

ÇİLEKTE ÖN SOĞUTMA VE YÜKSEK KARBONDİOKSİT UYGULAMALARININ MEYVE KALİTESİ VE PAZARLAMA SÜRESİ ÜZERİNE ETKİLERİ¹

Ümit ERTAN²

Sözer ÖZELKÖK²

Füsun ÇELİKEL³

Kahraman KEPENEK⁴

ÖZET

Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde 1986-1987 yılları arasındaki iki yıllık zaman diliminde yürütülen bu projede derim olumu, ön soğutma ve değişik CO₂ oranlarının Tioga ve Yalova -15 çilek çeşitlerinin pazarlama süreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Yapılan denemelerde çileklerde derim olumu ile pazarlama süresi arasındaki ilişki olumsuz bulunmuş ayrıca soğutma süresi kısaltıldıkça meyvelerdeki aroma ve kalite azalışları da en alt düzeye inmiştir.

Yüksek CO₂'nin çilekler üzerindeki en belirgin avantajı çürümeler üzerinde gözlenmiştir. Ulaşım sırasında çileklerin bulunduğu atmosfer bileşiminin kuru buzla % 18-20 oranında CO₂'le zenginleştirilmesi halinde bir taraftan meyve metabolizması yavaşlatılarak çileklerdeki aroma ve kalite azalışlarının en düşük düzeye indirilebileceği saptanırken öteki taraftan da, düşük saklama sıcaklıklarında dahi çilekler için tehlikeli olan *Botritis cinerea* ve *Penissillium* spp. gibi fungus aktivitelerinin kontrol altına alınarak çileklerdeki çürümelerin azaltılabileceği ortaya konmuştur.

GİRİŞ

Ülkemizde çilek yetiştiriciliği giderek artan bir hızla yayılmaktadır. Son 15 yılı gözönüne alarak durumu gözden geçirdiğimizde, 1970'li yılların başlarında 16.500 ton olan üretimin son yıllarda yaklaşık % 100'lük bir artışla 35.000 tona ulaştığını görürüz.

Ülkemizde gerek taze çilek dış satımının artırılması, gerekse iç tüketim için pazara üstün kaliteli meyvelerin gönderilmesi halen uygulanmakta olan pazarlama tekniklerinin (derim, standardizasyon, ulaşım, önsoğutma, kontrollü atmosfer gibi) geliştirilmesiyle mümkün olacaktır.

Çilekler, literatürde, morfolojik ve tüketim benzerliklerinin dışında botanik olarak en küçük bir yakınlığı olmayan dut, böğürtlen, ahududu gibi yumuşak meyveler (soft fruit) grubuna dahil edilmiştir. (8) Bu meyve grubunun en önemli ortak özellikleri oldukça yumuşak dokulardan oluşmaları, çok hızlı bir metabolizmaya sahip olmaları ve ayrıca çürüme yapan organizmalara çok duyarlı olmaları şeklinde özetlenebilir (14,15,26). Bu özellikler bir taraftan çileklerin en uygun koşullarda dahi pazarlama süresini 1-2 haftayla sınırlandırılırken, öteki taraftan da *Botritis* ve *Rizopus* gibi fungusların meyvelerdeki tahribatını önemli ölçüde artırmaktadır (1,22). Bu nedenle çileklerde derim sonrası kayıpların azaltılmasıyla ilgili olarak günümüze kadar yapılan araştırmalardan ortaya çıkan genel kanı, teknoloji seçimine özen gösterilmesi ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Birçok etmen meyve metabolizması ve dolayısıyla da meyvelerin saklama süresi üzerinde etkili olmaktadır. Ancak bunlardan en önemlisi, derim olgunluğu, sıcaklık ve meyvenin içinde bulunduğu atmosfer bileşimleridir (8,12,22).

1. Yayın Kuruluna geliş tarihi : Kasım 1991.

2. Dr., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkezi Araştırma Enstitüsü., YALOVA

3. Uz., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkezi Araştırma Enstitüsü., YALOVA

4. Dr., Narinçiyeye Araştırma Enstitüsü - ANTALYA

Derim olgunluğunun çileklerin pazarlama süresi üzerindeki etkileri uzun yıllardan bu yana incelenmektedir. Günümüzde üreticiler pazarlama sırasındaki mekanik zararların azaltılması amacıyla yavaş olgunlaşan ancak meyve eti sert olan çeşitleri tercih etmektedir (12). Topping (26) derim olgunluğunun, çileklerin pazarlama süresindeki etkilerini araştırmak amacıyla Redgauntlet, Cambridge ve Favorite çilek çeşitleri üzerinde yaptığı araştırmalarda çileklerin pazarlama süresinin iki günü aşması halinde, meyvelerin önsoğutma ve ulaşımdan önce, tam olgunlaşmadan hemen önceki olgunluk evresinde derilmelerinin önemi üzerinde durmuştur. Araştırmacı yaptığı çalışmada meyvelerin 2/3 ile 3/4 ünün kızardığı evredeki çürüme oranının, meyvelerin 3/4'ü ile tamamının kızardığı evrede toplananlara kıyasla çok daha düşük olduğunu bildirmektedir.

Bilindiği üzere, klímakterik tipi meyvelerde derim olumu ile yeme olumu arasında olumlu bir ilişki vardır. Başka bir anlatımla, bu tip meyve türlerinde olgunluk ilerledikçe meyveler tad ve aromaca zenginleşmektedir (7). Konu üzerinde yapılan araştırmalar bu genel kanının çilekler içinde geçerli olduğunu göstermekle birlikte, meyveler çok erken bir olgunluk evresinde (meyvelerin 1/2'sinin kızardığı olgunluk evresi) toplanmadıkları sürece, kalite farkının özellikle yağmurlu geçen mevsimden sonra toplanan çilekler için önemsiz olduğunu ortaya koymaktadır (24).

Kısa tanımla ön soğutma, derimden hemen sonra, meyve ve sebzelerdeki metabolik aktivite ve fungus faaliyetinin en kısa süre içinde kontrol altına alındığı hızlı soğutma yöntemidir (10,22).

Meyve ve sebzelerin hızlı bir biçimde soğutulmaları büyük ölçüde depo içindeki hava sirkülasyonunun etkinliğine bağlıdır. Önsoğutmada ana ilke, mekanik sistemler aracılığı ile depo içinde oluşturulan hızlı hava akımının, basınç farkından yararlanarak meyve istifleri arasından zorunlu olarak sirküle ettirilmesi esasına dayanmaktadır. O halde önsoğutmadan ideal bir sonucun alınması, meyvelerdeki ortalama sıcaklığının mümkün olduğu kadar süratle uzaklaştırılmasına, ayrıca soğutma işleminin istifin ortasında bulunan meyvelerdeki sıcaklığın 3-4°C'ye düşüncüye kadar devamına bağlıdır. Bu sistemde hızlı soğutma, sistem içindeki yeterli soğutma ve ürün başına düşen bol hava sirkülasyonu sağlanmaktadır (10,22).

Değişik meyve ve sebzeler üzerinde bugüne kadar yapılan araştırmalar, zorunlu hava sirkülasyonu önsoğutma yönteminde, soğutma süresi, NS (Normal Soğutma) yöntemine oranla 1/4 ile 1/10 arasında kısırlıken vakumlu veya suyla önsoğutma yöntemleriyle kıyaslandığında süre 2-3 kat uzamaktadır (22).

Çileklerde emniyetli ve hızlı bir önsoğutma için önsoğutma odasındaki sıcaklığın mümkün olduğu kadar 0°C civarında tutulması birinci derecede gözönüne alınması gereken faktör olmakla birlikte, soğutma işlemi sırasında meyvelerdeki aşırı su kaybının engellenmesi amacıyla oransal nemin de yüksek tutulması önemli olmaktadır. Nitekim çilekler üzerinde yapılan çalışmalar, önsoğutma işlemi sırasındaki sürenin çok kısa olmasına rağmen, oda içindeki oransal nemin düşük tutulduğu hallerde, meyvelerdeki su kaybının küçümsenemeyecek oranlara vardığını göstermektedir (1,2,20).

Meyve endüstrisinde KA'da (kontrollü atmosfer) depolama terimi, meyve ve sebzelerin saklanması veya ulaşımı sırasında metabolik aktivitenin yavaşlatılarak kayıpların en az düzeye indirilmesi amacıyla, meyvenin bulunduğu ortamdaki sıcaklık ile atmosfer bileşiminin aynı anda kontrol edildiği depolama yöntemi için kullanılmaktadır (18,23).

Çileklerde KA'da muhafaza ve KA'da ulaşım ile ilgili ilk araştırmalar 1930'lu yılların başlarında Thornton (25) tarafından başlatılmıştır. Araştırmacı değişik saklama sıcaklıkları ve KA koşulları üzerinde yaptığı çalışmada, üç gün süreyle 0°, 4°, ve 10°C'lerde depolanan çileklerin % 15 oranındaki CO₂ ile muamele edilmesinin meyvelerin tat ve kalitesi üzerinde olumlu etki yaptığını belirtenken aynı süre sonunda % 25 CO₂ ile muamele edilen çileklerin meyve eti sertliklerinde önemli azalışların meydana geldiğini rapor etmiştir. Daha sonra Brooks ve ark. (1) yüksek CO₂ nin sıcaklık ve uygulama süresine bağlı olarak, çilekler üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacıların bulgularına göre, depolamanın ilk evresinde, yüksek CO₂ nin çilekler üzerindeki olumsuz etkisi meyvelerde hafif aroma kaybıyla başlamakta, depolamanın uzaması halinde, önce meyve tadındaki azalma hızlanmakta, daha sonra da meyvelerde fermentasyon başlamaktadır. Ancak araştırmacılara göre, meyvenin tat ve aromasında gözlenen bu değişimin hızlı sıcaklıkla ters orantılı olup düşük saklama sıcaklıkları CO₂ ye duyarlılığı artırırken, yüksek sıcaklıklar azaltmaktadır. Duvekot (6) ise 3°C de % 30 CO₂ koşullarında beş gün süreyle saklanan çileklerin meyve eti sertliklerinin konserve olarak değerlendirilmesinden sonra bile kontrole kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Benzer bulgular Doren ve ark.'nın (5) yaptıkları araştırmadan da elde edilmiş olup, araştırmacılar, hızlı 7.2°C ye kadar soğutulduktan sonra, dört gün süreyle 10°C ve % 15 CO₂ koşullarında saklanan çileklerle, normal soğutma yöntemiyle devamlı 0°C'de muhafaza edilen çilekleri kıyaslamışlardır. Denemeden elde edilen bulgulara göre, dört günlük muhafaza periyodundan sonra, KA koşullarında saklanan çileklerin kaliteleri, normal soğutma yöntemiyle muhafaza edilenlere oranla çok daha üstün bulunmuştur.

Öte taraftan bugüne kadar, çileklerde çürüme yapan 15 den fazla fungus izole edilmiştir. Bunlardan çoğu salt yara dokuları aracılığı ile meyvede tahribat yaparken, bazılarının meyvedeki tahribatı ise direk olarak sağlam dokuların enfeksiyonu suretiyle olmaktadır (1,4).

