

# Meyve ve Sebzelerin Dondurularak Saklanması

Doç. Dr. Mehmet PALA

Gıda Mühendisliği Bölümü — İZMİR

## 1. Giriş

Genel olarak besinlerin bozulmalarının önlenmesi ve niteliklerinin korunması amacıyla değişik fiziksel, kimyasal ve biyolojik saklama yöntemleri kullanılmaktadır. Kurutma, konserve işleme, konsantre etme gibi fiziksel saklama yöntemleri arasında besinlerin dondurularak saklanması kalitenin korunması bakımından uygulanan en iyi yöntemlerin başında gelmektedir.

Bilindiği gibi meyve ve sebzeler içerdikleri yüksek orandaki su niceliği ve fizyolojik yapıları nedeniyle, kısa sürede besin değerlerini ve niteliklerini yitirerek bozulmaktadırlar. Uygulanan dondurma işlemi ile meyve ve sebzelerde bulunan su, buz kristallerine dönüştürülerek su aktivitesi önemli ölçüde düşürülmektedir. Böylece su aktivitesine koşturarak depolama sıcaklığının da düşürülmesi sonucu besindeki biyokimyasal tepkimelerin hızı minimize edilmekte ve mikrobiyolojik etkinlikler durdurularak kalitenin korunması amaçlanmaktadır. Örneğin, başlangıçta su aktivitesi 0.99 olan bir besinin dondurma sonucu su aktivitesi - 20°C'de 0.82'ye düşmektedir (WOLF, W. ve ark, 1973). Bu düzeyde su aktivitesi gösteren besinlerde patojen ve gıdaların bozulmasına

**Çizelge 1. Bazı meyve ve sebzelerin başlangıç donma sıcaklıkları**

Meyve	Başlangıç donma sıcaklıkları
Çilek	— 1.2
Elma, Armut	— 2.0
Vişne	— 4.5
Şeftali	— 1.4
Erik	— 2.2
Kestane ve Fındık	— 6.7
<b>Sebze</b>	
Taze Fasulye	— 1.1
Bezelye	— 1.2
Karnabahar	— 1.1
Domates	— 0.9
Ispanak	— 0.9

neden olan mikroorganizmalar gelişmemektedir. Besin maddelerindeki su hiçbir zaman saf olarak bulunmaz. Protein ve karbonhidratlar gibi maddelerle beraber bulunur. Bu nedenle besinlerin donmaya başlama sıcaklıkları, suyun donma noktasından daha düşüktür. Çizelge 1'de değişik besinlerin başlangıç donma sıcaklıkları verilmiştir (PAULUS, K. ve SPIESS, W. 1978).

Burada da görüldüğü gibi meyve ve sebzelerin genel olarak — 1 ile — 2°C arasında donmaya başladığı ancak fındık, kestane gibi yüksek oranda kurumadde içeren meyvelerde ilk buz kristallerinin oluşması daha düşük sıcaklıkları gerektirmektedir. Donma noktasından başlayarak sıcaklığın düşmesi ile besindeki su donmaya devam eder. Örneğin, sıcaklığın — 5°C'ye düşene değin çilekteki suyun % 75'i donmaktadır. Ancak besinlerdeki serbest suyun tamamen donması — 25°C'nin altında gerçekleşmektedir. Genel olarak dondurma işlemi kendi içinde 4 basamaktan oluşmaktadır :

1. Önsoğutma : Besini başlangıç sıcaklığından donma noktasına kadar soğutma. Örneğin, + 15°C'den — 1°C'ye kadar soğutma, ön soğutma olarak bilinmektedir.
2. Besinden besine değişimle birlikte, dondurmanın ikinci basamağında besinde ilk buz kristalleri oluşmaya başlamakta ve donma sıcaklığı besindeki suyun önemli bir bölümünün donmasına kadar sabit kalmaktadır.
3. İkinci basamaktan sonra besin sıcaklığının düşmesi sonucu geri kalan su donmaktadır.
4. Son aşamada serbest suyun tamamen donmasından sonra evre değişimi meydana gelmeden besin sıcaklığı düşer.

Besinin ısısal orta nokta sıcaklığının — 18°C'ye düşmesiyle, dondurma işlemi tamamlanmış olarak kabul edilmektedir.

