

BAZI ÖNEMLİ ELMA ÇEŞİTLERİNİN NORMAL VE KONTROLLU ATMOSFERDE DEPOLANMALARI ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRMALI ARAŞTIRMALAR¹-I. AKICI SİSTEM

Ümit ERTAN²

Sözer ÖZELKÖK³

Kenan KAYNAŞ³

Fahrettin ÖZ²

ÖZET

Bu çalışma Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde 1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimlerinde, NA (Normal atmosfer) ve KA (Kontrollu atmosfer) saklama yöntemlerinin Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin saklama potansiyelleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Dokuz aylık saklama süresince 3 aylık zaman periyotlarında meyvelerin ŞCKM, meyve eti sertliği, klorofil, antosiyanin, titre edilebilir toplam asitlik ve şeker içerikleri ile ağırlıklarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Ayrıca elmaların saklama potansiyelleri, meyvelerin 20°C'ye aktarıldıktan sonraki solunum hızlarının izlenmesi suretiyle saptanmaya çalışılmıştır.

Deneme sonuçları KA yönteminin meyvenin eşlemeli (synchronised) olgunlaşma modelini değiştirerek, uzun süreli depolamadan doğabilecek kalite riskini azaltmak suretiyle her iki çeşidin de saklama süresinin 9 aya kadar uzayabileceğini göstermiştir.

GİRİŞ

Ülkemizde üretimi yapılan meyve türlerinin en önemlilerinden birisi elmadır. Bu meyve türü üretim miktarı yönünden 1988 yılı verilerine göre yumuşak çekirdekli meyveler grubu içinde 1.950.000 ton ile ilk sırayı almaktadır (2). Konu üzerinde yapılan araştırmalar, Kastamonu, Tokat, Amasya yöreleri hariç elma üretim bölgelerinde üretilen elmaların % 90'dan fazlasının Starking Delicious, Golden Delicious ile bu çeşitlerin spur-larından oluştuğunu göstermektedir (8).

Ülkemizde yetiştirilen elmalar için dış pazarlar bulunması ve bulunan pazarların güvenli bir şekilde korunması, her şeyden önce günümüzde meyve endüstrisinde ülkemizde elmalar için uygulanmakta olan derin sonrası teknolojilerin geliştirilmesiyle olanaklıdır. Bugün ülkemizde mekanik soğutmalı depo kapasitesi yaklaşık olarak 685.000 tona ulaşmıştır. Bu kapasitenin % 49.27'lik bölümü taze meyve ve sebze için kullanılırken bu sektördeki en büyük payı 227.238 ton kapasite ile elma almaktadır (20). Mekanik soğutmalı depolarda elmalar uzun süre depolandıklarından kalitelerinde önemli azalışlar gözlenmektedir. Oysa geniş bir biçimde üretti-

ğimiz Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin saklanması üzerinde yapılan araştırmalar, bu çeşitlerdeki kalite azalışlarının 0°C gibi düşük saklama sıcaklıklarında dahi depolamadan 3 ay sonra başladığını ve bu nedenle de uzun süreli depolamada meyve kalitesinin ancak elmaların KA'li depolarda saklanmasıyla korunabileceğini göstermiştir (25, 32, 34). Ülkemizde ise günümüze kadar sayıları az da olsa KA yöntemiyle çalışan soğuk depolar yapılmış olmasına karşın, bu teknolojinin meyve endüstrisi tarafından yeterince bilinmemesi nedeniyle bunlardan hiçbirisi işletmeye açılmamıştır.