Pazarlama kanallarının değişik evrelerinde, çileklerde en fazla çürüme yapan funguslar sırasıyla *Botrytis cinerea*, *Rizopus stolonifer* ve *Penicillium* spp. dir. Bu funguslardan *Rizopus stolonifer*'in aktivitesi sıcaklığın kontrol altına alınmasıyla tamamiyle önlenirken, diğer iki fungusun çileklerdeki tahribatı yavaş da olsa çok düşük saklama sıcaklıklarında (-0.5-1°C) dahi devam etmektedir. Ancak çileklerin yüksek CO₂ ile muamele edilmesinden sağlanan en büyük avantaj fungal çürümeler üzerine yaptığı olum-

lu etkidir. Uygulama kolaylığı nedeniyle ulaşım sırasında meyvelerin bulunduğu atmosferin CO₂ ile zenginleştirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri kuru buzdur (1,13).

Bu çalışma bir taraftan meyve endüstrisine önsoğutma tekniklerinin tanıtılması öte taraftan da ülkemizde henüz üretilmeye başlanan kuru buzun çileklerin ulaşımında kullanılması olanaklarının araştırılması amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Denemelerde 1986 ve 1987 yıllarını içeren iki yıllık zaman diliminde materyal olarak Bursa yöresinde oldukça geniş bir alanda tarımı yapılan Amerikan kökenli Tioga çeşidi ile bir Tioga ve Arnavutköy melezi olarak enstitümüz tarafından ıslah edilen aromaca zengin Yalova-15 çeşidi kullanılmıştır.

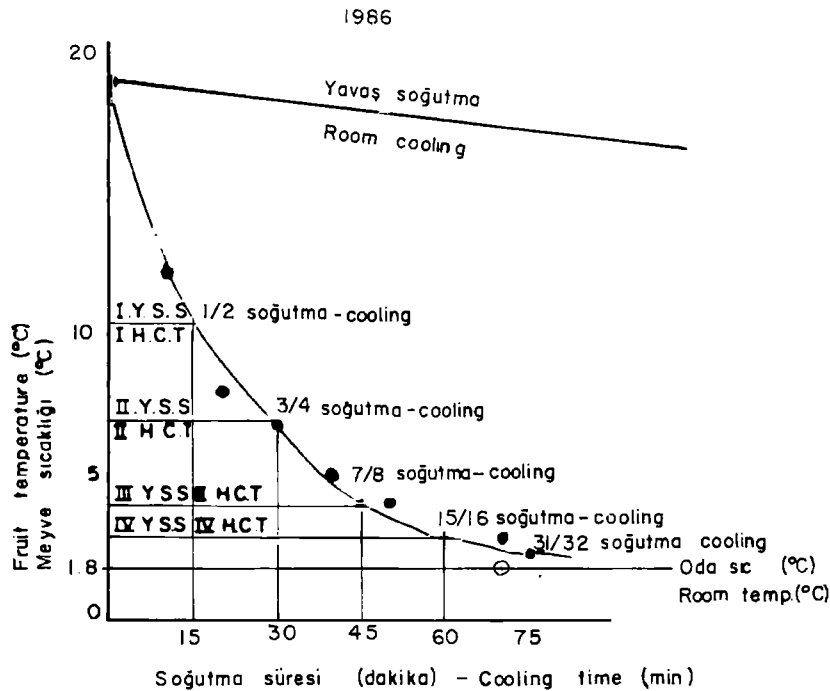
Metot

Bu amaç için benzer koşullarda yetiştirilen çilekler, birincisi meyvenin 3/4'ünün, ikincisi ise tamamının reklendiği olgunluk evrelerinde derilmişler ve seçilerek 1/2 kg 'lık plastik kutular içine yerleştirilmişlerdir.

Denemelerin yürütüldüğü her iki yılda da çileklerin derimi yaklaşık 3-4 saat içinde tamamlanmış ve böylece her yıl soğutma süresi bakımından benzer koşullar sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırmada çilekler farklı soğutma hızlarındaki normal soğutma ve önsoğutma yöntemleriyle soğutulmuşlardır. Normal soğutma yöntemiyle soğutulan çilekler gücü -5/+45°C'de 1775 Kcal/sa olan bir kompresör ile 30 m²'lik bir soğutucuyu içeren 2.75x2.25x2.30 m boyutlarındaki araştırma hücresine 1/2 kg 'lık plastik kutular içinde, önsoğutma yöntemiyle soğutulan çilekler ise aynı boyutlarda ancak daha yüksek bir soğutma gücüne (2220 Kcal/sa kompresör, 40 m²'lik soğutucu) sahip diğer bir araştırma hücresine yerleştirilmişlerdir.

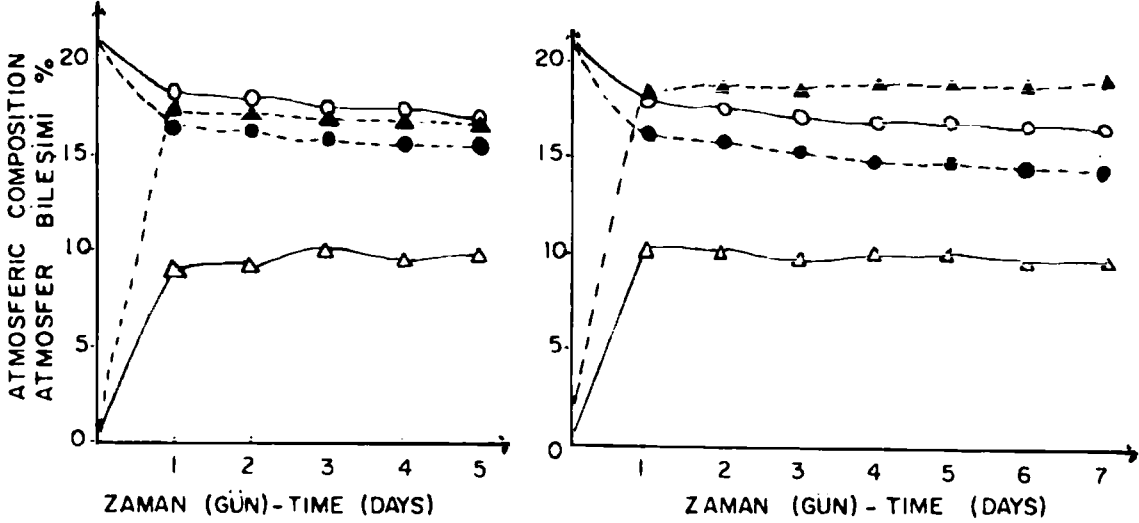
Denemelerden uygulamaya benzer sonuçlar alınabilmesi için, önsoğutma odasındaki sıcaklık önceden 2°C'ye, normal soğutma odasındaki sıcaklık ise aşamalı olarak 12 saat içinde 2°C'ye indirilmiştir. Meyve sıcaklığındaki azalışlar beş dakikalık zaman aralıklarıyla potansiyometre ve iğne uçlu elektronik termometreler vasıtasıyla saptanmış ve elde edilen veriler daha sonra çileklerin yarı soğutma sürelerinin hesaplanmasında esas alınmıştır. (Şekil 1).



Şekil 1. Değişik soğutma hızlarıyla soğutulan çileklerdeki yarı soğutma süreleri
Figure 1. Half cooling time of strawberries cooled at different rates

Soğutma işleminin tamamlanmasından sonra, çilekler, sıcaklığı 0°C'ye ayarlı ve içinde 50 x 50 x 50 cm boyutlarında 4 adet galvaniz saç hücre bulunan soğuk odaya nakledilmiştir. Normal soğutma yöntemiyle soğutulan çilekler denemede kontrol olarak NA'deki (normal atmosfer) soğuk oda içinde tutulur-

ken, diğer çilekler KA koşullarında muhafaza edilmek üzere galvaniz kaplı saç hücreler içine yerleştirilmiştir. Çileklerin hürelere yerleştirilmesinden sonra bu hürelere atmosfer bileşimindeki CO₂ oranlarının kuru buz² vasıtasıyla zenginleştirme işlemine geçilmiştir. Bu amaç için Bursa Sınai Gazlar Anonim Şirketinden temin edilerek izotermik kutular içinde getirilen kuru buz kullanılmıştır. Hürelere ikisinin içine atmosfer bileşimindeki CO₂ seviyesini % 10'a, öteki ikisinin içine % 20'ye ayarlanacak miktarlarda kuru buz konulduktan sonra hücre kapakları lastik conta ve kelebek somunlar vasıtasıyla gaz sızdırmaz bir biçimde kapatılmıştır. Yukarıda tanımlanan biçimde hazırlanan hücreler içindeki çilekler 5 ve 7 günlük iki ayrı zaman periyodunda muhafaza edilmişler ve hürelere CO₂ ve O₂ seviyeleri ise günlük olarak yapılan gaz analizleriyle saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kuru buzla CO₂ ce zenginleştirilen kontrolü atmosfer hürelere atmosfer bileşimleri
Figure 2. Atmospheric composition of storage chambers enriched with dry ice.

○—○ O₂ A hücresi - Chamber ●---● O₂ B hücresi - Chamber
▲—▲ CO₂ (% 10 CO₂) ▲---▲ CO₂ (% 20 CO₂)

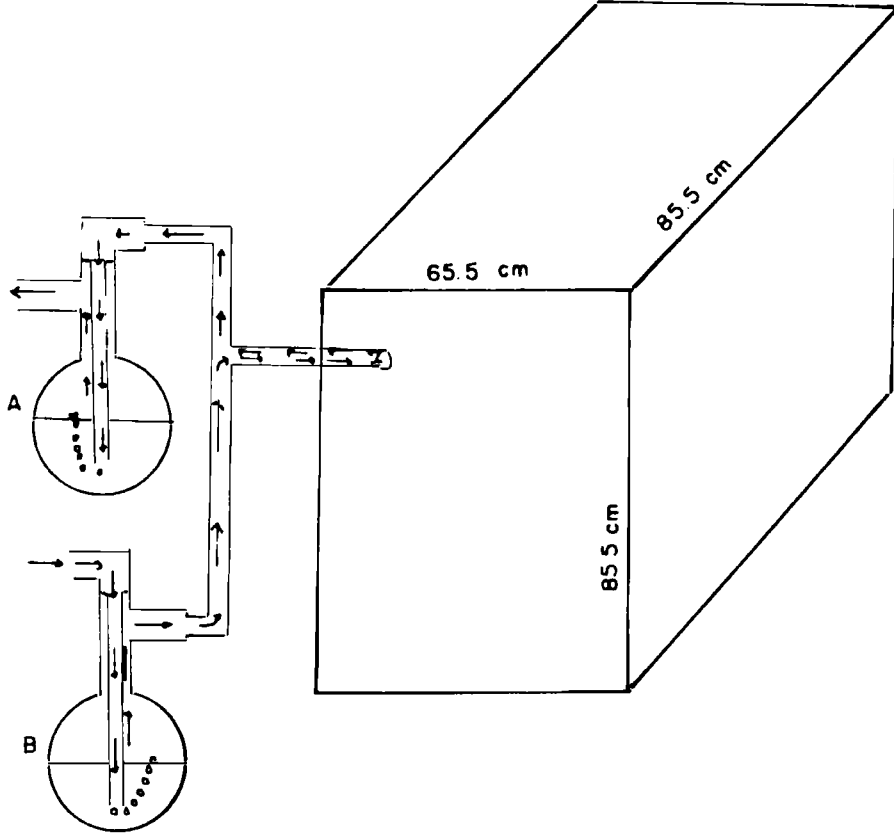
Kapalı olan bu sistemde, bir taraftan kuru buzun buharlaşarak CO₂ haline dönüşmesi, öteki taraftan da meyvelerin solunumu nedeniyle ortamdaki O₂'nin azalması CO₂'nin yükselmesi sonucu araştırma hürelere atmosfer bileşimlerinde önemli değişimler meydana gelmektedir. Öte taraftan bir atmosfer bileşiminin basıncı o bileşimi meydana getiren gazların teker teker ortama yaptıkları kısmi basınçların (partial pressure) toplamına eşit olacağından hücre atmosferinin gaz oranlarında yapılan değişimler hücre içindeki basıncı da değiştirmektedir (11).