## 2. Dondurmanın Bitkisel Kökenli Besinlerde Oluşturduğu Değişiklikler

Dondurma sırasında bitkisel hücrelerde

oluşan değişiklikler büyük ölçüde hücre yapısı ve fonksiyonuna bağlıdır. Dondurma işleminin meyve ve sebze hücrelerinin fonksiyonel özelliklerinde oluşturduğu değişimler üç ana noktada toplanabilir :

1. Plazmoliz : Dondurma işlemi sırasında hücre içerisindeki suyun donması sonucu çözünür hücre içi maddelerinin bağıl konsantrasyonu artmakta ve plazma kısmen veya tamamen koagüle olması nedeniyle hücre ölmektedir. Bu koagülasyon irreversibl bir durum gösterir. Bu olay plazmoliz olarak tanımlanmaktadır.
2. Hücre zarının permeabilitesini yitirmesi : Hücre zarı geçirgenlik özelliğini donma sırasında yitirmekte ve böylece hücre turgor durumunda değişme meydana gelmektedir. Turgor değişmesi hücre içi maddelerin kaybolmasına neden olmaktadır.
3. Hücre strüktürünün yumuşaması : Pektin gibi yüksek moleküllü içerik maddelerinin donma sırasında irreversibl su kaybetmeleri sonucu, hücre stabilitesini koruyamaz duruma gelmektedir. Böylece dokuda gevşeme ve yumuşama ortaya çıkar. Bu değişimler hücrenin fizyolojik durumu ve uygulanan donma hızına göre farklılık gösterir. Genç meristem hücreleri ile yüksek kurumadde içeren hücreler donmaya karşı dayanıklı olmalarına karşın, genel olarak düşük kurumadde içeren hücreler donmaya karşı daha duyarlıdır.

### 3. Meyve ve Sebzelerin Dondurularak İşlenmesi

Besinlerin işleme ve saklanmaları sırasında bir yandan kaliteyi iyi yönde etkileyecek ya da koruyacak değişiklikleri sağlarken, öte yandan kaliteyi bozucu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak gerekmektedir. Bu bakımdan besinlerin işlenmesinde hammaddeden başlayan ve tüketime kadar ulaşan halkalardaki etmenleri iyi tanımak zorunlu olmaktadır. Üreticiden tüketiciye kadar oluşan dağıtım zincirinin iyi kurulması yalnızca tüketici açısından değil üretici ve işleyici açısından da önem taşımaktadır.

Bunları şu şekilde sıralayabiliriz : Uygun hammadde üretimi, Ön işleme, Derin dondurma ve paketlenme, Soğuk zincir halkaları. Şimdi bu aşamaları kısa olarak gözden geçirelim.

#### 3.1. Uygun hammadde üretimi ve seçimi :

Genel olarak işlenmiş meyve ve sebze mamullerinin üretilmesinde hammadde kalitesinin büyük önemi vardır. Düşük kaliteli bir hammaddeden iyi kaliteli gıda üretmek mümkün değildir. Aynı tür içerisinde değişik çeşit sebzeler dondurmaya uygunlukta çok farklı sonuçlar vermektedirler. Bu bakımdan özellikle dondurmaya uygun meyve ve sebze çeşitlerinin saptanması gerekmektedir. Meyve ve sebzelerin derim olgunluğunun belirlenmesi ve fabrikaya çok kısa sürede taşınarak işlenmeleri önem taşımaktadır. Bezelye, kuşkonmaz ve çilek gibi hammaddelerin derimden sonra en kısa sürede dondurulmaları kalitelerinin korunması açısından zorunluluk göstermektedir. Yapılan bir araştırmaya göre 21°C'de 11 saat bekletilen çilekteki kalite kaybı — 18°C'de bir yıllık depolama sırasında oluşan kalite kaybına eşdeğer olduğu bulgulanmıştır (CIOBANU, A. ve NICOLESCU, L. 1976).

**3.2. Ön işleme :** Dondurulmuş meyve ve sebzelerin kalitelerine ön işleme yöntem ve koşullarının doğrudan etkili olduğu bilinmektedir. Temizleme, yıkama, ayırma, soyma gibi işleme aşamaları uygulanan meyve ve sebzelerde genel olarak aynı amaca yönelik olmaktadır. Meyvelerin dondurma işlemi öncesi özellikle elma, kayısı, şeftalide olduğu gibi renk değişimlerinin ya da kalsiyum tuzlarının yardımıyla tekstür değişimlerinin önlenmesine çalışılmaktadır. Bu amaca yönelik olarak meyvelere, içerisinde % 40 - 50 şeker bulunan şurup katılarak renkteki esmerleşme engellenmektedir. Meyvalara 3 : 1 oranında şeker çözeltisi katılması yeterli olmaktadır. Şeker çözeltisine % 0.05 - 0.25 oranında askorbik asidin katılması kalitenin korunmasında daha da etkili olmaktadır. Dondurma öncesi renk esmerleşmesinin önlenmesinde kullanılan diğer bir yöntem de meyvelerin % 0.5 - 3 sitrik asit çözeltisine daldırılmasıdır.

