

Değişik Soğuk Zincir Sistemlerinde Kalite Kayıplarının Karşılaştırılması

Doç. Dr. Mehmet PALA — Araşt. Gör. Hüseyin ÜSTÜNES

E.Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü — İZMİR

1. GİRİŞ

Gıdalar; fiziksel, kimyasal ve biyolojik saklama yöntemleri uygulanarak uzun süre dayandırılabilirler. Fiziksel bir yöntem olan dondurma işleminde gıdalarda bulunan serbest su, buz kristallerine dönüştürülmekte ve su aktivitesi $a_w = 0.70$ değerine kadar düşürülmektedir. Böylece düşük sıcaklığa koşut olarak hem mikroorganizma çalışmaları engellenmekte, hem de enzimatik ve fiziko kimyasal tepkimeler en alt düzeyde tutularak gıdanın başlangıç kalitesi en iyi şekilde korunmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde yaygın bir şekilde uygulanan dondurma tekniği, ülkemizde de giderek gelişmektedir. Özellikle dış satımı amaçlayan dondurulmuş gıda üretimine yönelik yatırımlar yoğunluk kazanmaktadır. Birkaç yıl içerisinde de iç piyasada da büyük bir pay alacağı kesin olan dondurulmuş gıdaların, üretilmesi kadar depolanması ve dağıtım zincirinin kurulması önem kazanmaktadır.

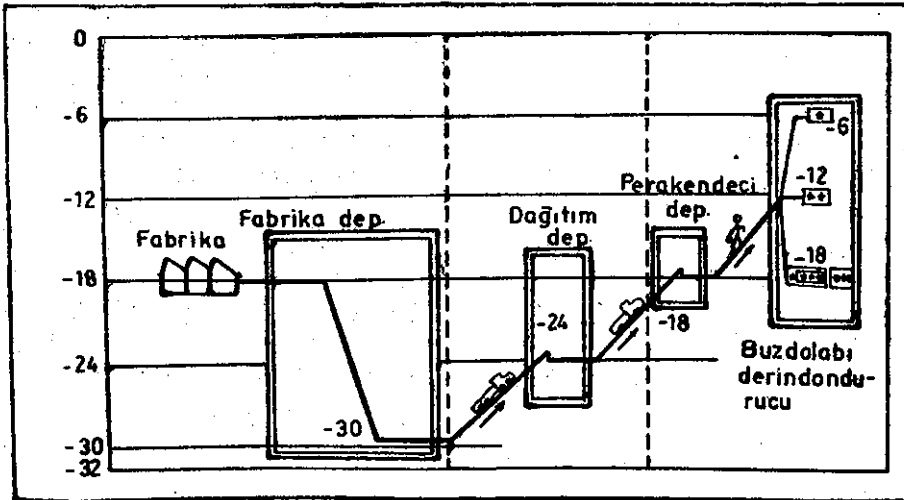
Dondurma yönteminden beklenen iyi kaliteli gıda üretiminin sağlanabilmesinde 3 önemli aşama bulunmaktadır:

1. Hammadde kalitesi
2. İşleme ve paketleme
3. Soğuk zincirde oluşan sıcaklık - süre ilişkisi

Gıdaların işlenmesinde hammadde kalitesinin büyük önemi vardır. Bozuk kaliteli bir hammaddeden hiç bir zaman iyi kaliteli işlenmiş gıda maddesinin üretimi gerçekleştirilemez. Sanayide uygulanan tüm işleme teknikleri gıda maddesinin işlemeye alındığı andaki kalitesini tüketime kadar olabildiğince korumaya yöneliktir. Dondurulmuş gıdaların kalitelerinin korunmasında hammaddenin ve işleme tekniğinin olduğu kadar uygulanan soğuk zincir sisteminin koşulları da etkili olmaktadır. Bu noktadan yola çıkılarak değişik soğuk zincir sistemlerinde, sıcaklık profili ve sıcaklık - süre ilişkisi çerçevesinde kalite kayıpları hesaplanabilmektedir. Yapılan çalışmada bilgisayar yardımı ile değişik soğuk zincir sistemlerinin koşulları simule edilerek kalite kayıpları hesaplanmakta ve soğuk zincir halkalarında kaliteyi etkileyici parametreler üzerinde durulmaktadır.

2. SOĞUK ZİNCİRİN TANIMLANMASI

Dondurulmuş gıdaların üretilmelerinden tüketilmelerine kadar geçirdikleri aşamaların tümü soğuk zincir (cold chain) olarak tanımlanmaktadır. Soğuk zincirin değişmez halkalarının üretici, dağıtıcı, perakendeci ve tüketici depoları ile bunların arasında yapılan taşımalar oluşturur. Tipik bir soğuk zincir örneği Çizge 1'de şematik olarak gösterilmiştir.