Yürütülen denemelerde bu durum göz önüne alınarak, bir basınç dengeleyici yöntem geliştirilmiş ve denemeler sırasında hücre içinde meydana gelen basınç değişimleri bu yöntemle dengelenmiştir (Şekil 3).

Bu düzenek bir basınç düzenleyici valf gibi çalışan birbirine bağlantılı 3 cm çapında 2 küçük cam balon ile bunların içine kaynatılmış 4'er cm uzunluğundaki iki cam borudan oluşmaktadır. Bu basınç düzenleyici valflerin haznelerindeki su seviyesi monometre vasıtasıyla, araştırma hücresi içinde 15 mm SS'na (su sütunu) kadar oluşan yüksek basıncı (A) diğeri ise alçak basıncı (B) kontrol edecek biçimde ayarlanmıştır. Yine şeklin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, denemeler sırasında sistemde oluşan yüksek basınç (15 mm SS'nu geçmesi halinde), araştırma hürelere içindeki gaz fazlasının "A" balonu içinden dışarı atılmasıyla dengelenirken oluşan alçak basınç ise havanın "B" balonu vasıtasıyla hücre içine alınmasıyla dengelenmiştir.

Denemelerde 25 meyveden oluşan örnekler 5 ve 7 günlük zaman sürelerinde 0°C'de saklandıktan sonra 24 ve 48 saat süreyle tutulmak üzere 20°C'ye aktarılmışlardır.

² Farklı CO₂ seviyelerinin hesaplanmasında çileklerin içinde buldukları hücrenin serbest hacmi ile CO₂'nin molekül ağırlığı ve bir mol CO₂'nin standart şartlarda buharlaştıktan sonra kapladığı hacim esas alınmıştır.



Şekil 3. Yüksek ve alçak basınç dengeleyici sistemi içeren kontrollü atmosfer hücresinin genel planı
Figure 3. General layout of CA chamber

Meyvelerin pomolojik özellikleri ölçüm ve tartım yolu ile belirlenmiş, üst rengin saptanmasında ise Lovibond tintometresinden yararlanılmıştır. Örneklerin SÇKM (Suda Çözünür Kuru Maddeler) içerikleri ATC-1 tipi el refraktometresiyle, pH ve serbest asitlikleri ise Beckman H₁ modeli pH metre vasıtasıyla saptanmış ve sonuçlar sitrik asit cinsinden verilmiştir. Çileklerin indirgen şeker içerikleri Ross'un (21) spektrofotometrik dinitrofenol yöntemiyle, toplam şeker oranları indirgen şekerler için hazırlanan ekstratların Regnell (19) yöntemine göre inversiyonlarıyla, solunum hızları Claypool Keefer (3) yöntemiyle, araştırma hücrelerinin CO₂ oranları infra-red esasına göre çalışan elektronik gaz analiz cihazıyla O₂ oranları ise paramanyetik O₂ analiz cihazı ile saptanmıştır.

Ayrıca meyvelerin organoptik özelliklerinin belirlenmesinde iki kalite değerlendirme formu esas alınmıştır. Meyveler tat ve aroma yönünden 1-5 skoruna göre (1. çok kötü 2. kötü 3. orta-yenebilir 4. iyi 5. çok iyi), görünüş ve tekstür yönünden ise 1-9 skoruna (1-3 pazarlanamaz, 5 pazarlanabilir, 7 iyi, 9 çok iyi) göre değerlendirilmiştir.

SONUÇLAR

1986 Yılında 21/5 ve 1987'de ise 2/6 tarihlerinde enstitünün deneme parsellerinden iki ayrı olgunluk evresinde derilen Tioga ve Yalova-15 çilek çeşitlerine ait fiziksel özellikler toplu olarak Cetvel 1'de verilmiştir. Cetvel 1 incelendiğinde görülebileceği gibi, denemelerin yürütüldüğü her iki yıl içinde yapılan pomolojik incelemelerde gerek Tioga ve gerekse Yalova-15 çilek çeşitlerinde olgunlukla meyve ağırlığı arasında olumlu bir ilişki bulunmuştur. Beklenildiği gibi, her iki çeşitte de en düşük meyve ağırlığı meyvelerin 3/4'ünün kızardığı I. olgunluk evresinde derilen meyvelerde saptanmıştır, olgunlukla birlikte meyve ağırlığında % 10'a varan artışlar gözlenmiştir. Ancak Tioga'nın meyve ağırlığındaki artış, Yalova-15'e oranla daha fazla olmuştur.

Her iki çeşitte de meyve eti sertliğindeki azalışlar hızlı bir biçimde olurken, bu azalışların hızı yıllara göre değişiklik göstermiştir. Beklendiği gibi, gerek Tioga ve gerekse Yalova-15 çeşidinde en yüksek meyve eti sertliği 1986 ve 1987 yıllarında sırasıyla 311, 373-296, 239 g değerleriyle I. olgunluk evresinde derilen meyvelerde gözlenirken aynı mevsimler içinde en düşük meyve eti sertlikleri ise 258, 327-198, 193 g değerleriyle II. olgunluk evresinde derilen meyvelerde saptanmıştır.

Cetvel 1. 1986 ve 1987 yıllarında değişik olgunluk evrelerinde hasat edilen Tioga ve Yalova-15 çeşitlerinin derim olumundaki bazı meyve özellikleri

Table 1. Some fruit characteristics of Tioga and Yalova-15 strawberry varieties harvested at different maturities in 1986 and 1987

| Çeşit Var. | Yıllar Years | Olgunluk Maturity | Meyve ağırlığı | | | Sertlik Firmness (g) | Meyve Rengi-Fruit Colour | | |
|------------|--------------|-------------------|--------------------|---------------|-----------------|----------------------|--------------------------|-------------|-----------|
| | | | Ağırlık weight (g) | En width (cm) | Boy lenght (cm) | | Lovibond değeri | | |
| | | | | | | | Kırmızı Red | Sarı Yellow | Mavi Blue |
| TIOGA | 1986 | I | 10.25 | 2.55 | 2.66 | 311 | 10.85 | 2.90 | 0 |
| | | II | 11.03 | 3.15 | 2.95 | 258 | 11.70 | 2.15 | 0 |
| | 1987 | I | 9.75 | 2.43 | 2.53 | 296 | 11.50 | 4.50 | 0 |
| | | II | 10.80 | 2.70 | 2.76 | 198 | 13.00 | 2.00 | 0 |
| YALOVA 15 | 1986 | I | 9.10 | 2.75 | 2.95 | 373 | 11.50 | 2.15 | 0 |
| | | II | 10.20 | 3.10 | 3.36 | 327 | 12.10 | 1.10 | 0 |
| | 1987 | I | 8.80 | 2.54 | 2.90 | 239 | 11.50 | 2.50 | 0 |
| | | II | 9.30 | 2.76 | 3.14 | 193 | 12.00 | 1.50 | 0 |

Çileklerin derim olumunda saptanan diğer özelliklerden birisi de şekerlerdir. Cetvel 2'de görüldüğü gibi, çileklerin indirgen şeker oranları 4.87 ile 7.55 mg g⁻¹ arasında, toplam şeker oranları ise 5.34 ile 8.18 mg g⁻¹ arasında değişmekte olup her iki yılda da en yüksek indirgen şeker ve toplam şeker oranları 7.55 ile 8.18 mg g⁻¹ değerleriyle Yalova-15 çeşidinde saptanmıştır. Nicel analizlerden elde edilen veriler, olgunlukla ilgili olarak incelendiğinde her iki çeşitte de meyvelerin indirgen ve toplam şeker içeriklerinde olgunluğa göre değişen önemli bazı farklar saptanmıştır.

Benzer bulgular çileklerin SÇKM oranlarında da gözlenmiştir. Her iki çeşitte de en yüksek SÇKM oranları meyvelerin tamamen kızardığı II. olgunluk evresinde derilenlerde gözlenirken en düşük değerler ise meyvelerin 3/4'ünün kızardığı I. olgunluk evresinde saptanmıştır (Cetvel 2). Derim olumundaki çileklerin asit içerikleri 7.20 ile 10.30 mg g⁻¹ değerleri arasında bulunmuştur. Buna göre, her iki çeşitte de, derim olumu ile çileklerin toplam asit içerikleri arasında olumsuz bir ilişki gözlenmiştir. Meyvede olgunluk ilerledikçe, çileklerin asit içeriklerinde azalışlar saptanmıştır (Cetvel 2).