Sebzelere dondurmadan önce uygulanan en önemli işlem haşlamadır. Sebzelerin asıl işleme öncesi 60 - 100°C arasında ısıtılmalarına

haşlama adı verilmektedir. Haşlamadan asıl amaç sebzelerde bulunan enzimlerin inaktive edilmeleri ve doku havasının dışarı çıkarılmasıdır. Haşlama koşullarının belirlenmesinde ısıya en dayanıklı enzim olan peroksidaz enzimi ölçüt olarak alınmaktadır. Sebzelerde haşlama sırasında vitamin, mineral madde ve karbonhidrat içeriklerinde azalmalar meydana gelmektedir. İçerik maddelerinin haşlama sırasında azalmasına birinci derecede haşlama süresi etki etmekte. Ayrıca haşlama sıcaklığı, sebzenin büyüklüğü ve olgunluk derecesi ile yüzey alanı da etkili olmaktadır.

Sebzelerde enzimler özellikle lipidleri konverte eden enzimler **off-flavour** oluşmasına neden olmaktadır. Değişik sebzeler derim döneminde değişik metabolizma aktivitesi gösterirler. Örneğin; ıspanak, bezelye, taze fasulye, karnabahar, Brüksel lahanası gibi sebzelerin derim döneminde aktif bir metabolizmaları vardır. Buna karşın domates, biber, pırasa, kabağ, havuç ve soğan gibi sebzelerde pek aktif bir metabolizma gözlenmez. Bu nedenle bu tip sebzelerin haşlanmaları kalitelerinin düşmesine yol açmaktadır. Haşlanmadan dondurulacak olan sebzelerin soyulduktan veya parçalandıktan sonra yeterli ölçüde suyla yıkanması gerekir. Soyulan ve parçalanan sebzelerin yüzeyindeki hücreler parçalandığında, enzim sistemleri çok daha aktif çalışmakta, dolayısıyla kalitenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu bakımdan genel olarak haşlanmadan dondurulacak olan soyulmuş ve parçalanmış sebzelerin bol su ile yıkanmaları önerilir. Havuçlara 43 haşlama veya benzeri önışleme uygulayarak yaptığımız araştırmalarda; havuçların haşlanmadan özellikle vakum paketlenerek dondurulmalarının kalite açısından en iyi sonucu verdiği saptanmıştır (PALA, 1981a). Genel olarak bu konuda şu söylenebilir; salata yapılmasında kullanılan tüm sebzelerin dondurulmaları sırasında haşlanmalarına gerek yoktur.

Öte yandan mutlaka haşlanmaları gerekli sebzeler de bulunmaktadır. Örneğin; ıspanak, bezelye, Brüksel lahanası, karnabahar gibi. Taze fasülyeler üzerine yaptığımız bir çalışmada; haşlama, vakum paketlenme, ısı şoku, vakumla hava çıkarma ve bunların kombinasyonlarını içeren 10 değişik önışleme yönteminin taze fa-

sülyelere olan etkileri araştırılmıştır. Uygulanan bu yöntemlerden ısı şokunda sebzeler kaynayan suda 10 saniye gibi çok kısa bir süre tutulmaktadırlar. Isı şokunun sebze tekstüründe hiç bir değişmeye neden olmamasına karşın, haşlamanın tekstürde önemli ölçüde yumuşamaya neden olduğu bulgulanmıştır. Taze fasülyeleri dondurmadan önce vakumla hava çıkarma ile birlikte ısı şoku uygulamasının kaliteyi en iyi şekilde koruduğu, yaptığımız araştırmada saptanmıştır. Ayrıca taze fasulye ve havuçlara dondurma öncesi uygulanan değişik önışleme yöntemlerinin ve koşullarının kaliteye doğrudan etki yaptığını ve bu yöntemlerin her değişik sebzeğe göre farklı uygulanmasının gerektiğini vurgulamak gerekir (PALA, 1981a).