Meyveler ağaçtan koparıldıktan sonra da depo ettikleri besin maddelerini, solunum yoluyla yakmak suretiyle yaşamlarını sürdürürler. Meyvelerin solunum hızlarıyla yaşam süreleri arasında olumsuz bir ilişki vardır. Başka bir anlatımla meyvelerin solunum hızları yükseldikçe fizyolojik yaşlanmaları da hızlanmaktadır (10, 33). Bu nedenle meyvelerin saklama sürelerinin uzatılması her şeyden önce meyvelerin solunum hızlarının yavaşlatılmasına bağlıdır. Elmaların solunum hızları birkaç yolla yavaşlatılabilir. Bunlardan birisi sıcaklık olup soğukta saklamanın ana ilkesi de buna dayanmak-

1. Yayın Kuruluna geliş tarihi: Mart 1993

2. Dr., Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, YALOVA

3. Doç. Dr., Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, YALOVA

tadır. İkincisi, meyvenin içinde bulunduğu atmosferin O_2 oranının düşürülmesi, üçüncüsü ise CO_2 oranının yükseltilmesidir. Tüm bu teknolojilerin bir sistem içinde birleştirildiği saklama yöntemine de KA'de (Kontrollu atmosfer) muhafaza denilmektedir (32).

Öte yandan elma çeşitlerinin O_2 ve CO_2 gazına gösterdikleri fizyolojik direnç arasında önemli farklar saptanmıştır. Örneğin düşük saklama sıcaklıklarına (-0.5 - 2 C) duyarlı çeşitlerden Granny Smith, Jonathan, Boskoop, Empire ve Gluster gibi çeşitler CO_2 'e karşı hassas olurken Cox's ve McIntosh gibi çeşitler ise her iki gazda da duyarlı çeşitler arasında kabul edilmektedir. Düşük saklama sıcaklıklarında (-1 - 0 C) saklanabilenler arasında da, adı geçen gazlara karşı gösterdikleri fizyolojik dirençler arasında önemli farklar bulunmuştur. Örneğin Jonagold çeşidi sadece yüksek CO_2 'e dayanıklı olurken, Golden Delicious, Spartan, Red Delicious ve Starking Delicious çeşitleri ise hem yüksek CO_2 hem de düşük O_2 'e dirençli çeşitler arasında yer almaktadır (25).

Elma çeşitleri için, KA koşullarının saptanması- na etki eden belki de en önemli etmen meyvenin içinde yetiştiği ekoloji olmaktadır. Nitekim değişik ülkeler tarafından elma çeşitlerinin KA koşullarını belirlemek amacıyla yapılan araştırmalar sonucunda, aynı çeşit için çok farklı atmosfer bileşimleri saptanmıştır. Bazen bu farklılık, aynı ülke içindeki değişik ekolojilerde de geçerli olmuştur. Örneğin ABD'de McIntosh elma çeşidinde, % 1 O_2 içeren KA koşullarında yapılan muhafaza denemelerinde New York eyaletinde yetiştirilen elmalarda olumsuz sonuçlar alınırken Vermont yöresindeki elmalarda ise aynı saklama koşullarında beklenilenin de üzerinde iyi sonuçlar elde edilmiştir (24).

Endüstrileşme sürecini tamamlamış ülkeler, 1930'lu yıllardan başlayarak, gerek meyve kalitesini yükseltmek ve gerekse elmaların saklama sürelerini uzatarak dışaıumlarını artırmak amacıyla araştırma programlarında KA çalışmalarına büyük ağırlık vermişlerdir. Bu araştırma programlarında konu yoğun bir biçimde incelenerek, bugün değişik elma çeşitlerinde başarıyla uygulanan çok düşük O_2 (ULO-ultra low oxygen < 2 %) ve süper düşük O_2 'de (HLO-hyper low oxygen < 1 %) muhafaza gibi yeni teknolojiler geliştirilmiştir (24, 25). Teknolojideki bu gelişmeler sayesinde bu ülkelerde elmalar adı geçen KA yöntemleriyle 9-10 ay süreyle kalitelerinden fazla bir şey yitirmeden depolanırken, ülkemizde ise meyve endüstrisi KA'de saklama yöntemine henüz yabancıdır.

Özet olarak bu çalışma, henüz ülkemizde uygulanmayan KA tekniğini meyve endüstrisine tanıtmak amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışma, Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsünde yürütölmüştür. Deneme materyalini oluşturan Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitleri 8 x 8 m aralıkla dikili 13 yaşındaki deneme parsellerinden sağlanmıştır. .