Cetvel 2. 1986 ve 1987 yıllarında değişik olgunluk evrelerindeki Tioga ve Yalova-15 çeşitlerinin derim olumundaki bazı kimyasal özellikleri

Table 2. Chemical composition of Tioga and Yalova-15 strawberry cultivars harvested at different maturity in 1986 and 1987

| Çeşitler Cultivars | Yıllar Years | Olgunluk Maturity | S.Ç.K.M. Sol solids (%) | İnd. şeker Red sugar (mg g ⁻¹) | Top. şeker Tot. sugar (mg g ⁻¹) | Top. asitlik Titretable acid (mg g ⁻¹) | pH |
|--------------------|--------------|-------------------|-------------------------|--|---|--|------|
| TIOGA | 1986 | I | 8.00 | 5.35 | 6.76 | 9.70 | 3.50 |
| | | II | 8.90 | 6.25 | 7.14 | 7.60 | 3.70 |
| | 1987 | I | 6.50 | 4.87 | 5.34 | 8.70 | 3.55 |
| | | II | 6.90 | 5.32 | 5.67 | 8.30 | 3.60 |
| YALOVA 15 | 1986 | I | 10.30 | 6.40 | 7.51 | 10.20 | 3.45 |
| | | II | 11.50 | 7.55 | 8.18 | 8.00 | 3.70 |
| | 1987 | I | 9.70 | 5.12 | 7.32 | 10.30 | 3.00 |
| | | II | 10.60 | 6.17 | 7.46 | 7.20 | 3.70 |

1986 ve 1987 saklama mevsimlerinde değişik olgunluk evrelerinde derilerek, 5 ve 7 gün süreyle 0°C de saklanan Tioga ve Yalova-15 çilek çeşitlerinde, değişik soğutma hızı ve atmosfer bileşimlerinin meyve rengi üzerindeki etkileri incelenerek sonuçlar toplu olarak Cetvel 3'de verilmiştir. Her iki mevsimde de elde edilen tintometre değerlerinden, olgunlukla birlikte çileklerin meyve renginde önemli artışların olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu artış hızında belirgin bir eğilim gözlenmemiştir. Değerler çeşit ve yıllara göre değişmiştir. Soğutma hızının çileklerin meyve rengi üzerine etkileri incelendiğinde, meyve rengini oluşturan kırmızı ve mavi tintometre değerleri arasında önemli aritmetiksel farklar gözlenmiştir. Beklenildiği gibi iki depolama mevsiminde de en düşük kırmızı ve matlık değerleri önsoğutmaya tabi tutulan meyvelerde gözlenirken en yüksek değerler ise meyve sıcaklığının 12 saatte 2°C'ye indirildiği normal soğutma yöntemiyle soğutulan meyvelerde saptanmıştır. KA'nın meyve rengi üzerindeki etkisi önsoğutmaya oranla daha olumlu bulunurken, atmosfer bileşimleri içinde en iyi sonuç % 20 CO₂ oranıyla elde edilmiştir.

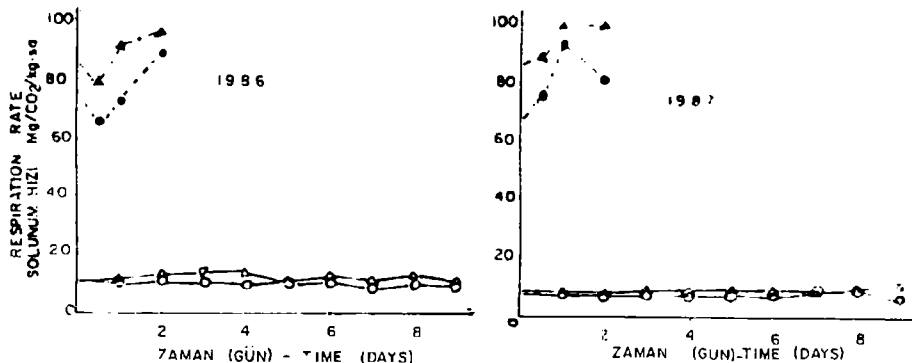
Çileklerin meyve eti sertliklerinde 5 ve 7 günlük saklama periyotları sonunda çeşit, olgunluk, soğutma hızı ve atmosfer bileşimine göre değişen önemli azalışlar gözlenmiştir (Cetvel 4). Ancak genelde bu azalışların hızı Yalova-15 çeşidinde Tioga'ya oranla daha belirgin olmuştur. Genel olarak 7 günlük saklama periyodu sonunda her iki çeşit ve olgunluk evresinde çileklerin meyve eti sertliği üzerindeki en olumlu etki, meyvelerin bulunduğu atmosferin kuru buzla % 10 ve % 20 CO₂ ile zenginleştirildiği uygulamalardan elde edilmiş, bunu sırasıyla ön soğutma ve normal soğutma yöntemleri izlemiştir. Ancak Tioga çeşidinde KA koşulları arasında belirgin bir farklılık gözlenmezken, Yalova-15 çeşidinde bir istisna dışında % 20 CO₂ koşullarında saklanan çileklerin meyve eti sertliğindeki azalışlar % 10 CO₂ 'e kıyasla çok daha düşük düzeylerde gerçekleşmiştir.

Cetvel 4'ün incelenmesinden depolama süresince Tioga çeşidinin SÇKM içeriklerinin 1986 ve 1987 yıllarında sırasıyla % 7.5- % 9.7 ile % 6.0-% 7.3 arasında Yalova - 15 çeşidinin ise % 10.0-% 11.9 ile % 8.0-% 11.2 oranları arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Uygulamalarla çileklerin SÇKM içerikleri arasında belirgin bir eğilim gözlenmemiş ancak derim olumu her iki çeşidin SÇKM içerikleri üzerinde etkili bulunmuştur. Bu farklar 5 ve 7 günlük saklama periyotlarının sonunda da devam etmiş ve en yüksek değerler Yalova-15 çeşidinde saptanmıştır.

Çileklerin toplam serbest asit içeriklerinde, yıllara göre değişen bazı aritmetiksel farklar gözlenmiş olmakla birlikte saklama yöntemleri arasında belirgin bir eğilim saptanmamıştır. Ancak çeşitler arasında da, belirgin bir eğilimin gözlenmemiş olması, bu meyve türünde, aynı bitki üzerindeki meyvelerin asit içeriklerinde dahi çok önemli farkların olduğu kanısını vermektedir. Nitekim 1986 yılı analizlerinde Tioga, Yalova-15 çeşidine oranla asitce daha zengin bulunurken, 1987 yılında yapılan analizler ise Tioga çeşidinin 5 günlük saklama periyodu sonundaki asit içerikleri genel olarak Yalova-15'e göre düşük bulunmuştur.

Cetvel 5'de görüldüğü gibi değişik saklama yöntemleriyle saklanan çileklerin pH içerikleriyle saklama yöntemleri arasında belirgin bir eğilim saptanmamış, ancak pH ile toplam asit içeriklerindeki eğilim arasında bir benzerlik gözlenmiştir. Başka bir anlatımla, çileklerin asit içerikleri yükseldikçe pH değerleri azalmış, 5 ve 7 günlük saklama periyotları sonunda belirgin bir eğilim göstermeyen artış ve azalışlar olmuştur.

Her iki saklama mevsiminde de, Tioga ve Yalova-15 çeşitlerinin solunum hızları üzerine sıcaklığın etkisi büyük olmuştur. Nitekim 0°C de saklanan çileklerin solunum hızları 7.14-13.66 mg/CO₂-sa arasında değişirken 20°C de saklanan çileklerin solunum hızları ise 66.15 ile 100 mg/CO₂ /kg-sa değerleri arasında bulunmuştur. Öte taraftan 0°C de saklanan çileklerin solunum hızlarında 9 gün süresince non-klimakterik tip meyvelere özgü bir solunum seyri gözlenirken, 20°C'de saklanan meyvelerin solunum hızlarında ise çürümeler nedeni ile depolamadan çok kısa süre sonra başlayan artışlar saptanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. 1986 ve 1987 saklama mevsimlerinde değişik sıcaklıkların Tioga ve Yalova-15 çeşitlerinin solunum hızları üzerine olan etkileri

Figure 4. The effect of storage temperature on respiration rate of Tioga and Yalova-15 strawberry cultivars.

○—○ 0°C Tioga

●---● 20°C Tioga

△—△ 0°C Yalova-15

▲---▲ 20°C Yalova-15

Cetvel 3. 1986 ve 1987 yıllarında değişik olgunluk, soğutma hızı ve atmosfer bileşimlerinin 0°C ve farklı sürelerde saklanan Tioga ve Yalova-15 çeşitlerinin meyve rengi üzerine etkileri

Table 3. The effect of maturity, cooling rate and atmospheric composition on fruit colour of Tioga and Yalova-15 strawberry cultivars stored at 0°C (1986-1987)

| Çeşitler Cultivars | Uygulamalar Treatments | Olgunluk Maturity | Meyve rengi-Fruit colour | | | | | | | | | Meyve rengi-Fruit colour | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|----------------------|---|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | 1986 | | | | | | | | | 1987 | | | | | | | | |
| | | | Depolama süresi (gün) - Storage period (days) | | | | | | | | | Depolama süresi (gün) - Storage period (days) | | | | | | | | |
| | | | Başlangıç Initial | | | 5 | | | 7 | | | Başlangıç Initial | | | 5 | | | 7 | | |
| | | | Kır. Red | Sarı Yel. | Mavi Blue | Kır. Red | Sarı Yel. | Mavi Blue | Kır. Red | Sarı Yel. | Mavi Blue | Kır. Red | Sarı Yel. | Mavi Blue | Kır. Red | Sarı Yel. | Mavi Blue | Kır. Red | Sarı Yel. | Mavi Blue |
| TIOGA | Nor. soğutma Room cooling | I | 10.85 | 2.90 | 0 | 11.00 | 4.00 | 1.10 | 11.75 | 3.80 | 1.55 | 11.50 | 4.50 | 0 | 15.00 | 2.00 | 1.55 | 13.50 | 3.10 | 1.35 |
| | | II | 11.70 | 2.15 | 0 | 13.25 | 2.50 | 1.85 | 12.50 | 2.80 | 1.95 | 13.00 | 2.00 | 0 | 13.50 | 2.60 | 1.45 | 15.00 | 2.00 | 1.85 |
| | Ön soğutma Precooling | I | | | | 11.50 | 4.00 | 1.00 | 11.00 | 3.50 | 1.00 | | | | 13.00 | 3.10 | 0.60 | 12.00 | 2.05 | 0.85 |
| | | II | | | | 12.00 | 3.50 | 1.40 | 11.00 | 2.00 | 1.45 | | | | 14.10 | 3.10 | 0.95 | 13.50 | 2.00 | 1.05 |
| | % 10 CO ₂ | I | | | | 10.15 | 5.00 | 0.90 | 10.50 | 3.10 | 0.85 | | | | 11.00 | 4.05 | 0.45 | 11.50 | 3.10 | 1.10 |
| | | II | | | | 12.00 | 4.00 | 1.35 | 11.50 | 2.10 | 1.35 | | | | 13.00 | 4.00 | 0.90 | 12.90 | 3.10 | 1.05 |
| | % 20 CO ₂ | I | | | | 10.15 | 5.00 | 0.75 | 11.00 | 2.05 | 0.65 | | | | 9.50 | 5.20 | 0.50 | 11.00 | 3.05 | 0.20 |
| | | II | | | | 11.70 | 2.50 | 0.80 | 11.15 | 2.10 | 1.00 | | | | 12.00 | 2.55 | 0.70 | 12.50 | 2.10 | 1.05 |
| YALOVA-15 | Nor. soğutma Room cooling | I | 11.50 | 2.15 | 0 | 11.65 | 3.00 | 0.90 | 11.70 | 2.65 | 1.50 | 11.50 | 2.50 | 0 | 13.50 | 2.50 | 1.55 | 14.50 | 2.00 | 1.65 |
| | | II | 12.10 | 1.10 | 0 | 12.50 | 3.00 | 1.55 | 12.00 | 1.50 | 1.70 | 12.00 | 1.50 | 0 | 14.50 | 2.50 | 2.25 | 15.50 | 2.00 | 2.00 |
| | Ön soğutma Precooling | I | | | | 12.20 | 2.50 | 0.90 | 12.00 | 2.50 | 1.00 | | | | 13.00 | 3.50 | 1.05 | 12.50 | 2.00 | 1.10 |
| | | II | | | | 12.50 | 3.00 | 1.00 | 12.00 | 2.00 | 1.25 | | | | 15.10 | 1.50 | 0.75 | 13.00 | 2.05 | 1.05 |
| | % 10 CO ₂ | I | | | | 10.00 | 3.50 | 0.95 | 10.15 | 2.50 | 0.65 | | | | 12.00 | 3.50 | 1.00 | 12.50 | 3.10 | 1.05 |
| | | II | | | | 12.00 | 2.50 | 0.85 | 12.05 | 1.00 | 1.00 | | | | 13.00 | 2.10 | 1.05 | 13.50 | 2.60 | 0.85 |
| | % 20 CO ₂ | I | | | | 9.00 | 5.00 | 0.60 | 8.65 | 3.20 | 0.40 | | | | 12.00 | 2.05 | 0.85 | 10.00 | 4.15 | 0.85 |
| | | II | | | | 11.25 | 2.00 | 0.50 | 11.00 | 1.55 | 0.65 | | | | 12.50 | 2.00 | 1.00 | 11.50 | 2.05 | 0.80 |