Çizge 1. Soğuk zincir

Dondurma İşlemi ve Depolama :

Dondurulmuş gıda üretiminin ilk aşaması uygulanan fabrikasyon işlemidir. Uygulanacak olan işleme ve dondurma yöntemleri gıdanın özelliğine göre seçilmeli ve uygulanmalıdır. Özellikle uygulanan önışleme tekniklerinin kaliteyi belirleyici etkisi gözönünde tutulmalıdır (9). Kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilecek fiziksel ve kimyasal etmenlerle mikrobiyolojik etkiler önlenmeli veya enaz düzeye indirilmelidir. Dondurma işlemi sırasında, özellikle — 1 ve — 5°C arasındaki maksimum kristalizasyon bölgesi çok hızlı bir şekilde geçilmelidir. Gıdanın ısısal orta nokta sıcaklığının — 18°C'ye düşmesi ile dondurma işlemi tamamlanmış olur. Gıdadaki sıcaklık dengelenmesi fabrika deposunda gerçekleşir. Sıcaklığın dengelenmesi besinin başlangıç sıcaklığı ve depo sıcaklığına bağlıdır.

Genel olarak dondurulmuş gıdalar paketlenerek, üretim yerinde olan depoya alınırlar. En uzun süreli depolama fabrika deposunda yapıldığından, soğuk zincirdeki en yüksek kalite kaybı da bu aşamada meydana gelmektedir. Bu nedenle fabrika deposunda uygulanacak sıcaklık ve sürenin ayrı bir önemi vardır. Fabrika deposunun hava sıcaklığı Uluslararası Soğuk Tekniği Enstitüsü (IIR) önerilerine göre — 30°C ve depolama süresi 150 gün olarak önerilmektedir. Ancak pratik uygulamada depo sıcaklığının — 20°C hatta — 18°C'ye kadar düştüğü görülmektedir. Dağıtım ve perakendeci depoları ile süpermarket derin dondurucularında gıda sıcaklığının — 18°C'nin altında tutulması zorunludur.

Gıda kalitesinin en üst düzeyde korunması için tasarlanan depolama süresine göre en uygun sıcaklık derecesi seçilmeli ve aşağıdaki noktalara mutlaka dikkat edilmelidir :

- Soğuk depoda bağlı nemin düşmesine izin verilmelidir.
- Amaçlanan depolama süresi aşılmamalı.
- Depolama sırasında ürüne zarar verilmemeli.
- Depolarda hava sıcaklığındaki sapmalar $\pm 1^\circ\text{C}$ sınırları içerisinde tutulmalıdır.

Taşıma (Yükleme - Boşaltma) :

Fabrika ile dağıtım depoları ve perakendeci deposu arasındaki taşıma frigorifik kamyonlarla yapılmaktadır. Soğuk hava depolarında daha iyi çalışma ve çalışmadaki esnekliği arttırmak için gıdaların taşınmasında palet ve container gibi yeni teknikler önem kazanmaktadır. Gıda sıcaklığının — 18°C civarında olması istenmekte ve — 15°C kadar kısa süreli sıcaklık yükselmesinin kaliteyi önemli ölçüde etkilemeyeceği üzerinde birleşilmektedir. Yüklemeye, taşıma ve boşaltma işlemleri soğuk zincirin en zayıf halkalarını oluşturmaktadır (2, 5). Son yıllarda donmuş besinin dış çevre koşulları ile (nemli ve sıcak hava, güneş ışığı, yağmur ve bunun gibi) doğrudan ilişkisinden kaynaklanan sıcaklık değişimlerini önleyebilmek için «PORT DOOR» adı verilen kapılar geliştirilmiştir.

«PORT DOOR», soğuk deponun kapısıyla araç kapısını birleştiren ve donmuş gıdanın doğrudan araca yüklenmesine olarak sağlayan bir geçit olarak tanımlanabilir (13, 11). Dondurulmuş gıdaların taşınmasında kullanılan kamyonların soğutma düzenlerinin gıda sıcaklığını — 18°C'de tutabilecek güce sahip olması zorunludur. Dağıtım sırasında kapı açma sayısı ve süresi olabildiğince en az düzeyde tutulmalıdır (2).

Pratik uygulamalarda dondurulmuş gıdaların sıcaklıklarını, depolama ve taşımada — 18°C'de tutabilmek her zaman mümkün olmamaktadır. Değişik ülkelerde Codex - Survey ile yapılan belirlemelerde gıdaların % 36'sının sıcaklığı — 12°C'den yüksek, % 25'inin sıcaklığı — 18°C'nin altında bulunmuştur (3). Özellikle süre 55 ile 400 gün gibi çok geniş sınırlar içinde değişmektedir (7, 6).

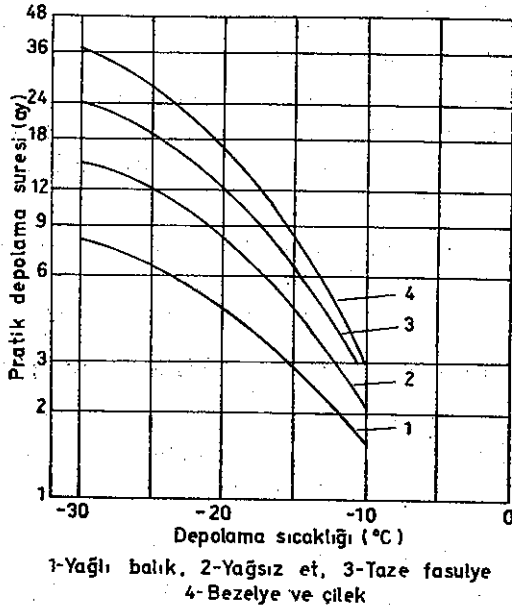
3. SOĞUK ZİNCİRDE SICAKLIK - SÜRE İLİŞKİSİ

Herhangi bir dondurulmuş gıdanın son kalitesini etkileyen en önemli etken soğuk zincir koşullarıdır. Amacına ve tekniğine uygun koşullarda depolanmayan gıdaların kalitesi kısa sürede düşmektedir.