Metot

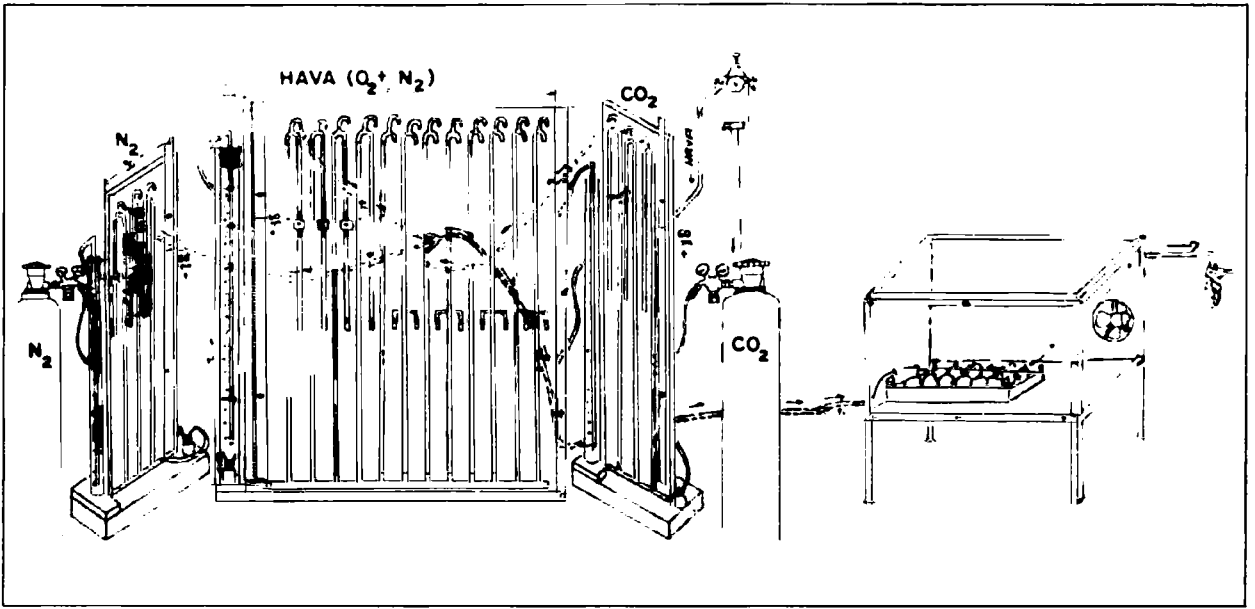
Çeşitlerin derimleri, her çeşidin derim olumuna gelmesi için gereken süre gözönüne alınarak yapılmıştır. Derilen meyvelerin şekil, irilik ve görünüşce benzer olanları özenle seçildikten sonra 25 meyveden oluşan gruplara ayrılarak file torbalar içine konmuştur. Daha sonra hazırlanan bu örnekler, iskeleti alüminyum yüzeyleri ise 3 mm kalınlığında camdan yapılmış olan KA kabinleri içine yerleştirilmiştir. Bu kabinlerin içine meyvenin içinde bulunduğu atmosfer bileşimini saatte yaklaşık 30 defa değiştirebilecek bir fanla, giriş çıkışlarına gaz karışımının geçişini sağlayacak küresel vanalar monte edilmiştir. Ayrıca çıkış vanasının ucuna akışım tablasından gelen gaz karışımının emniyetli bir biçimde kabinde geçişinin görölebilmeye amacıyla da içinde NaCl, HCl ve metil orange ile renklendirilmiş çözelti bulunan bir balon irtibatlandırılmıştır (Şekil 1).

