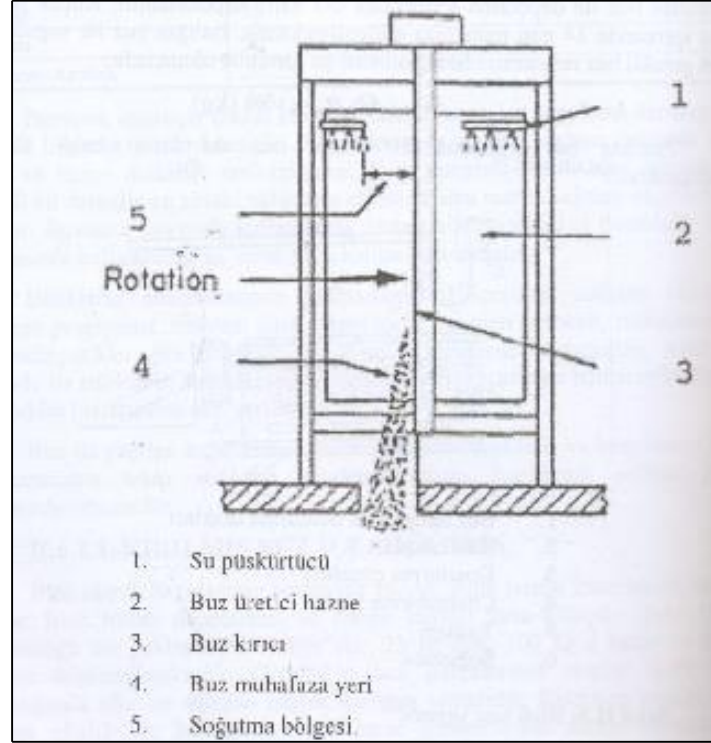
- **Yaprak buz ile soğutma**

- modern su ürünleri işletmelerinde üretimi pratik ve balığın yüzeyinde daha fazla etkiye sahip olduğundan tercih edilir

- soğutulmuş yuvarlak pürüzsüz bir yüzeyde ince tabakalar halinde suyun dondurulması ve 2-3 mm kalınlıktaki buzun bıçaklarla kazınması ile elde edilir

- en büyük soğutma gücüne sahip buz çeşitlerinden olup, yoğunluğu 480 kg/m<sup>3</sup>'tür

- kullanımı son derece kolaydır. Balık aralarına ve yüzeylerine kolayca temas edebilir



## Yaprak buz makinası

- **Tüp buz ile soğutma**

- soğutulmuş bir tüp içerisinde tüp veya silindir biçiminde buzun oluşturulmasıdır
- boyutları 40mmx40mm civarlarındadır

- **Kepek buz ile soğutma**

- (-18°C'e) kadar soğutulan çift cidarlı tambura suyun değmesi ile donması ve kazıyıcı bıçaklar yardımıyla oluşan buzun ufak parçalar halinde hazırlanması ile elde edilir

## Balık soğutmada kullanılan buzun fiziksel özellikleri

| Buzun tipi                 | yaklaşık boyutlar | spesifik hacim(m <sup>3</sup> /t) | spesifik ağırlık(t/m <sup>3</sup> ) |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Yaprak                     | 10/20 - 2/3 mm    | 2,2 – 2,3                         | 0,45 – 0,43                         |
| Tabak                      | 30/50 – 8/15mm    | 1,7 – 1,8                         | 0,59 – 0,55                         |
| Tüp                        | 50D – 10/12mm     | 1,6 – 2,0                         | 0,62 – 0,5                          |
| Blok                       | değişken          | 1,08                              | 0,92                                |
| Ezilmiş blok<br>(kırılmış) | değişken          | 1,4 – 1,5                         | 0,71 – 0,66                         |

## Soğutulmuş deniz suyu ile soğutma

- Buz yerine soğutulmuş deniz suyu kullanılarak balıkların tazelikleri korunabilir
- Bu yöntemde suyun soğutulması iki şekilde gerçekleşir
  - a) mekanik olarak soğutulmuş deniz suyunda soğutma(MSDS)
  - b) buzla soğutulmuş deniz suyunda soğutma(BSDS)

- Su ürünlerinin soğutulmuş (0°C) ve sirküle eden deniz suyunda soğutulması ticari koşullarda kırılmış buzla soğutmadan daha etkilidir
- Bu yöntemde ısı transferi daha hızlıdır
- **Yöntemin uygulanmasında**
  - denizden çıkarılmış balıkların başları kesilip, iç organları çıkarılır
  - deniz suyu ile yıkanır
  - kompresörle -2/-4 °C'ye kadar soğutulmuş deniz suyu içerisine atılır, soğutulur
  - su sirkülasyonu bütün tank içerisinde sıcaklığın sabit kalmasını sağlar
  - su sirkülasyonunda akışın balıklar tarafından engellenmemesi önemlidir
  - bunun için tankın her m<sup>3</sup> için 0,25 m<sup>2</sup>'lik metal levhalar yerleştirilir
  - sirkülasyon aşağıdan yukarı doğru sağlanır
  - soğutma cihazı av materyalinin sıcaklığını hızla 5 °C'ye altına soğutmayı sağlayabilmelidir
  - depolama sıcaklığı 0 °C, daha iyisi -1 °C olmalıdır

## **Su-buz karışımı ile soğutma**

- Balığın blok yada kırılmış buz ile karıştırılmış musluk yada deniz suyu içerisinde soğutulma işlemidir



## Su buz karışımı ile soğutmada dikkat edilecek noktalar nelerdir?

- Karışımın sıcaklığı 0 °C civarında olmalıdır
- Balık ve deniz suyunun soğutulmasında gerekli olan buz miktarı aşağıdaki şekilde hesaplanır

$$\text{buz miktarı(kg)} = \frac{(B_m + D_m) \times \text{deniz suyu sic.} (^{\circ}\text{C})}{80}$$

**B<sub>m</sub>**: balık ağırlığı

**D<sub>m</sub>**: deniz suyu ağırlığı

- Balık etinin iç kısımları soğur soğumaz balık taşıma kasalarına aktarılmalı ve kırılmış buz ile depolanmalıdır(aksi taktirde rigor biter bitmez su ve tuz kas içine girerek protein denatürasyonuna neden olur)
- Balık su içerisinde uzun süre bekletilirse ağırlık artışı olur
- Balık su-buz içerisinde soğutulmadan önce iyice yıkanmalıdır