İyi kaliteli bir hammaddeye, uygun işleme ve paketleme yöntemleri uygulanırsa gıda so-

ğuk zincire, pratik olarak kalite kaybı olmaksızın girer. Gıdanın özgün kalitesini koruduğu bu süreç «Yüksek Kalite Depolama Süresi» olarak tanımlanmaktadır. Bu süreden sonra bozulma hızı, bütünüyle depolama ve taşımalardaki sıcaklık - süre ilişkisine bağlı olacaktır.

Çizge 2'de değişik gıdaların depolama sıcaklığı ile pratik depolama süreleri arasındaki ilişki gösterilmiştir (1).



Çizge 2: Değişik gıdaların pratik depolama süreleri

Burada da görüldüğü gibi depolama sıcaklığı ile depolama süresi arasında üssel (eksponansiyel) bir ilişki bulunmaktadır. Ekonomik açıdan önem taşıyan sıcaklık aralığında düz bir çizgi şeklinde gelişen eğriler üssel bir ilişkinin kanıtı olmakta ve iki önemli bulguyu vurgulamaktadır:

1. Her dondurulmuş gıdanın depolama sıcaklığı ile depolama süresi arasında belli bir ilişki bulunmakta ve her sıcaklık derecesinde kalitede belli bir azalma oluşmaktadır.

2. Sıcaklık - süre ilişkisi kalitede kümülatif değişmeye neden olmakta ve bu değişme irreversibil özellik göstermektedir.

Bu iki önemli bulgunun birçok değişik gıda için donma noktaları ile -25°C arasında geçerli olduğu bilinmektedir (12, 1).

Soğuk zincirde sıcaklık - süre etmenlerinin kalite üzerine etkileri farklılık gösterir. Düşük sıcaklıkta depolama süresi uzarken, yüksek sıcaklıkta azalır.

Soğuk zincirde kalite korunumu açısından en önemli sorunlardan biri de gıdanın depo dışında kaldığı sıcaklık - süre koşullarının olumsuz etkisidir.

Dondurulmuş gıdaların belli bir ortam sıcaklığında ne kadar kalabileceğine bir çok etmen etki etmektedir. Bu etmenler;

- Donmuş gıdanın başlangıç sıcaklığı,
- Gıdanın sıcaklık toleransı,
- Gıdanın ısıl özellikleri,
- Paletin büyüklüğü ve geometrisi,
- Gıdanın bulunduğu ortam ile ısı transferi,
 - Hava hızı
 - Isıl ışınlama
 - Yoğunlaşma
 - Paket materyalin ısıl özellikleridir.

4. SOĞUK ZİNCİRDE KALİTE KAYIPLARININ HESAPLANMASI

Dondurulmuş bir gıdanın soğuk zincir halkalarındaki sıcaklık - süre koşulları bilinirse, oluşabilecek kalite kayıpları hesaplanabilmektedir.

Dondurulmuş gıdalarda kalite kayıplarını saptayabilmek için bugüne kadar birçok objektif ve subjektif yöntemler kullanılmıştır. Depoya alınan dondurulmuş gıdaların kaliteleri ortam koşullarına göre düşmeye başlamakta ve belli bir süre sonra tüketim için uygun olmayan düzeye inmektedir. Bu bakımdan, dondurulmuş gıdanın başlangıçtaki kalitesinin tüketime kadar duyusal özelliklerinin yeterli düzeyde kaldığı soğuk depolama süresi, pratik depolama süresi olarak tanımlanır. Pratik depolama süresi aynı konuda ortaya atılan diğer kavramlara göre gerek üretici gerekse tüketici açısından daha anlamlı ve daha kullanışlı bir ölçüttür (Çizge 2).

Her dondurulmuş ürün için özgün olan pratik depolama eğrileri bir duysal panel tarafından değişik sıcaklıklarda depolanmış örneklerin kontrol örneği ile karşılaştırılması ile elde edilir. Pratik depolama süresinin depolama sıcaklığının fonksiyonunu gösteren eğriden, söz konusu gıdanın her depolama sıcaklığındaki pratik depolama süresi kolayca bulunabilir. Çalışmamızda, karşılaştırmalarda tek - düzelik sağlamak amacıyla Uluslararası Soğuk Teknik Enstitüsü'nün genel pratik depolama eğrisi kullanılmıştır (1). Bu eğriye göre, bir gıdanın örneğin — 18°C'de 208 günlük, — 30°C de 408 günlük pratik depolama süresi olduğu gösterilmiştir. İlk aşamada pratik depolama süresi belirlendikten sonra, ikinci aşamada gıdanın dondurulduğu andaki kalitesi 100 kabul edilerek günlük kalite kaybı hesaplanmaktadır. Yukarıdaki örneğimize göre — 18°C'de depolanmış ve 208 günlük pratik depolama süresine sahip olan bir ürün, her gün bu kalitesinden $100 - 208 = \% 0.48$ kadar kaybedecektir. Aynı şekilde diğer sıcaklıklar içinde günlük kalite kayıpları saptanabilir. Son aşamada her depolama ve taşıma sıcaklığı için bulunan günlük kalite kayıpları kümülatif olarak tüm soğuk zincir halkalarında saptanır ve sonuçta toplam kalite kayıpları hesaplanabilir (1, 4).