Bu sistemin ana ilkesi, denemede kullanılan atmosfer bileşiminin sabit basınç altında KA kabinleri içinden devamlı bir biçimde sirküle ettirilmesine dayanmaktadır. Bu nedenle de kabinlerin içinden geçen gaz bileşimlerinin oluşturulmasında bir monometre görevini yapabilecek biçimde dizayn edilen Claypool-Keefer'in (5) akışım tablasından yararlanılmıştır. Bu amaçla her gaz için ayrı bir akışım tablası kullanılmış ve sistemde kullanılan N_2 ve CO_2 gazları yüksek basınca dayanıklı gaz silindirlerinden, hava ise bir hava kompresöründen alınmıştır. Bu üç kaynaktan gelen gazın, KA kabinlerine gönderilmesinde, akışım tablalarının yüksek ve -alçak basınçları arasında oluşturulan 60 cm SS'luk bir basınç farkıyla, akışım tablaları üzerine önceden kalibre edilerek kauçuk hortumlarla bağlanmış olan kılcal borulardan yararlanılmıştır. Bu amaçla hava kompresöründen gelen hava ile gaz silindirlerindeki N_2 ve CO_2 gazları plastik hortumlar vasıtasıyla akışım tablasına gönderilmiş ve adı geçen gazlar basınç farkından yararlanılarak kılcal borulardan geçirildikten sonra üçlü bir monifoldla birleştirilerek KA kabinlerine gönderilmiştir. Sistemin basınç değişikliklerinden etkilenmesi basınç ayarlayıcıları ile önlenmiştir. Depolama sırasında meyvelerdeki olası aşırı su kaybı ise oluşturulan gaz bileşiminin kabinlere gönderilmeden önce su içinden sirküle ettirilmesiyle önlenmiştir. Her iki saklama mevsiminde de KA kabinlerinin O_2 ve CO_2 oranları orsat cihazıyla günlük olarak yapılan gaz analizleriyle belirlenmiştir.

Bu çalışmada, birisi NA (Normal atmosfer) tanık olmak üzere iki atmosfer bileşimi kullanılmış olup KA'in (Kontrollu atmosfer) atmosfer bileşimi % 3 CO_2 ve % 3 O_2 'i içerecek biçimde ayarlanmıştır. Deneme faktöriyel düzende tesadüf blokları deneme desenine göre 3 yinelenmeli olarak kurulmuş olup her yinelenmesi 8 meyveden oluşmuştur.

Denemelere 9 ay süreyle devam edilmiş, meyve metabolizması ve kalitesinde meydana gelen değişimler biri "0 zaman" başlangıç olmak üzere 3 aylık zaman periyotlarında olgunlaşma öncesi ve sonrası yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerle saptanmıştır.

Olgunlaşma öncesi: Meyvenin zemin rengindeki



Şekil 1. Claypool - Keefer akışım tablalarından oluşan KA akıcı sistemi.
Figure 1. Controlled atmosphere system composed of Claypool - Keefer flowboards.

değişimler British Colour renk kataloğuna göre, meyve sertliğindeki azalışlar ise Effegi tipi sertlik ölçer ile saptanmıştır. Meyvelerin SÇKM (suda çözünür kuru maddeler) içerikleri Atoga N2 tipi el refraktometresiyle belirlenmiştir. Klorofil yoğunluğu Blanpied ve Hansen (3), antosiyanin yoğunluğu Claypool (6), indirgen şeker Rose (28) toplam şeker ise indirgen şekerler için hazırlanan ekstratların Regnel'e (27) göre inverziyonu ile saptanmıştır. Örneklerin asit içerikleri ve pH'larının belirlenmesinde Knee (23) tarafından tanımlanan yöntem izlenmiş ve analizlerde Beckman H₄ model pH metre kullanılmıştır. elmaların saklama sırasındaki solunum hızları Claypool ve Keefer'in (5) kolorimetrik yöntemine göre ölçülmüştür. Ayrıca saklama sırasında meyvelerin tad ve kalitelerinde meydana gelen değişimler 1-5 skoruna (1. çok kötü, 2. kötü, 3. orta-yenebilir, 4. iyi, 5. çok iyi) göre yapılan duyu analiziyle değerlendirilmiştir.

Olgunlaşma sonrası: Elmalar "0" zaman başlangıç olmak üzere üç aylık zaman aralıklarıyla bir hafta süreyle 20°C'deki olgunlaşma odasına aktararak olgunlaştırılmışlardır. Daha sonra meyvelerin SÇKM içerikleri ile sertlikleri saptanmış ve olgunlaşma sırasında meyvelerin tad ve kalitelerinde meydana gelen değişimler de yapılan duyu analiziyle değerlendirilmiştir. Solunum klimakteriklerinin izlenmesinde Claypool ve Keefer (5) yönteminden yararlanılmış ayrıca depolama koşullarının meyvelerin saklama potansiyeli üzerindeki etkileri, örneklerin 20°C'ye aktarıldıktan sonraki solu-

num hızlarının ölçülmesi ve elde edilen verilerden (Q_{10})² değerlerinin hesaplanmasıyla saptanmıştır (29).