Cetvel 4. 1986 ve 1987 yıllarında değişik olgunluk, soğutma hızı ve atmosfer bileşimleri ile saklama sürelerinin Tioga ve Yalova-15 çeşitlerinin meyve eti sertliği ve suda çözünür kuru madde içerikleri üzerine etkileri

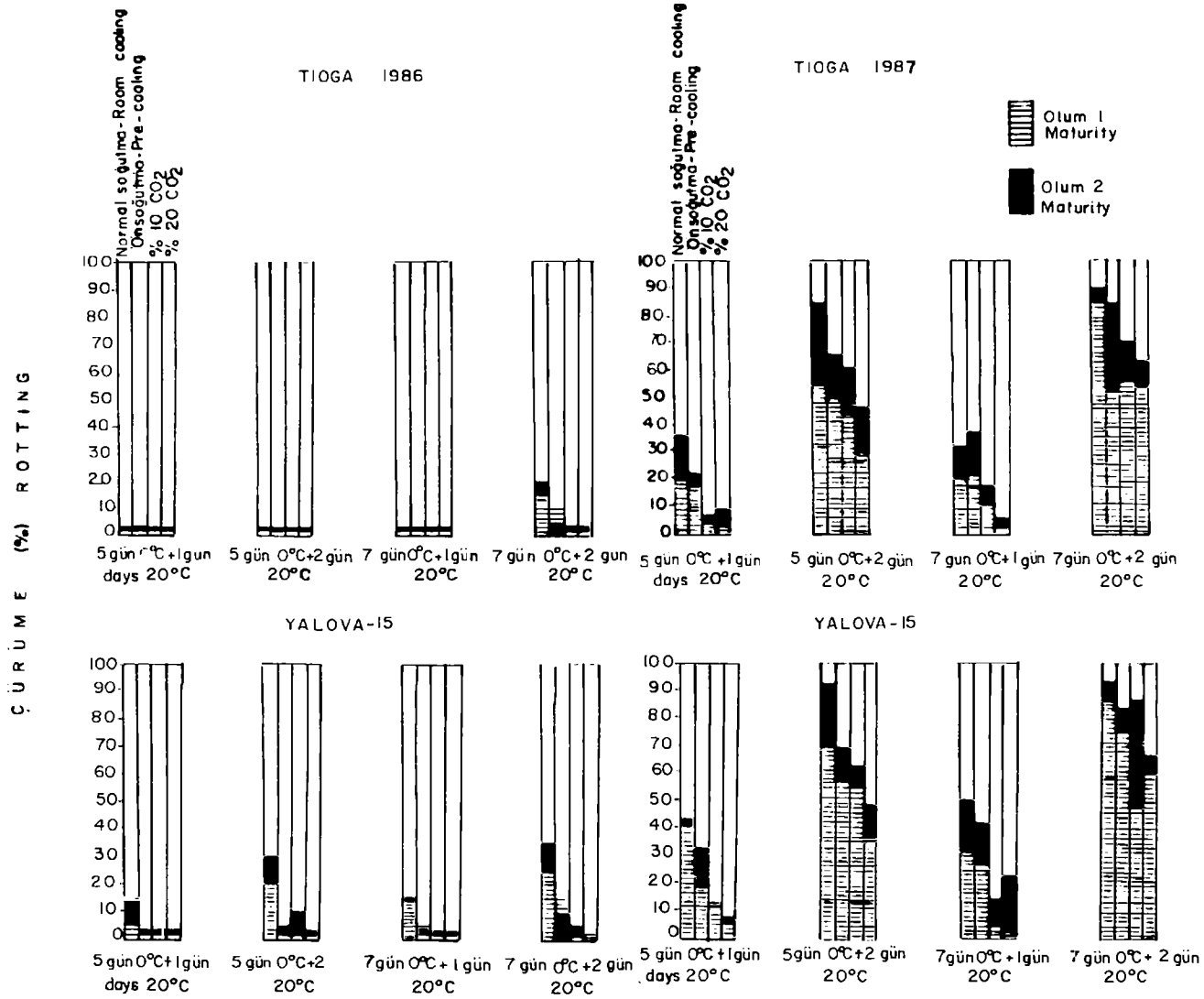
Table 4. The effect of maturity, cooling rate atmospheric composition and storage periods on fruit firmness and soluble solids of Tioga and Yalova-15 strawberry cultivars stored at 0°C (1986-1987)

| Çeşitler Cultivars | Uygulamalar Treatments | Olgunluk Maturity | Meyve eti sertliği Fruit firmness (g) | | | | | | Suda çözünür kuru madde (%) Soluble solids (%) | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|----------------------|---|-----|-----|----------------------|-----|-----|---|------|------|----------------------|------|-----|
| | | | Depolama süresi (gün) - Storage period (days) | | | | | | Depolama süresi (gün) - Storage period (days) | | | | | |
| | | | 1986 | | | 1987 | | | 1986 | | | 1987 | | |
| | | | Başlangıç Initial | 5 | 7 | Başlangıç Initial | 5 | 7 | Başlangıç Initial | 5 | 7 | Başlangıç Initial | 5 | 7 |
| TIOGA | Nor. soğutma Room cooling | I | 311 | 291 | 290 | 296 | 230 | 233 | 8.0 | 8.3 | 7.5 | 6.5 | 6.4 | 6.5 |
| | | II | 218 | 230 | 185 | 198 | 193 | 208 | 8.9 | 9.7 | 9.7 | 6.9 | 7.0 | 7.1 |
| | Ön soğutma Preecoling | I | | 310 | 305 | | 256 | 242 | | 8.4 | 7.9 | | 6.2 | 6.3 |
| | | II | | 245 | 200 | | 243 | 191 | | 9.4 | 9.3 | | 7.3 | 6.6 |
| | % 10 CO ₂ | I | | 355 | 353 | | 304 | 237 | | 8.0 | 7.9 | | 6.3 | 6.0 |
| | | II | | 249 | 200 | | 282 | 209 | | 9.5 | 9.7 | | 6.8 | 6.8 |
| | % 20 CO ₂ | I | | 315 | 315 | | 298 | 261 | | 8.0 | 7.9 | | 6.1 | 6.1 |
| | | II | | 260 | 255 | | 273 | 260 | | 9.0 | 9.7 | | 7.0 | 7.3 |
| YALOVA-15 | Nor. soğutma Room cooling | I | 373 | 274 | 234 | 239 | 241 | 210 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 9.7 | 8.7 | 8.0 |
| | | II | 327 | 267 | 199 | 183 | 195 | 165 | 11.5 | 11.0 | 11.5 | 10.5 | 8.9 | 8.4 |
| | Ön soğutma Preecoling | I | | 280 | 260 | | 240 | 207 | | 10.4 | 10.6 | | 8.2 | 8.1 |
| | | II | | 250 | 195 | | 254 | 210 | | 11.3 | 11.7 | | 8.5 | 8.3 |
| | % 10 CO ₂ | I | | 315 | 293 | | 282 | 212 | | 10.0 | 10.5 | | 8.8 | 8.1 |
| | | II | | 276 | 214 | | 305 | 210 | | 11.1 | 11.9 | | 8.6 | 8.7 |
| | % 20 CO ₂ | I | | 324 | 262 | | 298 | 225 | | 10.2 | 10.5 | | 8.4 | 8.1 |
| | | II | | 293 | 192 | | 265 | 231 | | 11.7 | 10.9 | | 11.2 | 8.5 |

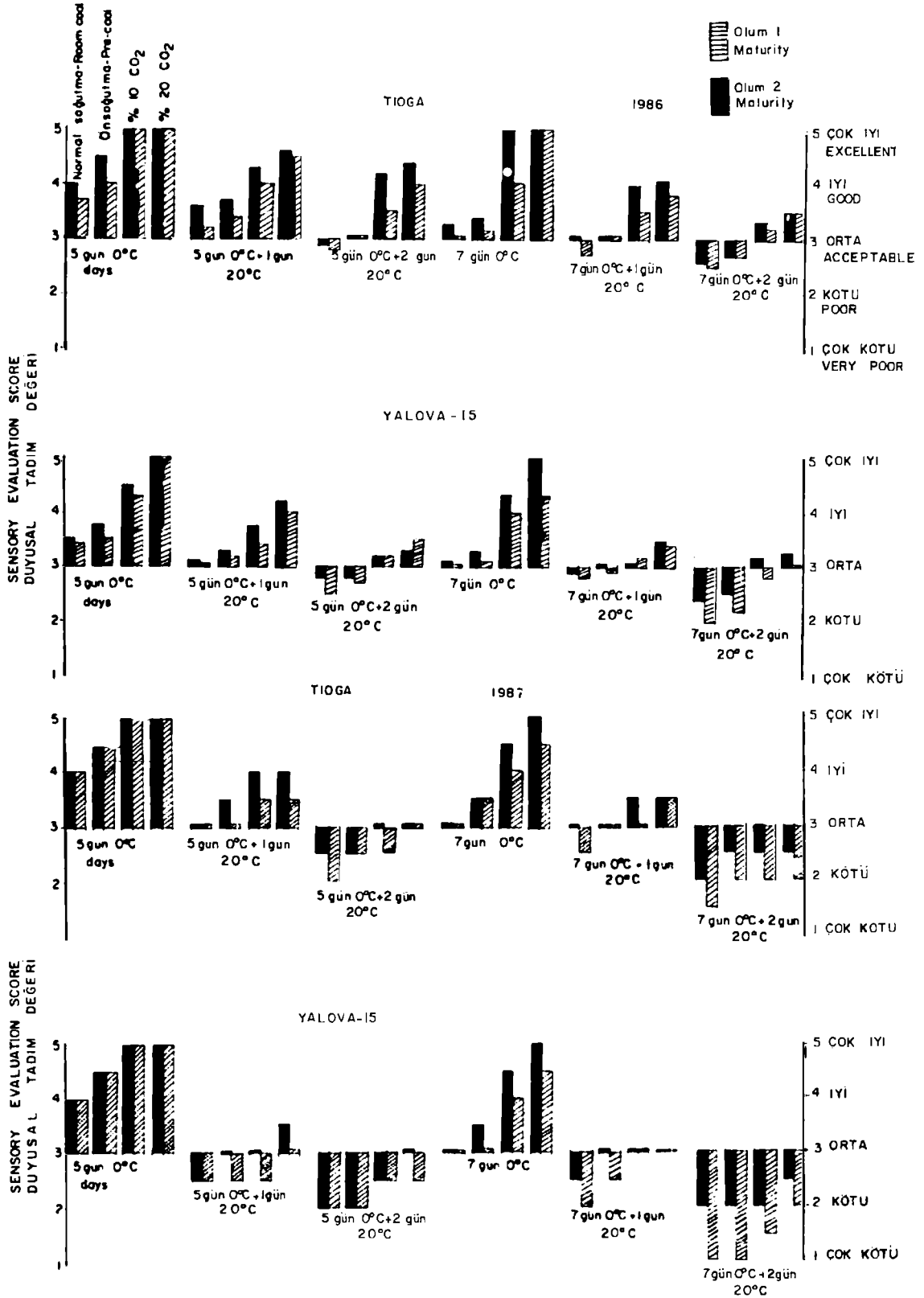
Cetvel 5. 1986 ve 1987 yıllarında değişik olgunluk, soğutma süresi ve karbondioksit oranlarının farklı sürelerde 0°C'de depolanan Tioga ve Yalova-15 çilek çeşitlerinin pH ve asit içerikleri üzerindeki etkileri