5 — ARAŞTIRMANIN AMACI

Çalışmamızda, değişik soğuk zincir sistemlerinden alınan örneklerle, sıcaklık - süre değerlerinin karşılaştırılması ve bu iki etmenin gıda kalitesinde oluşturduğu kayıpların belirlenmesi temel amaç olarak benimsenmiştir.

Saptanan amaca ulaşabilmek için aşağıdaki sorulara gerekli yanıtlar aranmıştır :

- Sıcaklık - süre ilişkisinde hangi etmenin birinci derecede önem taşıdığı,
- En yüksek kayıpların hangi aşamalarda olduğu,
- Paletin iç ve dış kısımlarında depolanan gıdalarda, oluşan kalite kayıplarının farklı olup olmadığı,
- Kalitede oluşan kayıp niceliğinin incelenen sebze cinsleriyle ne çeşit bir ilişki içinde olduğu araştırılmıştır.

Kalite kayıplarının belirlenmesinde esas alınan paletteki sıcaklık dağılımları PALCON* bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmıştır (10).

Bilgisayar programında palet ve çevre sıcaklıkları ile gıdanın önceden hesaplanan fiziksel özellikleri kullanılmıştır. Ayrıca palet boyutları ile bu boyutlara ait ısı transfer katsayıları da veri olarak alınmıştır. Uygulanan programla palet içerisinde her yöne doğru Biot ve Fourier sayıları hesaplanarak her noktadaki sıcaklıklar hesaplanmıştır.

Bilgisayarla yapılan hesaplamalarda palet içerisindeki sıcaklık dağılımları verilen zamana göre bulgulanmıştır. Programda kullanılan veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 : Araştırmada kullanılan programda yararlanılan parametreler.

| Parametreler | Taze fasulye | | |
|--------------------------------|--------------|------|-------|
| | Ispanak | x | y |
| Özgül ısı | | | |
| C_p (J/kg ^o K) | 2319 | | 2820 |
| Isısal İletkenlik | | | |
| λ (W/m ^o K) | 1.13 | | 2.103 |
| Yoğunluk | | | |
| δ (kg/m ³) | 720 | | 940 |
| Palet boyutları (mm) | x | y | z |
| | 1000 | 1200 | 1300 |
| Yüzey ısı transfer katsayıları | | | |
| α (W/m ² °K) | 11.5 | 11.5 | 0.7 |

Kullanılan bilgisayar programında palet sıcaklığı her yeni ortam için homojen kabul edilmiş ve gıdaların fiziksel özelliklerinin de sıcaklıkla değişmediği varsayılmıştır. Dondurulmuş gıdalarda soğuk zincir boyunca oluşan kalite kayıplarını hesaplarken, değişik zincir sistemleri kadar ürünün paletteki yeri de önem taşır. Palet içerisindeki sıcaklık dağılımından sıcaklık profillerinin çıkarılmasında paletin ısısal orta noktası ile uluslararası kabul edilen, yüzeyden 25 mm. içerdeki nokta esas alınmıştır.

*) Soğuk zincirde sıcaklık profillerinin çıkarılması sırasında bilgisayarlarını kullanmamıza izin veren SPRENGER Enstitüsü (Holland) Araştırma Direktörü H.F. Th. Meffert'e teşekkür ederiz.

6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Genel olarak soğuk zincir sistemlerindeki depolama ve taşıma koşulları ülkeden ülkeye, aynı ülkenin değişik firmalarına ve hatta gıdanın gıdaya büyük farklılıklar göstermektedir. Avrupa'da uygulanan soğuk zincir sistemlerinde gıdaların ortalama kalma süreleri % 50'si 6 ay, % 80'i 8 - 10 ay, % 10 - 15'i 12 ay şeklindedir. Toplam kalma süresi ise 50 - 500 gün arasında değişmektedir. Bu derece büyük farklılık ülkenin iklim koşulları, üretilen donmuş gıdanın cinsi ve dondurulmuş gıdayı üreten firmanın konuya olan ticari yaklaşımında kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada örnek olarak kullanılan soğuk zincir sistemlerinden ikisi, Avrupa'nın tanınmış bir üretici firmasının olağan ve olağan dışı koşullarını gösterir (Çizelge 2, St-1 ve St-2). Olağan zincirde sıcaklık (-25) — (-18)°C arasında değişirken, toplam zincirde kalma süresi 350.5 gündür. En yüksek değerlerin yer aldığı diğer zincirde sıcaklık -25 ile -10 °C arasında ve toplam 720.5 günlük sürede verilmektedir.