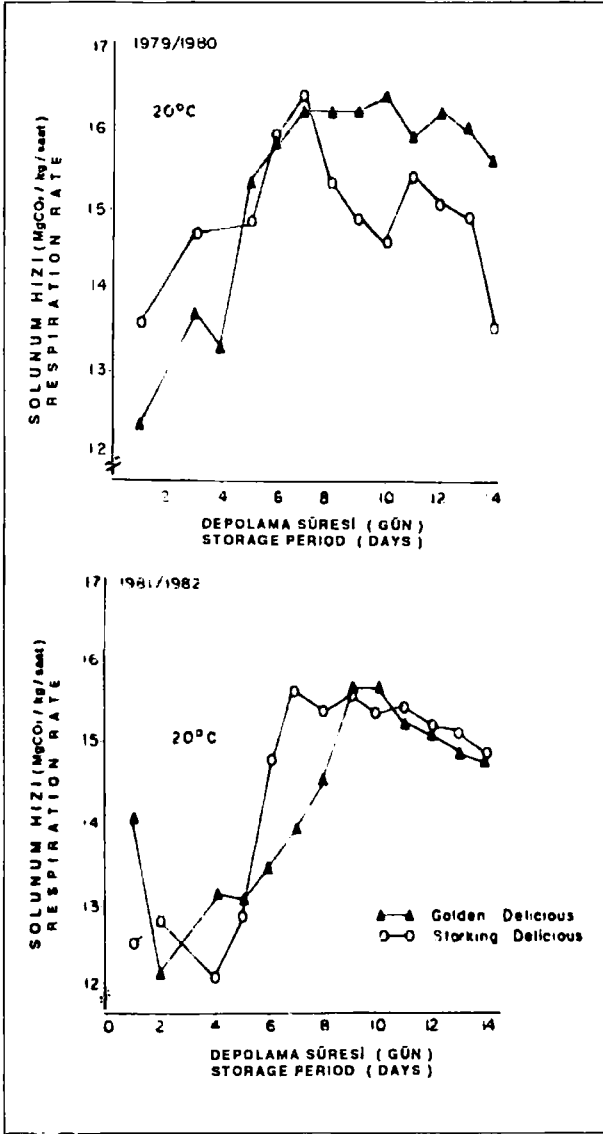
SONUÇLAR

1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimlerinde Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin olgunlaşma sırasında, solunum hızlarıyla ilgili olarak elde edilen verilerden, iki çeşidin de uzun süreli depolamaya uygun olan fizyolojik evrede derildikleri anlaşılmaktadır. Şekil 2 izlendiğinde görülebileceği gibi her iki mevsimde de meyveler klimakterik minimum evresinde derilmişler ve olgunlaşma sırasında meyvelerdeki klimakterik yükseliş derimden 4-5 gün sonra başlamıştır.

Anılan çeşitlerin klimakterik maksimuma ulaştığı süreler ile bu fizyolojik evredeki solunum değerleri incelendiğinde, değerler arasındaki farklar önemsiz kalırken, süreler arasında ise çeşit ve mevsimlere göre değişen bazı farklar saptanmıştır. Nitekim Starking Delicious çeşidi 1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimlerinde klimakterik maksimuma sırasıyla 16.405 ve 16.195 mgCO₂/kg/sa değerleriyle 5 ve 7. günlerde ulaşırken, bu değerlerin Golden Delicious çeşidinde biraz değişerek 15.520-15.645 mg/CO₂/kg/sa ile 7 ve 9 gün olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, meyvenin ontogenetik solunum modelinin, mevsimler ve belki de ağaçlara uygulanan kültürel işlemlerden etkilendiğini göstermektedir (Şekil 2).

$$Q_{10} = \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^{\frac{10}{T_2 - T_1}}$$

formülüne göre hesaplanmış olup, bu formülde T1 ve T2 düşük ve yüksek sıcaklık dereceleri, R1 ve R2 ise düşük ve yüksek sıcaklık derecelerindeki solunum hızlarıdır (mg CO₂/kg/sa.)