**3.3. Meyve ve sebzelere uygulanan dondurma yöntemleri ve donma hızı :** Dondurma yöntemleri 4 ana grup içerisinde toplanabilir;

1. Hava dolaşımli dondurucular : Bu tip dondurucularda ısı transferi kompresör sistemindeki buharlaştırıcı ile besin arasında hava ile yapılmaktadır. Meyve ve sebzeler, tepsilerde blok olarak dondurulabildikleri gibi IQF olarak bilinen akışkanlaştırılmış yatay şekilde olan dondurucular da kullanılmaktadır. Bu tip dondurucular sanayide yaygın olarak kullanılmaktadır.
2. Plâkalı dondurucular : Besin soğutucu yüzey ile doğrudan temas ederek dondurma sağlanmaktadır.
3. Daldırmalı dondurucular : Glikol gibi soğutulmuş sıvı içerisine besinlerin daldırılması yoluyla dondurma yapılmaktadır.
4. Soğutkan sıvıların buharlaşmasından yararlanılarak kullanılan dondurucular : Sıvı azot, Freon 12 veya sıvı karbondioksit gibi soğutkan sıvılar dondurulacak olan besin üzerine püskürtülmekte ve buharlaşmaktadır. Buharlaşması için gerekli ısıyı, dondurulacak olan besinden alarak donmasını sağlamaktadır.

Bu gün üretilen dondurucular teknolojik açıdan gerekli koşulları rahatlıkla sağlayabilmektedirler. Çizelge 2'de günümüzde kullanılan bazı dondurucu tiplerinin ısı transfer katsayıları verilmiştir (POULSEN, 1977).

**Çizelge 2. Dondurucu tiplerindeki ısı transfer katsayıları.**

Dondurucu tipi	Isı Transfer Katsayısı (W/m <sup>2</sup> °K)
Hareketsiz hava	5
Hava dolaşımli (hava hızı 2.5 m/s)	15
Hava dolaşımli (hava hızı 5.0 m/s)	25
Akışkan yatak (hava hızı 2.5 m/s)	100
Plâkalı dondurucu	500
Daldırılmalı dondurucu	800
R12 (buharlaşan)	1000
Buharlaşan sıvı azot	1500

Baş tarafta da belirtildiği gibi dondurma işlemi besinin ısısal orta noktasının — 18°C'ye ulaşmasıyla tamamlanmış olmaktadır. Meyve ve sebzelerin dondurulmasında, dondurma süresi özellikle donma hızı önem taşımaktadır. Genel olarak donma hızı iki şekilde tanımlanmaktadır. Besin içerisindeki belli bir noktadaki birim zamandaki lineer sıcaklık düşmesi lokal donma hızı olarak tanımlanmaktadır. Birimi (Kelvin/dakika)'dır. Endüstriyel uygulamada daha çok integral donma hızı kullanılmaktadır. Integral donma hızı, bir izotermin besin içerisindeki hareket hızını tanımlamaktadır. Birim olarak cm/saat alınmaktadır. Bu donma hızı birçok ülkede ve Uluslararası Soğuk Tekniği Enstitüsü'nün önerdiği gıda normlarında kullanılmaktadır.

Ortalama integral donma hızlarının pratikteki uygulamasına bakılacak olursa Çizelge 3 ortaya çıkmaktadır.

**Çizelge 3. Ortalama integral donma hızları**

	Ortalama Integral Donma Hızı (cm/h)
Çok hızlı donma	5
Hızlı donma	1 - 5
Yavaş donma	0.2 - 1
Çok yavaş donma	0.2

Bugün endüstriyel uygulamada istenilen donma hızını gerçekleştirmek mümkündür. Ancak besinler donma hızı istemlerine göre 4 ana grupta toplanabilirler (SPIESS, 1980).

— Birinci gruba giren besinlerin kalitesinde donma hızı herhangi bir etki yap-

mamaktadır. Yüksek oranda kurumadde içeren bezelye, yağlı et gibi besinler bu gruba girmektedir.

— İkinci gruba giren besinlerde donma hızı minimal hızın (0.5 - 1 K/dak) altına düşmemelidir. Daha yüksek donma hızı kalitede iyileşme getirmemektedir. Balık, yağsız et, nişasta ve un bazlı hazır yemekler bu grup içinde sayılabilir.