Table 5. The effect of maturity, cooling rate, atmospheric composition and storage periods on pH and total acidity of Tioga and Yalova-15 strawberry cultivars stored at 0°C (1986-1987)

| Çeşitler Cultivars | Uygulamalar Treatments | Olgunluk Maturity | Depolama süresi (gün) Storage period (days) | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|----------------------|--|------|--|------|--|------|
| | | | Başlangıç - Initial | | 5 | | 7 | |
| | | | Top. asitlik Total acidity (mg g ⁻¹) | pH | Top. asitlik Total acidity (mg g ⁻¹) | pH | Top. asitlik Total acidity (mg g ⁻¹) | pH |
| 1 9 8 6 | | | | | | | | |
| TIOGA | Nor. soğutma Room cooling | I | 9.7 | 3.5 | 10.3 | 3.50 | 9.6 | 3.50 |
| | | II | 7.6 | 3.7 | 8.6 | 3.70 | 8.3 | 3.70 |
| | Ön soğutma Preecooling | I | | | 10.2 | 3.50 | 10.0 | 3.55 |
| | | II | | | 8.4 | 3.70 | 8.4 | 3.70 |
| | % 10 CO ₂ | I | | | 10.4 | 3.50 | 10.0 | 3.55 |
| | | II | | | 8.4 | 3.70 | 8.5 | 3.70 |
| | % 20 CO ₂ | I | | | 9.9 | 3.60 | 10.1 | 3.55 |
| | | II | | | 8.7 | 3.60 | 8.5 | 3.70 |
| YALOVA-15 | Nor. soğutma Room cooling | I | 10.2 | 3.45 | 9.9 | 3.60 | 9.5 | 3.65 |
| | | II | 8.0 | 3.70 | 8.3 | 3.70 | 8.0 | 3.70 |
| | Ön soğutma Preecooling | I | | | 9.7 | 3.60 | 9.3 | 3.65 |
| | | II | | | 8.7 | 3.70 | 8.0 | 3.70 |
| | % 10 CO ₂ | I | | | 9.4 | 3.60 | 9.5 | 3.65 |
| | | II | | | 8.2 | 3.70 | 7.9 | 3.80 |
| | % 20 CO ₂ | I | | | 9.8 | 3.60 | 9.5 | 3.65 |
| | | II | | | 8.3 | 3.70 | 8.1 | 3.70 |
| 1 9 8 7 | | | | | | | | |
| TIOGA | Nor. soğutma Room cooling | I | 9.7 | 3.55 | 9.8 | 3.50 | 9.2 | 3.55 |
| | | II | 8.3 | 3.60 | 9.1 | 3.60 | 8.5 | 3.60 |
| | Ön soğutma Preecooling | I | | | 9.3 | 3.50 | 9.1 | 3.60 |
| | | II | | | 9.0 | 3.60 | 8.6 | 3.65 |
| | % 10 CO ₂ | I | | | 9.3 | 3.50 | 9.8 | 3.50 |
| | | II | | | 9.1 | 3.60 | 8.7 | 3.60 |
| | % 20 CO ₂ | I | | | 9.3 | 3.50 | 10.1 | 3.50 |
| | | II | | | 8.5 | 3.60 | 8.8 | 3.60 |
| YALOVA-15 | Nor. soğutma Room cooling | I | 10.3 | 3.60 | 10.6 | 3.50 | 7.2 | 3.60 |
| | | II | 7.2 | 3.70 | 8.0 | 3.60 | 7.9 | 3.55 |
| | Ön soğutma Preecooling | I | | | 10.7 | 3.60 | 7.2 | 3.60 |
| | | II | | | 7.2 | 3.80 | 6.9 | 3.55 |
| | % 10 CO ₂ | I | | | 10.7 | 3.60 | 7.0 | 3.65 |
| | | II | | | 7.4 | 3.80 | 7.5 | 3.60 |
| | % 20 CO ₂ | I | | | 10.7 | 3.60 | 8.2 | 3.55 |
| | | II | | | 6.7 | 3.80 | 7.1 | 3.60 |



Şekil 5. 1986 ve 1987 yıllarında 0°C'de değişik saklama periyotlarında saklandıktan sonra 1 ve 2 gün süreyle 20°C'ye aktarılan Tioga ve Yalova-15 çilek çeşitlerinde değişik olgunluk, soğutma hızı ve CO₂ oranlarının meyvelerin çürüme oranları üzerine olan etkileri
 Figures 5. The effect of maturity, cooling rate and CO₂ level on rotting percentage of Tioga and Yalova-15 strawberry cultivars which were stored 5 and 7 days at 0°C and transferred to 20°C at 1 and 2 day intervals (1986-1987)



Şekil 7. 1986 ve 1987 yıllarında Tioga ve Yalova-15 çilek çeşitlerinin değişik olgunluk, soğutma süresi ve CO₂ oranlarına göre aldıkları duyu analizi değerleri
 Figures 7. Sensory evaluations, Tioga and Yalova-15 cultivars as affected by maturity, cooling rate and CO₂ levels (1986-1987)

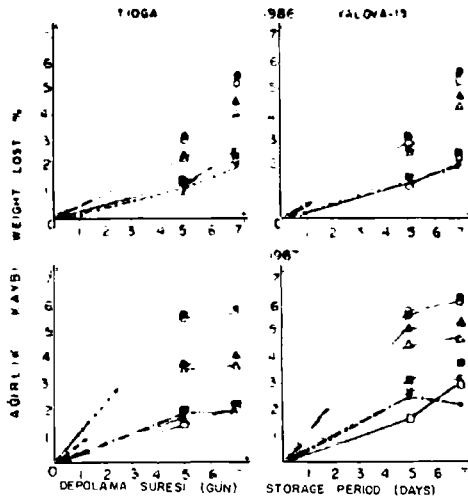
Her iki çeşitte de, farklı depolama yöntemlerinin çileklerin çürüme oranları üzerine olan etkileri aritmetiksel olarak önemli bulunmuş ve bu oranlar çeşit, olgunluk ve yıllara göre önemli farklılıklar göstermiştir. En fazla çürüme normal soğutma yöntemiyle soğutulan çileklerde gözlenirken en etkin çürüme kontrolü ise KA yöntemiyle saklanan çileklerde saptanmış ve önsoğutma yöntemi ise bu iki yöntem arasında yer almıştır. İki yıllık denemeler sonunda, Yalova-15 çeşidi Tioga'ya kıyasla çileklerden çürüme yapan funguslara karşı daha duyarlı bulunmuş her iki çeşitte de meyvelerde olgunluğun ilerlemesiyle birlikte çileklerin funguslara karşı olan direncinde azalışlar gözlenmiştir (Şekil 5).

Sıcaklığın çileklerin kalitesi üzerindeki etkisi önemli olmuştur. Nitekim Şekil 6. incelendiğinde görülebileceği gibi, 0°C'de saklanan çilekler 5 ve 7 günlük saklama periyotlarının sonunda tüm depolama yöntemlerinde çilek pazarlamasında asgari sınır kabul edilen 5'in üzerinde değer alırken, 20°C'ye aktarılan çileklerde iki günlük saklama periyodunun sonunda meyve kalitesinde önemli azalışlar gözlenmiştir. Sıcaklığın meyve kalitesi üzerindeki etkisi, yağmurlu geçen mevsimlerden sonra çok daha belirgin olmuş, özellikle yağışın bol olduğu 1987 yılı içinde yürütülen denemelerde meyve kalitesinde önemli düşüşler gözlenmiştir.

Çeşitler arasında 0°C'deki saklama döneminde kalite değerleri arasında önemli bir fark gözlenmemiş olmakla birlikte, 20°C'deki depolama döneminde Tioga çeşidi Yalova-15'e oranla, genelde, daha yüksek kalite değerleri almıştır. Bu sonuçlar Yalova-15 çeşidinin Tioga'ya kıyasla çileklerde çürüme yapan *Botritis* ve *Rizopus* gibi funguslara karşı çok daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Nitekim yapılan kalite değerlendirilmesinde, çileklere 5'in altındaki değerler meyvelerde infeksiyonların görülmesinden sonra verilmiştir. Uygulamalar içinden meyve kalitesi üzerine en olumlu etkiyi KA yöntemi yapmış, bunu sırasıyla, önsoğutma ve normal soğutma yöntemleri izlemiştir.

Derim olumunda, yapılan tadım testlerinde, Yalova-15 çeşidi tad ve aroma bakımından Tioga'ya oranla çok daha zengin bulunmuştur. Ancak Yalova-15 çeşidinde saklama sırasında, sıcaklık ve depolama yöntemlerine göre değişen hızlı bir aroma kaybı gözlenmiştir. Yine kalite değerlerinde olduğu gibi, en yüksek tad ve aroma değerleri KA koşullarında saklanan çileklerde saptanırken, en düşük değerler normal soğutma yöntemiyle soğutulan çileklerde gözlenmiş olup, her iki çeşitte de 0°C ve 20°C'lerdeki saklama süreleri sonunda meyve dokularında yüksek CO₂ zararı gözlenmemiştir (Şekil 7).

Şekil 8 incelendiğinde, her iki çeşitte de ağırlık kayıpları ile zaman arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Elde edilen verilerden çileklerde ağırlık kayıplarının 0°C gibi düşük saklama sıcaklığında dahi kısa süre içinde önemli oranlara ulaştığı anlaşılmaktadır. Nitekim normal soğutma yöntemiyle saklanan çileklerdeki ağırlık kayıplarının 7 günlük saklama süresinin sonunda %5 seviyesinin aşması nedeniyle meyvelerde önemli kalite azalışları meydana gelmiştir. Öte taraftan, değişik saklama yöntemleri çileklerin ağırlık kayıpları üzerinde etkili olurken çeşitler ve derim olumları arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Beklenildiği gibi en fazla ağırlık kayıpları normal soğutma yöntemiyle muhafaza edilen çileklerde gözlenirken en düşük ağırlık kayıpları ise KA'de muhafaza edilen meyvelerde saptanmıştır.