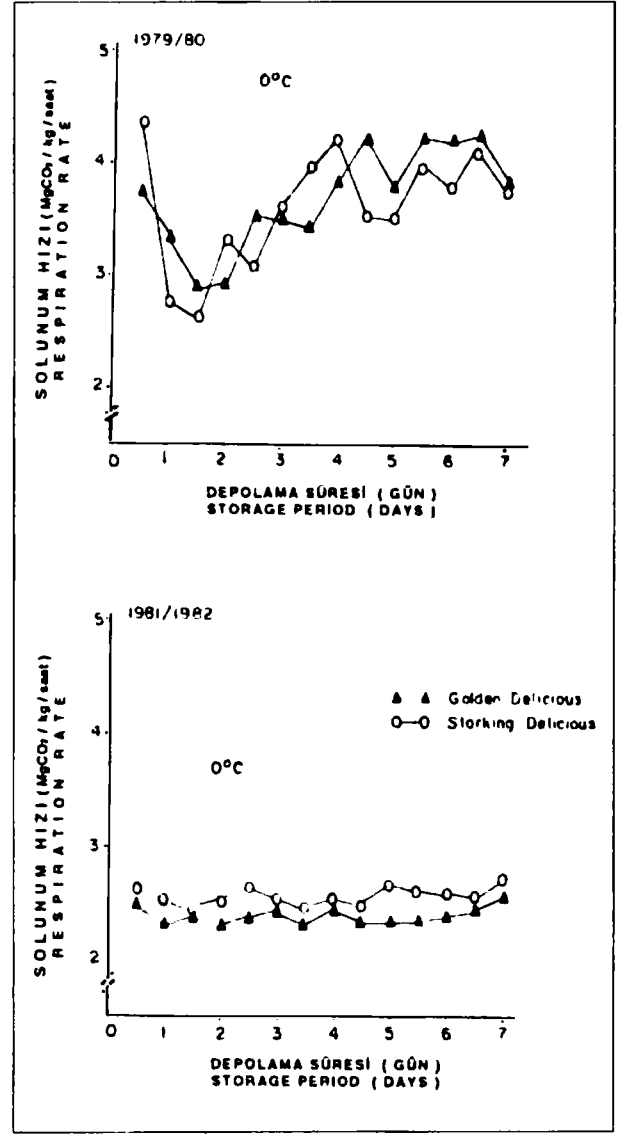


Şekil 2. Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin 20°C'de olgunlaşma dönemlerindeki solunum hızlarının değişimi (1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimleri).

Figure 2. Respiratory behavior of Starking Delicious and Golden Delicious apple cultivars ripening at 20°C (1979/80 and 1981/82 storage seasons).

1979/80 saklama mevsiminde, çeşitlerin 0°C'deki solunum hızlarında, 20°C'ye kıyasla çok farklı bir eğilim gözlenmiştir. Depolama süresince her iki çeşidin solunum hızları oldukça düşük düzeylerde seyretmiş, ancak saklama periyodunun sonuna doğru fazla belirgin olmayan bir artış eğilimi gözlenmiştir. Buna göre Starking Delicious çeşidinin solunum hızı, 2.635 mgCO₂/kg/sa ile 4.350 mgCO₂/kg/sa değerleri arasında değişirken, bu değerler Golden Delicious çeşidinde 2.904 mg CO₂/kg/sa ve 4.260 mgCO₂/kg/sa olarak saptanmıştır.

1981/82 saklama mevsiminde, yedi aylık saklama periyodu sırasında, Starking Delicious çeşidinin so-



Şekil 3. Normal atmosferde 0°C'deki saklama sırasında Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin solunum hızlarındaki değişimler (1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimleri).