— Üçüncü grupta artan donma hızıyla kalitesi iyileşen besinler toplanmıştır. 3 - 6 K/dak. veya daha yüksek donma hızı gerektiren çilek, havuç, taze fasulye gibi daha çok meyve ve sebzeler bu gruba girerler.

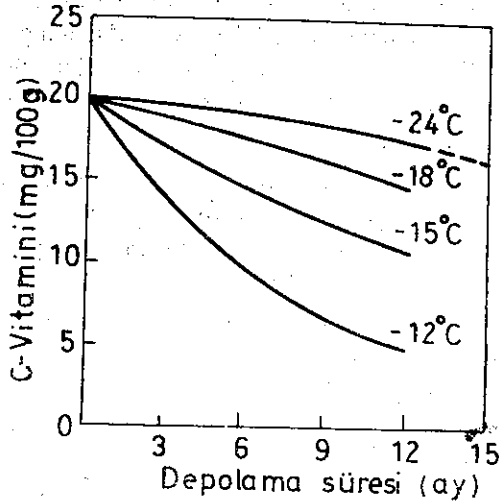
— Yüksek donma hızının kalitede önemli iyileşme getirdiği besinler: Ancak bu gruptaki besinlerde sıcaklık gerilimi oluşması nedeniyle hücre yapılarında çatlama meydana gelebilmektedir. Domates ve salatalık bu gruba giren besinler arasında sayılabilir.

Görüldüğü gibi besine göre donma hızının ayarlanması sözkonusu olmaktadır. Dondurulmuş olan meyve ve sebzelerde paketlemenin asıl amacı don yanığının, yani yüzey kurummasının ve besinin oksijenle olan temasını mümkün olduğu kadar önlemektir. Paketleme işleminden sonra dondurulmuş besinler soğuk zincir halkalarının ilki olan fabrika deposuna alınır.

### 5. Depolama ve Soğuk Zincir

Dondurulmuş besinlerin tekniğe uygun olarak — 18°C veya altındaki sıcaklıklarda depolanmaları halinde protein, yağ ve karbonhidrat içeriklerinde besleme değeri açısından önemli bir değişim olmamaktadır. Ancak vitamin içeriklerinde uygulanan depolama koşullarına özellikle sıcaklıklarına göre değişim gözlenmektedir.

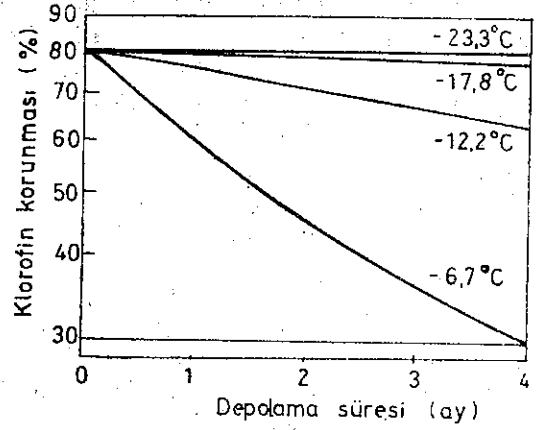
Çizge 1'de görüldüğü gibi dondurulmuş taze fasülyenin C - vitamini içeriği farklı depolama sıcaklıklarında süreye bağlı olarak değişmektedir (EICHNER, 1977). C - vitamini parçalanması, yüksek sıcaklıklarda daha hızlı olmaktadır. Aynı şekilde klorofildeki değişimin de sıcaklıkla doğrudan ilişkili olduğu Çizge 2'de



Çizge 1: Dondurulmuş taze fasülyenin depolama sırasında C - Vitamin içeriğinin değişimi

görülmektedir (EICHNER, 1977). Genel olarak dondurulmuş meyve ve sebzelerin kalitelerini en yüksek düzeyde korumak için amaçlanan depolama süresine göre uygun sıcaklık derecesi seçilmelidir.