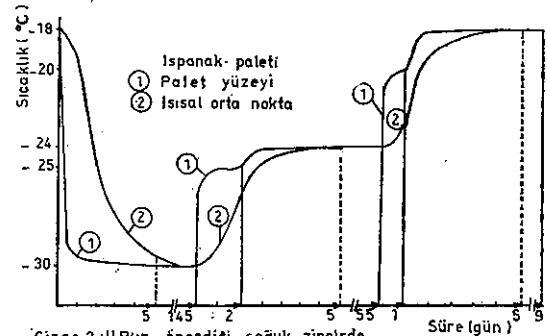
Diğer örneğe Uluslararası Soğuk Tekniği Enstitüsü'nün (IIR) önerdiği soğuk zincir sistemidir. IIR'nin soğuk zincirinde uygulanan sıcaklıklar (-30) — (-18)°C arasındadır. Zincirde toplam kalma süresi ise 227 gündür (Çizelge 2; IIR).

«A» simgesiyle gösterilen zincirde IIR'nin önerdiği sürelerin benimsenmesine karşın sıcaklıklar (-24) — (-13)°C arasında değişir (Çizelge 2, a).

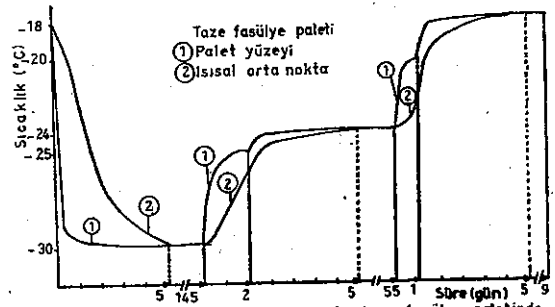
Çizelge 2a ve 2b incelenirken dikkati çeken önemli bir nokta, hiç bir soğuk zincir sisteminde tüketici taşıması ve evde soğuk depolama halkalarına yer verilmeyişidir. Uluslararası Soğuk Tekniği Enstitüsü, tüketim amacıyla eve yapılan taşımada sıcaklığı -9 °C, süreyi 4 saat (1/6 gün) olarak kabul etmiştir. Tüketicinin ortalama depolama süresi 14 gün, depolama sıcaklığı ise -12 °C olarak belirlenmiştir. Bu aşamalar çalışmamızda hesaba katılmamıştır. Çünkü gıdanın kalite korunması satın alındığından itibaren bütünüyle tüketici

tutumuna bağlı kalmakta ve bu durum önceden belirlenmemektedir.

Yukarıda yapılan açıklamaların ışığında örnek olarak IIR'ye ait soğuk zincirin sıcaklık profilleri, ıspanak ve taze fasulye için ayrı ayrı verilmiştir (Çizge 3 - 4). Ancak bunlardan önce soğuk zincirlerin birbirleriyle karşılaştırılabilmesi açısından Çizge 5 ve 6'nın incelenmesi yararlı olacaktır.

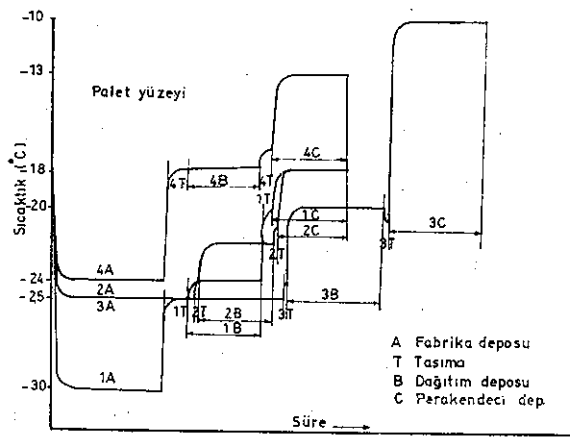


Çizge.3: IIR'nin önerdiği soğuk zincirde ıspanak paletinde hesaplanan sıcaklık profili

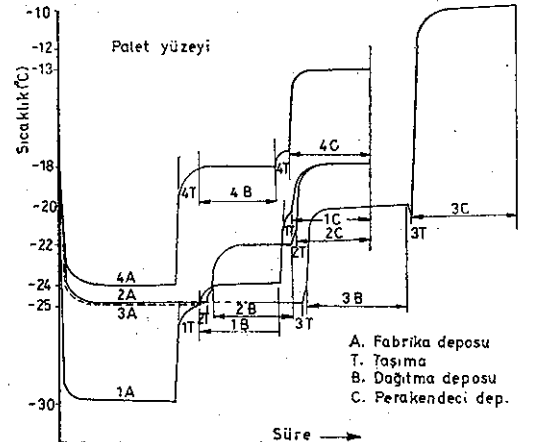


Çizge.4: IIR'nin önerdiği soğuk zincirde taze fasulye paletinde hesaplanan sıcaklık profili

Profillerin karşılaştırılmasından, ıspanağın taze fasulyeye göre sıcaklık değişimlerine daha hızlı biçimde uyum gösterdiği gözlenmektedir. Bu durum yüzeyde daha belirgin, orta noktada ise daha az belirgindir. Bu fark her iki sebzenin değişik düzeydeki ısı yayılım değerlerinden ortaya çıkmaktadır. İspanağın bu özelliği, taşıma gibi kısa süreli sıcaklık yükselmelerinde, taze fasulyeye göre daha büyük kalite kayıplarına yol açarken; düşük derecelerde uzun süreli depolamada, ıspanağın istenen sıcaklığa daha hızlı biçimde ulaşmasından dolayı daha az kayba yol açacaktır. Sonuçta toplam kayıplar kıyaslandığında, ıspanakla taze fasulye arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmektedir.