Figure 3. Respiratory behavior of Starking Delicious and Golden Delicious apple cultivars under normal atmosphere conditions at 0°C (1979/80 and 1981/82 storage seasons).

lunum hızı 2.475 mg CO₂/kg/sa-2.735 mg CO₂/kg/sa, Golden Delicious çeşidinin ise 2.315 mg CO₂/kg/sa ile 2.540 mg CO₂/kg/sa değerleri arasında değişmiştir. Bu değerler bir önceki mevsimle karşılaştırıldığında, oldukça düşük düzeylerde kaldığı anlaşılmaktadır. Bu durum iklimsel ve bahçe faktörlerinin karşılıklı etkileşimi sonucu meyvenin kimyasal kompozisyonu ve buna bağlı olarak da solunum metabolizması üzerindeki etkisini göstermesi açısından önemlidir (Şekil 3).

KA koşullarının meyvelerin solunum hızı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla elmalar 3 ve 6 ay sü-

Çetvel 1. Değişik atmosfer bileşimi ve saklama sürelerinin Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin bazı meyve özellikleri üzerine etkileri (1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimleri).

Table 1. Effects of different atmospheric combinations and storage periods on some fruit characteristics of Starking Delicious and Golden Delicious cultivars (1979/80 and 1981/82 storage seasons).