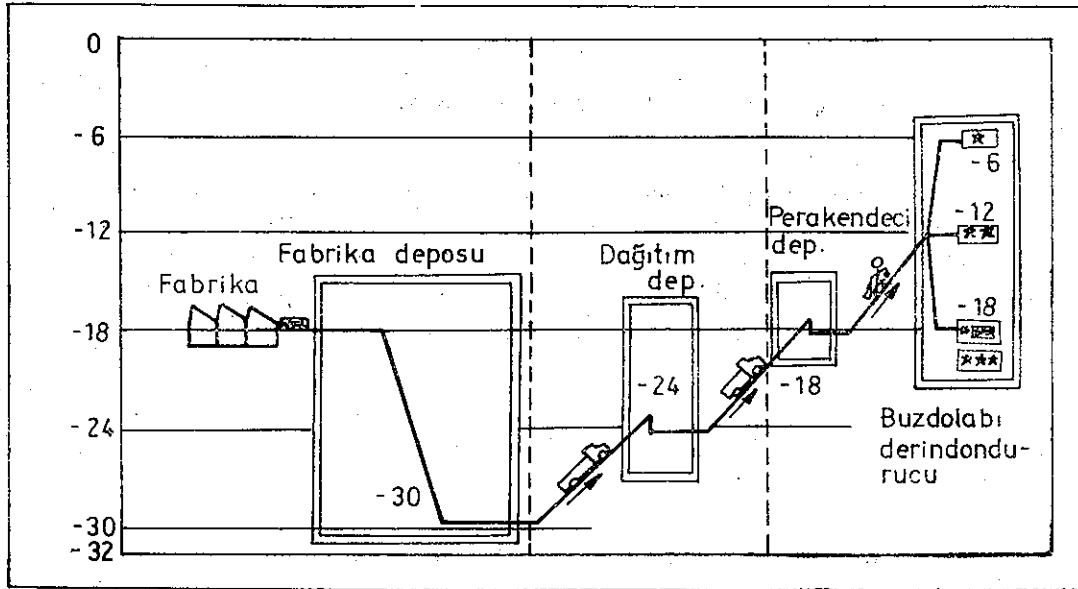
Ayrıca depolama sırasında düşük bağıl nem ve sıcaklık değişimlerinden kaçınılmalıdır. Besinler gereğinden uzun süre depolanmamalıdır.



Çizge 2: Taze fasülyenin değişik sıcaklıklarda depolanmasında klorofil değişimi

Bu noktalara soğuk zincir halkalarında dikkat etmek gereklidir.

Besinlerin donduruldukları andaki kalitelerini tüketime kadar korumaları amacıyla soğukta, yeni düşük sıcaklıkta depolanması ve taşınmasını soğuk zincir olarak tanımlıyoruz. Soğuk zincir değişik halkalardan oluşmaktadır. Uluslararası Soğuk Tekniği Enstitüsü'nün önerisine göre Çizge 3'de görüleceği gibi soğuk zincir, şu halkalardan oluşmaktadır (ANON, 1972).



Çizge 3: Soğuk Zincir Halkaları

1. Dondurulmuş besin üretimi (Fabrika)
2. Fabrika deposu (Sıcaklık -30°C depolama süresi 150 gün)
3. Dağıtım deposu (Sıcaklık -24°C depolama süresi 60 gün)

4. Perakendeci deposu (Sıcaklık -18°C süre 14 gün)
5. Tüketici (buzdolabı) -6°C'de 1 hafta, -12°C'de 1 ay ve -18°C'de 3 ay.

Pratikte Uluslararası Soğuk Tekniği Enstitüsü'nün önerdiği soğuk zincir halkalarındaki sıcaklık ve süreler pek uyulmamaktadır. Nitekim İngiltere, Hollanda ve Almanya'da yaptığımız araştırmalara göre; soğuk zincir halkalarındaki sıcaklık ve süreler ülkeden ülkeye, firmadan firmaya ve besinden besine büyük farklılıklar göstermektedir (PALA, 1981b).

Dondurulmuş besinlerin kalitelerine etki eden en önemli etken soğuk zincir halkalarındaki kalma süresidir. Soğuk zincirdeki kalite kayıplarının hesaplanmasında süre - sıcaklık ilişkisi temel alınmaktadır.

#### 6. Dondurulmuş Besin Sanayinin Türkiye'deki Önemi ve Gelişmesi

Dünya'da dondurulmuş besin üretimi ve tüketimi artarak yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde de dondurulmuş besin üretimi özellikle dışsattım olanaklarının çok iyi olması nedeniyle önem kazanmış ve en aktüel yatırım sahalarından biri olmuştur. Önümüzdeki 2 - 3 yıl içerisinde iç tüketimde de önem kazanacak olan dondurulmuş besin üretiminin sağlıklı gelişmesi için kamu ve özel sektörün kuracağı işletmelerin yer, kapasite ve teknoloji seçiminde özenle hazırlanmış bir geliştirme planı çerçevesinde

desteklenmesi gereklidir. Türkiye'de kurulu soğuk hava depolarında 77 değişik marka kompresörün çalıştığını belirtmek, konunun bu güne değin nasıl plânsız ve kontrolsüz geliştiğinin en ilginç kanıtıdır.