Çizge 5: Değişik soğuk zincir sistemlerinde ıspanak paletinde sıcaklık profilleri.



Çizge 6: Değişik soğuk zincir sistemlerinde taze fasulye Paletinde sıcaklık profilleri

Çizelge 2 a : Ispanak paletinde hesaplanan kalite kayıpları

| Palet Yüzeyi | IR (1) | | St - 1 (2) | | St - 2 (3) | | A (4) | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------|------------|-----|--------------|
| | Ortalama depolama süresi (gün) | Ortalama depolama sıcaklığı (°C) | Toplam kalite kaybı (%) | Ortalama depolama süresi (gün) | Ortalama depolama sıcaklığı (°C) | Toplam kalite kaybı (%) | Ortalama depolama süresi (gün) | Ortalama depolama sıcaklığı (°C) | | | | |
| Fabrika deposu | 150 | -30 | 34.50 | 240 | -25 | 65.10 | 480 | -25 | 130.00 | 150 | -24 | 42.00 |
| Taşıma | 2 | -25 | 0.54 | 1/4 | -24 | 0.07 | 1/4 | -24 | 0.07 | 2 | -18 | 0.95 |
| Dağıtım deposu | 60 | -24 | 16.80 | 60 | -22 | 20.13 | 120 | -20 | 48.00 | 60 | -18 | 28.83 |
| Taşıma | 1 | -20 | 0.40 | 1/4 | -21 | 0.09 | 1/4 | -21 | 0.09 | 1 | -17 | 0.53 |
| Perakendeci dep. | 14 | -18 | 6.70 | 50 | -18 | 24.03 | 120 | -10 | 176.36 | 14 | -13 | 11.50 |
| TOPLAM KAYIP | 227 | | 58.94 | 350.0 | | 109.40 | 720.5 | | 354.21 | 227 | | 83.82 |

Paletin Isısal Orta Noktası

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|-----|--------------|--------------|-----|---------------|--------------|-----|---------------|------------|-----|--------------|
| Fabrika deposu | 150 | -30 | 34.63 | 240 | -25 | 65.00 | 480 | -25 | 129.87 | 150 | -24 | 42.22 |
| Taşıma | 2 | -25 | 0.50 | 1/4 | -24 | 0.07 | 1/4 | -24 | 0.07 | 2 | -18 | 0.74 |
| Dağıtım deposu | 60 | -24 | 16.80 | 60 | -22 | 20.13 | 120 | -20 | 47.85 | 60 | -18 | 28.56 |
| Taşıma | 1 | -20 | 0.31 | 1/4 | -21 | 0.08 | 1/4 | -21 | 0.10 | 1 | -17 | 0.50 |
| Perakendeci dep. | 14 | -18 | 6.63 | 50 | -18 | 24.03 | 120 | -10 | 174.26 | 14 | -13 | 11.11 |
| TOPLAM KAYIP | 227 | | 58.87 | 350.5 | | 109.33 | 720.5 | | 352.14 | 227 | | 83.14 |

Çizelge 2 b : Taze fasülye paletinde hesaplanan kalite kayıpları.

| Palet Yüzeyi | IIR (1) | | St - 1 (2) | | St - 2 (3) | | A (4) | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------|-----|--------------|
| | Ortalama depolama süresi (gün) | Ortalama depolama sıcaklığı (°C) | Toplam kalite kaybı (%) | Ortalama depolama süresi (gün) | Ortalama depolama sıcaklığı (°C) | Toplam kalite kaybı (%) | Ortalama depolama süresi (gün) | Ortalama depolama sıcaklığı (°C) | Toplam kalite kaybı (%) | | | |
| Soğuk Zincir | | | | | | | | | | | | |
| Fabrika deposu | 150 | -30 | 34.52 | 240 | -25 | 65.57 | 480 | -25 | 129.70 | 150 | -24 | 42.03 |
| Taşıma | 2 | -25 | 0.53 | 1/4 | -24 | 0.28 | 1/4 | -24 | 0.07 | 2 | -18 | 0.93 |
| Dağıtım deposu | 60 | -24 | 16.80 | 60 | -22 | 20.12 | 120 | -20 | 48.00 | 60 | -18 | 28.88 |
| Taşıma | 1 | -20 | 0.38 | 1/4 | -21 | 0.36 | 1/4 | -21 | 0.09 | 1 | -17 | 0.53 |
| Perakendeci dep. | 14 | -18 | 6.73 | 50 | -18 | 24.02 | 120 | -10 | 174.00 | 14 | -13 | 11.44 |
| TOPLAM KAYIP | 227 | | 58.96 | 350.5 | | 110.35 | 720.5 | | 351.88 | 227 | | 83.82 |

Paletin Isısal Orta Noktası

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|-----|--------------|--------------|-----|---------------|--------------|-----|---------------|------------|-----|--------------|
| Fabrika deposu | 150 | -30 | 34.61 | 240 | -25 | 65.04 | 480 | -25 | 129.90 | 150 | -24 | 42.24 |
| Taşıma | 2 | -25 | 0.50 | 1/4 | -24 | 0.27 | 1/4 | -24 | 0.07 | 2 | -18 | 0.70 |
| Dağıtım deposu | 60 | -24 | 16.80 | 60 | -22 | 20.10 | 120 | -20 | 47.83 | 60 | -18 | 28.88 |
| Taşıma | 1 | -20 | 0.31 | 1/4 | -21 | 0.33 | 1/4 | -21 | 0.10 | 1 | -17 | 0.50 |
| Perakendeci dep. | 14 | -18 | 6.62 | 50 | -18 | 23.90 | 120 | -10 | 174.03 | 14 | -13 | 11.08 |
| TOPLAM KAYIP | 227 | | 58.92 | 250.5 | | 109.58 | 720.5 | | 352.42 | 227 | | 83.41 |