Şekil 8. 1986 ve 1987 yıllarında değişik olgunluk, soğutma hızı ve atmosfer bileşimi ile saklama sürelerinin Tioga ve Yalova-15 çilek çeşitlerinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri

Figure 8. The effect of maturity, cooling rate and CO₂ level on weight lost of Tioga and Yalova-15 strawberry cultivars which were stored 5 and 7 days at 0°C and transferred to 20°C at one and two day intervals (1986-1987).

- | | | | |
|-----|------------------------|-----|--|
| ○—○ | Normal soğutma olum I | □—□ | % 10 CO ₂ önsoğutma olum I |
| ●—● | Normal soğutma olum II | ■—■ | % 10 CO ₂ önsoğutma olum II |
| △—△ | Önsoğutma olum I | ×—× | % 20 CO ₂ önsoğutma olum I |
| ▲—▲ | Önsoğutma olum II | ×—× | % 20 CO ₂ önsoğutma olum II |

TARTIŞMA

Literatürde çilekler, morfolojik ve tüketim benzerliklerinin dışında botanik bir yakınlığı olmayan dut, böğürtlen ahududu gibi yumuşak meyveler grubuna dahil edilmiştir (8). Bu meyve grubunun en önemli ortak özellikleri oldukça yumuşak dokulardan oluşmaları, çok hızlı bir metabolizmaya sahip olmaları ve ayrıca çürüme yapan organizmalara çok duyarlı olmaları şeklinde özellenir (14,26,28). Bu özelliklerden dolayı çilekler bugün endüstrileşme sürecini tamamlamış ülkelerde, ya tüketiciler tarafından doğrudan tarladan toplandığı (pick your own) sistemler aracılığı ile (12), veya soğuk zincirin her aşamasında meyve sıcaklığı ve meyve metabolizmasının önsoğutma ve KA gibi modern derim sonrası teknolojilerle kontrol edildiği sistemler kanalıyla pazarlanmaktadır (16,22). Oysa ülkemizdeki meyve endüstrisi henüz adı geçen teknolojilere yabancıdır. Bu teknolojileri meyve endüstrisine tanıtmak amacıyla, iki yıl süreyle Tioga ve Yalova-15 çeşitleri üzerinde çalışılmış ve bu araştırmalarda, derim olumu, önsoğutma ve KA'de saklama gibi derim sonrası teknolojilerinin meyvenin kalite ve pazarlama süresi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri standartlarında, uzun deneyimlerden sonra, çileklerin minimum olgunluk standardının tanımı, meyvenin en az 2/3'ünün kızardığı ve meyve büyüklüğünün de asgari 1.92 cm'ye ulaştığı evre olarak yapılmıştır. Bu tanıma göre, bu olgunluk evresinden daha erken derilen meyveler olgunlaştıklarında çileklere özgü lezzet ve kaliteyi göstermeyecekleri kabul edilmektedir.

İncelediğimiz olgunluk evrelerinde (meyvenin 3/4 ve tamamının kızardığı olgunluk evreleri), derim olumunun meyvenin pomolojik özellikleri ve kimyasal kompozisyonu üzerindeki etkileri aritmetiksel olarak önemli bulunurken olgunlaştıktan sonraki tat ve kaliteleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Ancak bu olgunluk farklarının her iki çeşidin depolama potansiyeli veya pazarda kalma süresi üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Nitekim Şekil 5 ve 6 incelendiğinde görülebileceği gibi, denemelerde uygulanan tüm saklama yöntemlerinde, her iki çeşitte de meyvelerin 0°C den 20°C ye aktarılmasından sonra önemli kalite azalışları ve çürümeler gözlenmiştir. Ancak bu artışın hızı meyvelerin tamamının kızardığı evrede derilen çileklerde meyvelerin 3/4'ünün kızardığında toplananlara kıyasla çok daha fazla olmuştur. İleri olgunluk evresinde derilen meyvelerde gözlenen kayıplardaki artışın nedeni kanımızca iki ana faktöre dayanmaktadır. Bunlardan ilki olgunluğa bağlı olarak meyve metabolizmasında değişik enzimler tarafından katalize edilen benzeri kompleks olaylar sonucu çileklerin fizyolojik olarak yaşlanması ikincisi ise olgunlukla birlikte meyvenin fizyolojik direncinin zayıflaması sonucu fungal enfeksiyonlara karşı çok daha duyarlı bir hale gelmesidir (24,26).

İki yıl süreyle Tioga ve Yalova-15 çeşitlerinin solunum hızları üzerinde yaptığımız araştırmalarda, 0°C'de saklanan meyvelerin solunum hızları 7.14 ile 13.16 mg/CO₂ /kg-sa arasında, 20°C'de saklanan çileklerin solunum hızları ise 66 ile 100 mg/CO₂ /kg-sa değeri arasında değişmiştir. Bu sonuçlar önce Maxie ve ark'nın (14) daha sonra sırasıyla Woodward ve Topping (28), Robinson ve ark. (20) gibi araştırmacıların değişik çeşitlere bağlı olarak 0° ve 20°C'ler için verdikleri 8-30 ve 60-90 mg/CO₂ /kg-sa değerleriyle karşılaştırıldığında 20°C için elde edilen veriler adı geçen araştırmacıların değerlerinden biraz yüksek olmakla beraber, denemeden elde edilen verilerle yaklaşık bir benzerlik göstermektedir. Çileklerin solunum hızlarıyla ilgili olarak elde edilen bu sonuçlar çileklerin tüm derim sonrası fizyolojisi için bir ölçüt olmakta, bir taraftan çileklerin saklama potansiyelinin öte taraftan da soğutulmaları için gereken enerjinin hesaplanmasında bir indeks olarak önem kazanmaktadır (17). Nitekim Şekil 4'den anlaşılacağı gibi her iki çeşitte de sıcaklığa bağlı olarak çileklerin saklama sürelerinin solunum hızına benzer bir eğilim gösterdiği görülmektedir. 20°C'de saklanan çilekler 2 günlük saklama periyodu sonunda yüksek solunum sonucunda meyvelerin fizyolojik olarak yaşlanması ve fungal enfeksiyonlar nedeniyle tamamıyla pazarlama değerini yitirirken, 0°C'de saklanan çileklerde düşük solunum hızları nedeniyle 9 günlük saklama periyodu sonunda kalitelerinde önemli bir azalış gözlenmemiştir. Bu sonuçlar Maxie ve ark. (14), Woodward ve Topping (28) gibi araştırmacıların çalışmalarlarıyla da desteklenmektedir.

Yapılan çalışmada meyve kalitesiyle soğutma hızı arasında olumlu bir ilişki gözlenmiştir. Başka bir anlatımla gerek Tioga ve gerekse Yalova-15 çeşidinde 5 ve 7 günlük saklama periyotlarından sonra 20°C'ye aktarılan çileklerde soğutma hızına göre değişen önemli çürüme ve kalite azalışları gözlenmiştir. Çilekler arasında gözlenen bu kalite farklılıkları denemede uygulanan önsoğutma ve soğutma yöntemlerinin soğutma hızları arasındaki farktan kaynaklanmıştır (10,22).

Buharlaştığında az da olsa bir taraftan meyve ve sebzenin soğutulmasına katkıda bulunması, öte taraftan da meyvenin içinde bulunduğu atmosfer bileşimindeki CO₂ oranını kısa sürede yükseltmesi nedeniyle, kuru buzun son yıllarda özellikle meyve ulaşımında kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Değişik araştırmacılar (9,12,16) tarafından çileklerin bulunduğu atmosferin kuru buzla zenginleştirildiği ulaşım denemelerinden olumlu sonuçlar alınmış ancak meyvenin bulunduğu atmosferdeki CO₂ oranının % 20'yi geçmesi durumunda meyvelerde CO₂ zararı gözlenmiştir. Yaptığımız çalışmalarda da benzer sonuçlar gözlenmiş yüksek CO₂'nin meyve kalitesi üzerindeki etkisi olumlu bulunmuştur. Her iki çeşitte de, özellikle % 20 CO₂ koşullarında saklanan çileklerde, meyve kalitesini doğrudan etkileyen renk, meyve eti sertliği ve ağırlık azalışları gibi parametrelerdeki değişimlerin diğer saklama yöntemlerine oranla çok daha düşük düzeylerde kaldığı gözlenmiş ve bu nedenle de bu yöntemle saklanan meyveler ötekilere oranla genellikle yüksek kalite skorları almışlardır. Kanımızca bu sonuçlarda KA koşullarının

meyve metabolizması üzerindeki etkisi açık bir şekilde görülmektedir. Ancak bu sonuçların alınmasında CO₂'nin yanında, O₂'nin meyve metabolizması üzerindeki etkisi de gözden uzak tutulmalıdır (Şekil 2).

Buraya kadar yapılan tartışmada, daha çok yüksek CO₂'nin meyve metabolizması üzerine yaptığı etki üzerinde durulmuştur. Ancak çileklerde yüksek CO₂ kullanımının en büyük avantajı düşük saklama sıcaklıklarında dahi meyvelerde büyük tahribat yapan *Botritis cinerea* ve *Penicillium* spp. gibi fungus aktiviteleri üzerindeki yavaşlatıcı etkisidir (1,2). Nitekim çalışmamızda her iki çeşitte de KA koşullarında saklanan çileklerdeki fungal enfeksiyonlar diğer saklama yöntemlerine kıyasla düşük seviyede bulunmuş ve depo atmosferindeki CO₂ oranının % 20'ye çıkarılması halinde ise çürüme oranları çok daha etkin bir biçimde kontrol altına alınmıştır (Şekil 5).

Denemelerden elde edilen verilere göre, zamanla çileklerde hızı çeşit, derim olumu, saklama sıcaklığı ve depolama yöntemine göre değişen tat ve aroma kayıpları gözlenmiştir. Şekil 7 incelendiğinde görülebileceği gibi, burada da saklama sıcaklığı ile yüksek CO₂'nin meyve metabolizması üzerindeki etkileri açık bir şekilde görülmektedir. Nitekim çileklerde en hızlı aroma kaybı, meyveler 20°C'ye aktarıldıktan sonra gözlenmiş çileklere özgü tat ve aromalarında önemli azalışlar gözlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada, dikkati çeken diğer bir nokta da KA yönteminin çileklerin tad ve aroması üzerinde yaptığı olumlu etkidir. Nitekim denemelerden elde edilen sonuçların incelenmesinden de anlaşılacağı gibi çileklerde en düşük tat ve aroma kaybı, CO₂'nin % 20 lik oranıyla elde edilirken, en hızlı azalışlar ise normal soğutma yöntemiyle muhafaza edilen çileklerde gözlenmiştir. O halde özellikle düşük saklama sıcaklıklarında yüksek CO₂'nin çileklerin tat ve aroması üzerindeki etkisi kalıcı olmaktadır. Denemelerden elde ettiğimiz bu veriler, Topping ve Coclburn (27) gibi araştırmacıların, çileklerde yüksek CO₂'nin meyve metabolizmasındaki yavaşlatıcı etkisi nedeniyle, aromatik bileşiklerdeki kayıpları en düşük düzeye indirdiğini rapor ettikleri araştırma bulgularıyla da tam bir uyum içinde gözükmektedir.