Türkiye'nin dondurulmuş meyve ve sebze dışsattımına bakacak olursak bu güne dek önemli bir gelişme olmamıştır. Nitekim 1979 yılında 1.9 milyon dolarlık, 1980 yılında 767 bin dolarlık ve 1981 yılının ilk beş ayında 204 bin dolarlık dondurulmuş meyve ve sebze dışsattımı yapılabilmektedir.

Bugün dışsattımda özellikle dondurulmuş pirasa, karnabahar, kuşkonmaz, yabancı mantar, vişne ve incir ilk sırada olmak üzere erik, çilek, bezelye ve patlıcan istemleri yoğunluk kazanmaktadır. Avrupa ülkeleri sürekli artan dondurulmuş meyve ve sebze istemleri, bu sanayinin kısa sürede gelişmesine şans vermektedir. Ancak işletmelerin hammadde üretim yöntemlerinden uzakta ve çoğunlukla birarada kurulmaları gelecekte, varolan kaliteli ve standart hammadde teminindeki güçlükleri büyük boyutlara ulaştıracaktır. Bu bakımdan dondurmaya uygun yeterli nicelikte hammadde üretimi, teknolojik bilgi ile plânlı bir gelişme koordinasyonu zorunlu görülmektedir.

#### SUMMARY

##### Freezing Preservation Of Fruits And Vegetables

The Importance of freezing process as a preservation method has been emphasized and the effect of freezing on the plant tissue has been discussed. Pretreatments applied to fruits and vegetables prior freezing were analysed

and the influence of freezing rate on different fruits and vegetables was summarized. Quality changes during frozen storage were reviewed and cold chain was described.

#### KAYNAKLAR

1. ANON, 1972: Recommendations for the processing and handling of frozen foods. 2nd edition. IIR, Paris, 248 s.
2. CIOBANU, A. and NICOLESCU, L. 1976: «Fruits and vegetables» in cooling Technology in the Food Industry. ed. by CIOBANU, A. et. al. Abacus press. Tumbidge Wells, Kent. s. 377 - 410.
3. EICHNER, K. 1977: Packaging and storage of Cooled and Frozen Ready - to - serve Foods: in How Ready are Ready - to - serve foods. Edited by K. PAULUS. International Symposium, Karlsruhe - Germany. s. 198 - 214.
4. PALA, M. 1981a: Bazı sebzelerde uygulanan değişik önlemlerin ısısal saklama yöntemlerine etkileri ile bu saklamalardaki enerji tüketimi. Doçentlik tezi.
5. PALA, M. 1981b: Dondurulmuş Gıda Sanayinde Soğuk Zincir ve Kalite Kayıpları. Tarımsal Ürünlerin Değerlendirilmesinde Soğuk Tekniği Semineri. Eylül, 1981. E.Ü. Ziraat Fakültesi, s. 100 - 106.
6. PAULUS, K. and SPIESS, W. 1978: Technik physikalischer Konservierungsverfahren. Aktuelle Ernährungsmedizin 3, 158 - 164.
7. POULSEN, K.P. 1977: The freezing process under industrial conditions. IIF - IIR - Comission C1, C2. Karlsruhe, 347 - 353.

8. SPIESS, W. 1980: Impact of freezing rates on product Quality of deep frozen foods: in Food Process Engineering. ed. P. Linko, Applied Sci. Pub, London. p. 689 - 694.
9. WOLF, W., SPIESS, W.E.L. und JUNG, G.

1973: Die Wasserdampfsorptionisothermen einiger in der Literatur bislang wenig berücksichtigten Lebensmittel, Lebensm. u. Technol. 6, 94 - 96.



**Günümüzde süt...  
Pınar Süt**

"Saf ve uzun ömürlü-taze"  
süt çağını, Pınar açtı ülkemizde...

Üreticimizin emeğinin  
değerlenmesinde,  
tüketicimizin  
sağlıklı beslenmesinde öncülük etti.

Ülkemizde kalite ve güven,  
Pınar'dır bugün.

**PINAR**  
"sağlığınız için"