Kalite kayıplarını gösteren çizelgeler incelendiğinde, en düşük sıcaklığın uygulandığı uzun süreli depolamalarda en yüksek kayıpların olduğu görülür. Buna karşın kısa süreli taşımalarda, ortam sıcaklığı yüksek olmasına rağmen kalite kayıpları çok düşük düzeydedir. Bu gözlemlerden şu önemli sonuç ortaya çıkmaktadır. «Soğuk zincir boyunca sıcaklık - süre etkileşmesi sonucu oluşan gıda kalitesini birinci derecede belirleyen etken sıcaklık değil, süredir». Bu sonucu destekleyen en önemli bulgulardan biri depolama süresi ile kayıp yüzdesi arasında olumlu bir ilişkinin varlığına karşın (süre uzadıkça kayıplar artmaktadır), sıcaklıkla kalite kayıpları arasında benzer bir ilişkinin bulunmamasıdır. Örneğin ıspanakta toplam 227 günlük depolama sonucu yaklaşık % 59 kalite kaybı olduğu saptanmıştır. Taşıma sonucu oluşan kayıplar bu toplamın yalnızca % 0.94'ü oranındadır (Çizelge 2).

Soğuk zincirde birincil etkenin süre olduğunu belirledikten sonra biraz da sıcaklık üzerinde duralım. Bilindiği gibi genelde sıcaklık düştükçe kalitenin daha iyi korunacağına inanılır. Bu düşünce çoğu dondurulmuş gıdalar için doğru olmasına karşın, bazı ekonomik nedenlerle sınırlanmıştır. Zira sıcaklık düştükçe depolama maliyeti artar. Birbirine zıt olan bu iki düşünce, soğuk depolamada en uygun (optimum) bir sıcaklık gereksinimi doğurur. IIR tarafından en uzun depolamanın yapıldığı fabrika depolarında en uygun sıcaklık -30°C olarak önerilmektedir. Kanımızca bu sıcaklık derecesi yüksektir, -24°C'lik bir uygulama yeterlidir. -24°C'yi önermemizin iki temel nedeni vardır :

1. Dondurulmuş besini -24°C'den daha soğuk sıcaklıklarda depolama ile (örneğin -30°C) kalite korunmasında elde edilen ka-

zang; — 24°C'den daha soğuk bir depoyu kurma ve çalıştırma maliyetlerinden (elektrik gereksinimleri, dondurma yükü, yalıtım, işçilik giderleri vb.) daha düşük olmaktadır.

2. Bazı araştırmacılar gıdayı — 30°C'den düşük derecelerde depolamayla soğuk zincirin ileriki aşamalarında (özellikle taşımalarda) sıcaklık değişmelerine bağlı kalite azalmaları için bir «rezerv» oluştuğu kanısındadırlar. Bu görüşün geçersizliği şöyle açıklanabilir: — 30°C ile — 24°C'lerde ayrı ayrı depolanmış bir gıdanın — 18°C'lik sıcaklıkta soğuk zincirde taşındığını varsayalım. Doğal olarak daha sıcak bir ortama taşınan her iki gıda da denge sıcaklığına yükselecektir. — 30°C'den — 18°C'lik ortama getirilen gıdada sıcaklık farkı $\Delta T = 12^\circ\text{C}$ iken, — 24°C'den — 18°C'ye getirilen $\Delta T 6^\circ\text{C}$ olacaktır. Bu durumda — 30°C'de depolanan gıda ΔT 'nin büyük oluşundan dolayı — 24°C'de depolanana göre çok daha hızlı bir sıcaklık değişimine uğrayacak, diğer bir deyişle sıcaklık çok daha kısa sürede yükselecektir. Bu da kalite kayıplarının daha fazla olması demektir.

Genelde gıda soğuk zincirde yol alırken paletin yüzeyindeki paketlerde, merkezinde bulunanlara göre çok daha fazla kalite azalması olacağı varsayılır. Gerçekçe olarak da dıştaki gıdaların daha çok sıcaklık değişimlerine uğraması gösterilmektedir. Oysa çalışmamızda paletin yüzeyi ve merkezinde yer alan gıdalarda kalite açısından bir farklılık saptanmamıştır (Çizelge 2). Palet yüzeyi istenilen çevre sıcaklığına kısa sürede, orta noktası ise daha uzun bir sürede ulaşmaktadır. Her iki noktanın bu zıt özellikleri kalite kayıpları yönünden kısa ve uzun süreli depolamalarda birbirini dengeleyen. Sonuçta paletin yüzey ve orta noktasında yer alan gıdalar arasında kalite açısından bir fark oluşmaz. Örneğin; «A» soğuk zincirinde ıspanak için yüzeyde, taşımalarda oluşan kayıp % 1.46 iken; merkezde aynı kayıp % 1.20'dir. Bunun nedeni yüzeyin dış sıcaklık değerine çabuk ulaşmasıdır. Buna karşılık aynı zincirde, yüzeyde depolamalarla oluşan kayıp % 82.35 iken, merkezde % 82.20'dir.