Yapılan çalışmada diğer meyve türlerinde olduğu gibi tüm uygulamalarda çileklerde saklama süresi boyunca devamlı bir ağırlık kaybı gözlenmiştir. Meyvelerde suyun buharlaşması ve solunum nedeniyle meydana gelen ve sonuçta meyve kalitesinde önemli azalışlara neden olan su kaybı özde fiziksel ve fizyolojik olayları birlikte içeren önemli depolama faktörlerinden biridir (17,22).

Sonuçlar, çileklerde saklama sırasındaki ağırlık kaybı potansiyelinin zamana bağlı olarak, olgunluk, soğutma hızı ve KA koşullarına göre değiştiğini göstermektedir. En yüksek ağırlık kaybı meyvelerin normal soğutma yöntemiyle yavaş bir hızla soğutuldukları çileklerde gözlenmiş, bunu sırasıyla önsoğutma ve KA koşullarında saklanan meyveler izlemiştir. Genelde ileri olgunluk evresinde (olum II) derilen meyvelerdeki su kaybı oranının azda olsa meyvelerin 3/4 ünün kızardığı evrede (olum I) derilenlere oranla daha fazla olması küçük meyvelerdeki hacim/yüzey oranının iri meyvelere oranla daha yüksek olmasıyla açıklanabilir. Depolama sırasında değişik soğutma hızlarıyla soğutulan meyvelerde gözlenen ağırlık kayıpları arasındaki farklar meyvenin etrafını saran havanın buharlaşma gücüyle ilgilidir. Bu durum literatürde BBF (buhar basıncı farkı) terimi ile ifade edilmekte olup oransal nem ve sıcaklığın ağırlık kaybı üzerindeki kombine etkisidir. Bu iki faktör birbirleriyle ilişkili olduğundan pratikte yüksek sıcaklık ve düşük oransal nem BBF'yi yükselterek meyvelerdeki su kaybını hızlandırırken düşük sıcaklık ve yüksek oransal nem ise BBF'yi düşürerek meyvelerdeki su kaybını azaltmaktadır. Soğutma hızıyla ilgili olarak denemelerden elde edilen sonuçlar bu durumu açıklar biçimdedir. Şekil 8 incelendiğinde görülebileceği gibi, sıcaklığın önsoğutmayla hızlı bir biçimde 2°C ye indirilmesi sonucunda meyveyle meyvelerin içinde bulunduğu atmosfer arasındaki BBF düşerek çileklerdeki ağırlık kaybı azalırken meyvelerin normal soğutma yöntemiyle yavaş bir hızla soğutulduğu çileklerdeki ağırlık kayıpları ise iki ortam arasında oluşan BBF'nin daha yüksek olması nedeniyle artmıştır. Çileklerin ağırlık kaybı üzerindeki en olumlu etki, önsoğutma ile KA koşullarının kombine edildiği uygulamalarda elde edilmiştir. Bu uygulamada bir taraftan çileklerin hızlı bir biçimde soğutulmasıyla iki ortam arasında oluşan BBF süratle azalırken, öteki taraftan da KA koşulları nedeniyle meyvelerdeki metabolik aktivitenin yavaşlaması sonucu çileklerde oluşan ağırlık kayıpları en düşük düzeyde kalmıştır.

Bu sonuçlara bakıldığında, çileklerin önsoğutmayla hızlı bir biçimde soğutulmaları atmosferin kuru buzla % 20 oranındaki CO₂ ile zenginleştirilmesiyle meyve kalitesini doğrudan etkileyen renk, sertlik, serbest asitlik ve ağırlık kayıplarındaki azalışların önemli ölçüde yavaşlatılabileceği kanısına varılır. Öte taraftan eldeki istatistiksel veriler son yıllarda çilek üretiminde gözlenen artışın taze çilek dış satımından çok donmuş çilek dış satımına yansıdığını göstermektedir. Kanımızca gelecekte bu eğilimin değişmesi bu araştırma projesiyle önerilen önsoğutma, KA gibi yeni teknolojilerin dış satımcılar tarafından benimsenerek uygulamaya konmasıyla mümkün olacaktır. Bu yönüyle projeden dışsatıma yönelik pazarlamacılar için umut verici sonuçlar alınmıştır.

SUMMARY

EFFECTS OF PRECOOLING AND ELEVATED CO₂ CONTENT ON FRUIT QUALITY AND POSTHARVEST LIFE OF STRAWBERRIES

In this project, which was conducted at Yalova-Atatürk Central Horticultural Research Institute in two consecutive years between 1986-1987, effects of harvest maturity, precooling and various atmospheric

CO₂ concentrations on marketing periods of Tioga and Yalova - 15 strawberry cultivars were studied.

In the experiments, the relation between harvest maturity and marketing period was found to be controversial and rate of cooling lowered the aroma and quality losses.

The greatest advantage of high atmospheric CO₂ was observed on fruit deterioration which was caused by fungal activity. In fact, it was determined in this study that increase in atmospheric CO₂ to 18-20 % levels with dry-ice which can be feasible during fruit transit the metabolism of the fruits was slowed down with the result of lowest aroma and quality losses. On the other hand, the fruit decay by *Botrytis* and *Penicillium* spp. which are known to be active even at lowest storage temperatures were controlled with a very minimal rotting results.

LİTERATÜR KAYNAKLARI

1. Brook, C., E. V. Miller., C. O. Bratley., U. S. Cooley., P. V. Mook., and H. B. Johnson. 1932. Effect of solid and gaseous carbon dioxide upon transit disease of certain fruits and vegetables. *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull. No. 318*.
2. Browne, K. M., J. O. Geeson., and C. Dennis, 1984. The effect of harvest date and CO₂ enriched storage atmospheres on the storage and Shelf-life of strawberries. *Jour of Hort. Sci. 59 (2): 197-204*.
3. Claypool, L. L. and R. M. Keefer, 1942. A colorimetric method for CO₂ determination in respiration studies. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40: 177-186*.
4. Dennis, C., and J. Mountford, 1975. The fungal flora of soft fruits in relation to storage and spoilage. *Annals of Applied Biology. 79: 141-147*.
5. Doren Von, A., M. B. Hoffman, and R. K. Smock, 1941. Carbon dioxide treatment strawberries and cherries in transit and storage. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38: 231*.
6. Duvekot, W. S., 1956-57. Gas storage of soft fruit and vegetables. *Inst. for Res. on Storage and Proc. of Hort. Produce. ANN Rep. 1956-57. 18*.
7. Ertan, Ü., S. Özelkök, K. Kaynaş ve S. Demirören, 1984. Marmara Bölgenin muhtelif yörelerinde yetiştirilen bazı standart şeftali çeşitlerinin hasat sonrası fizyolojisi üzerinde araştırmalar. Redglobe. *Sert çekirdekli meyveler araştırma projesi. Sonuç Raporu 57 s*.
8. Green, A., 1971. Soft fruits, Biochemistry of fruits and their products Vol. II (Ed. by A. C. Hulme) *Academic Press New York, pp: 375-410*.
9. Harvey, J. M., C. M. Harris, and F. M. Porter, 1971. Air transport of California strawberries : Pallet covers to maintain modified atmospheres and reduce market losses. *United States Department of Agriculture Marketing Research Report No. 920*.
10. Harris, C. M., F. M. Porter and J. M. Harvey, 1969. Market quality and precooling rate of strawberries packet in various containers *Marketing Research Report No. 851*.
11. Hodgman, D. C., R. C., West, R., S. Shankland, and S. M. Selby, 1963. Handbook of chemistry and physics, *The chemical Rubber Publishing Co. 364 p*.
12. Hughes, H. M., 1979. Strawberries. *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Reference Book. No. 95., 108 p*.
13. Johnson, D. S., and A. J. Topping, 1976. Storage of strawberries at ambient temperature in high carbon dioxide. *Rep. E. Malling Res. Stn. for 1976: 95-96*.
14. Maxie, E. C., F. G. Mitchell., and A. Greathead 1959. a. Studies on strawberry quality. high temperature that may occur in harvesting and handling of strawberries influence the rate of fruit deterioration *Calif. Agr. 13 (1): 8*.
15. _____, _____, _____ and _____ 1959 b. Quality study on strawberries. *Calif. Agr. 13 (1): 6*.
16. _____, _____, _____ and N. F., Sommer, 1966. Air transport of perishable. *HortScience 1 (3-4): 1-4*.
17. Peynaud, E., and P. Ribereau-Gayon, 1971. The grape. Biochemistry of Fruits and Their Products (Ed. A. C. Hulme) *Academic Press New York, Vol. 2. pp: 171-285*.
18. Plocharski, W. L., and E. Lange, 1979. The effect of storage under controlled atmosphere conditions on the quality of Senga Sengana strawberries. *Bulletin of the International Institute of Refrigeration, 59: 1152*.
19. Regnell, J. C., 1973. Analytical methods on quality of processed fruit and vegetables. *Quality Control Centre Technical Report. No. 11, Bornova, İzmir*.
20. Robinson, J. E., K. M. Browne, and W. G. Barton, 1975. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. *Annals of Applied Biology, 81: 399-408*.
21. Ross, F. A., 1959. Dinitrophenol method for reducing sugars. Potato processing (Eds: W. F. Talburt and O. Smith) *AVI Publishing Company, Connecticut, pp 469-470*.
22. Ryall, A. L., and W. T. Pentzer, 1974. Handling transportation, and storage of fruits and vegetables. *The AVI Publishing Company, Inc., 545 p*.
23. Smith, W. H. 1957. The application of precooling and carbon dioxide treatment to the

- marketing of strawberries and raspberries. *Scient. Hort.*, 12: 147-53.
24. Smith, W. L., and P. H. Heinze, 1958. Effect of color development at harvest on quality of postharvest ripened strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72: 207-211.
 25. Thornton, N. C., 1931. The effect of carbondioxide on fruits and vegetables in storage. *Contribs. Boyce Thompson Inst.* 3: 219.
 26. Topping, A. J., 1973. Experiments underline importance of picking soft fruit at the right stage of ripeness for precooling. *Grower* 21: 130-131.
 27. Topping, A. J., and J. T., Cockburn, 1978. Flavour of strawberries stored in high carbon dioxide concentrations. *Report of East Malling Research Station for, 1977.* 152. p.
 28. Woodward, J. R., and A. J., Topping, 1972. The influence of controlled atmospheres on the respiration rates and storage behavior of strawberry fruits. *J. Hort. Sci.* 47: 547-552.