Yukarıda açıklanan sonuçlar doğrultusunda çıkacak «A» zinciri önerilmektedir. Bu zincirde IIR'in önerdiği sürelerin benimsenmesine

karşın, sıcaklıklarda büyük farklılıklar söz konusudur. — 24°C'lik fabrika deposu sıcaklığına karşın, taşımalar ve perakende satış amacıyla yapılan depolamada kısa süreli — 13°C'ye varan sıcaklık yükselmeleri kabul edilmiş, dağıtım depolarındaysa — 18°C'lik sıcaklık uygulaması yeterli görülmüştür. IIR zinciri ile «A» zincirinin sonuçları karşılaştırıldığında; IIR'de toplam % 59'luk kalite kaybına karşı, «A» soğuk zincirinde % 83'lük kayıp olduğu görülür. İlk bakışta çok yüksek gibi görülen bu fark, önceden de sözedildiği gibi, yalnızca üretici elinde bir yıldan fazla kalan % 10 - 15 oranındaki gıda için sözkonusudur.

8. SONUÇ

Ülkemizde henüz yeni gelişmeye başlayan dondurulmuş gıda sanayiinde soğuk zincir aşamalarının bilinçli bir şekilde kurulması gerekmektedir. Çünkü soğuk zincir hem gıda kalitesi, hem de ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Değişik soğuk zincir sistemleri örnek olarak sıcaklık değişimleri ve buna bağlı kalite kayıplarının hesaplandığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara varılmıştır :

1. Son gıda kalitesi üzerine en önemli etken gıdanın soğuk zincir halkalarındaki kalma süresidir.
2. Soğuk zincirde en yüksek kalite kayıpları, en uzun süreli depolamaların yapıldığı fabrika depolarında meydana gelmektedir. Daha sonraki en yüksek kayıplarsa, gıdanın kalma süresi ile orantılı olarak dağıtım ve perakendeci depolarında oluşmaktadır. Kısa süreli taşımalarındaki kayıpların pratik bir önemi olmamaktadır.
3. Dondurulmuş gıdaların en uzun kaldığı fabrika depoları için IIR'in önerdiği — 30°C'lik sıcaklık yüksektir. Bu depolarda — 24°C'lik sıcaklık uygulaması yeterli olacaktır.
4. Paletin dış ve iç kısımlarında yer alan besinlerin kaliteleri arasında sanılanın aksine bir fark bulgulanmamıştır.
5. Ispanak ve taze fasulye kayıp nicelikleri açısından belirgin bir fark göstermemektedir.

K A Y N A K L A R

1. ANONYMOUS, 1972. Recommendation for the processing and handling of frozen foods. 2nd edition, IIR, Paris.
2. ANONYMOUS, 1977. UKAFFP Code of Recommended Practice for the handling of frozen foods. London, 31p.
3. BOECH - SOERENSEN, L. and BRAMSNÆES, F. 1977. The effect of storage in retail cabinets on frozen foods in freezing, frozen storage and freeze-drying of biological and food stuffs. Edited by IIR, Paris, 375 - 382.
4. HALL, L.P. 1979. Quality aspects of frozen food in distribution. Proc. Inst. of Food Sci. and Technol. (U.K), 12, 267 - 270.
5. LÖNDAHL, G. 1979. How to maintain a sufficiently low temperature in frozen distribution. Quick Frozen Foods International, 116 - 117.
6. PALA, M. 1980. Development of Temperature and Quality as depending on the Condition of cold chains. Sprenger Institut Rapport. Wageningen, Holland.
7. PALA, M. 1981. Dondurulmuş Gıda Sanayinde Soğuk Zincir ve Kalite Kayıpları. Tarımsal Ürünlerin Değerlendirilmesinde Soğuk Tekniği Semineri. Eylül. 1981. E.Ü. Ziraat Fakültesi, 100 - 106.
8. PALA, M. 1982. Meyve ve Sebzelerin Dondurularak Depolanması. 7. İzmir Gıda ve Tarım Fuarı «Gıda Maddelerinin Taşınması ve Depolanması Sempozyumu».
9. PALA, M. 1982. Effect of different pretreatments on the quality of deep frozen green beans and carrots. I.I.F - I.I.R. - Commission B2, C2, D1 - Sofia (Bulgaria), 1982 - 4.
10. ROODA, J.E., MEFFERT, H.F. Th. and RUDOLPHIJ, J.W. 1971. PALCON, a Fortran IV program for the computation of the temperature distribution in containers pallets and other rectangular parallelepipedic. Sprenger Institut, Rapport, Wageningen, Holland.
11. SANDERSON - WALKER, M. 1975. Frozen foods; Management of distribution chain. Food Manufacture, 7, 25 - 34 p.
12. VAN ARSDEL, W.D., COPLEY, M.J. and OLSON, R.L. 1969. Quality and Stability of Frozen Foods, Wiley and sons, U.S.A.
13. WARE, M.S. 1977. New developments in the cold chain. Proc. Inst. of Food Sci. and Technol. (U.K), 10, 163 - 165.