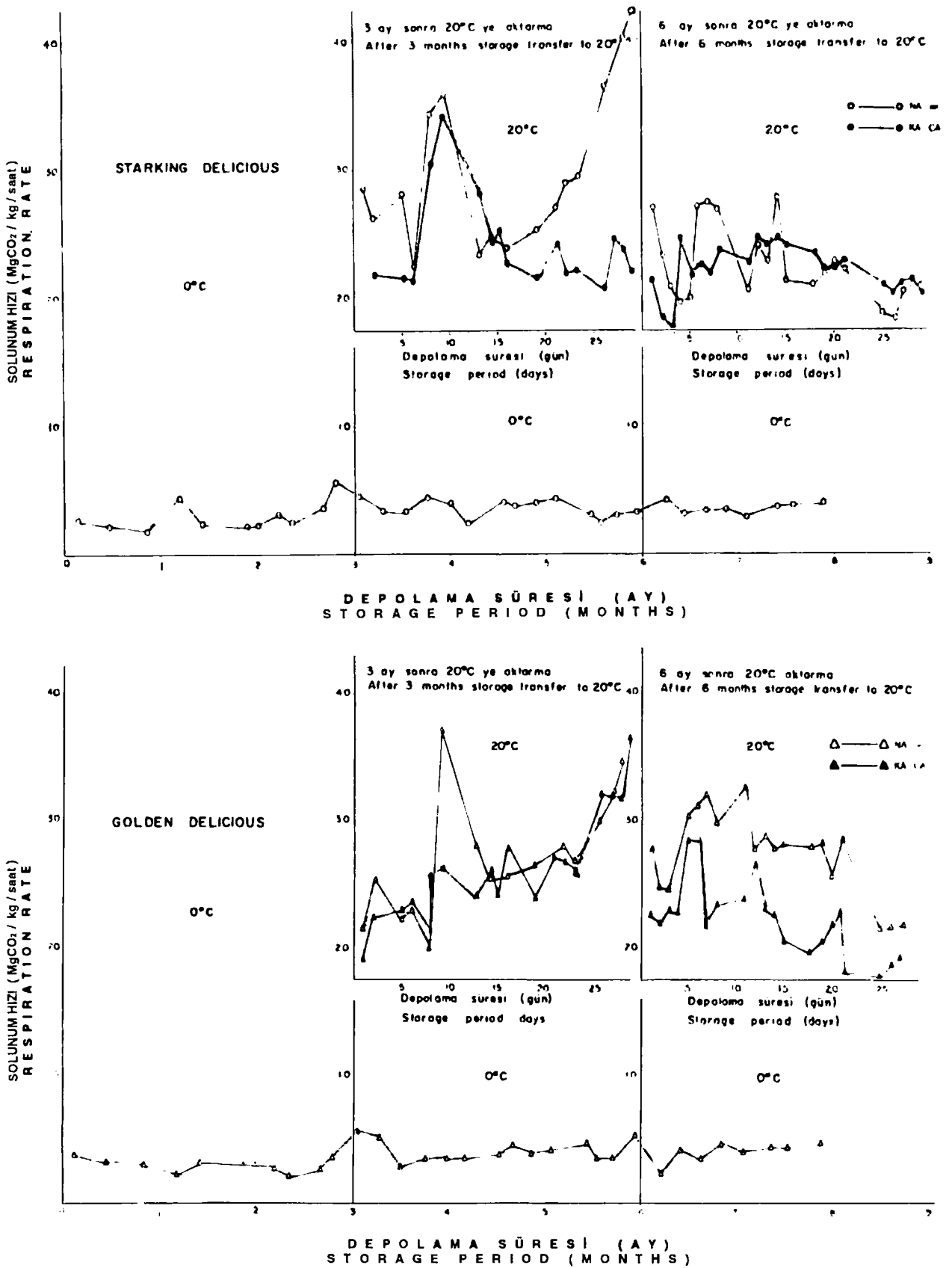
Çeşitler Cultivars	Uygulamalar Treatments	1979/80 Saklama mevsimi Storage season						1981/82 Saklama mevsimi Storage season					
		Saklama süresi (ay) Storage periods (months)	Meyve eti sertliği (kg) Flesh firmness	SÇKM (%) S. solids	Antosiyanin yoğ. (abs) Anthocyanin intensity	Şekerler Sugars		Meyve eti sertliği (kg) Flesh firmness	SÇKM (%) S. solids	Antosiyanin yoğ. (abs) Anthocyanin intensity	Şekerler Sugars		
						İndirgen Reducing mg g-1	Toplam Total mg g-1				İndirgen Reducing mg g-1	Toplam Total mg g-1	
Starking Delicious	KA(CA)	Başlangıç İnital	7.1	11.6	0.070	82.49	97.70	7.3	13.3	0.079	87.51	104.10	
		3	6.1	12.1	0.068	86.14	105.00	6.9	13.4	0.083	96.87	102.06	
		6	5.9	13.5	0.073	83.87	101.28	6.3	13.0	0.075	82.15	116.29	
		9	5.7	14.1	0.068	74.10	96.06	6.0	13.5	0.085	92.91	102.86	
	NA (air)	3	5.9	12.2	0.067	87.86	105.73	6.6	14.0	0.084	98.96	116.40	
		6	5.2	14.6	0.066	74.03	93.82	5.6	13.6	0.079	87.41	104.29	
		9	5.4	13.9	0.069	72.75	90.81	5.2	13.6	0.080	84.22	101.22	
Golden Delicious	KA(CA)	Başlangıç İnital	6.5	13.1	-	87.19	106.96	6.5	12.6	-	85.50	103.50	
		3	5.8	13.3	-	93.43	112.25	6.1	13.6	-	96.82	113.46	
		6	5.5	13.7	-	88.36	108.56	5.6	13.1	-	93.50	108.58	
		9	4.4	13.5	-	86.38	106.12	5.1	13.3	-	86.38	105.71	
	NA (air)	3	4.8	13.7	-	95.90	104.91	5.1	14.1	-	94.48	112.43	
		6	4.4	13.3	-	83.20	103.00	4.7	14.6	-	82.50	100.11	
		9	3.9	13.8	-	80.21	98.11	3.7	14.4	-	81.54	99.43	

Cetvel 2. Starking Delicious ve Golden Delicious elma çeşitlerinde bazı meyve özelliklerinin çeşit, atmosfer bileşimi ve saklama süresine göre değişimi (1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimi)

Table 2. Changes some fruit characteristics of Starking Delicious and Golden Delicious apple cultivars as influenced by different cultivars, atmospheric combinations and storage periods (1979/80 and 1981/82 storage seasons).

Uygulamalar Treatments	Meyve eti sertliği (kg) Fruit firmness		Klorofil yoğunluğu (abs) Chlorophyll intensity		Titre e. asitlik (% g) Titratable acidity		Toplam şeker (mg g ⁻¹) Total sugar	
	Saklama mevsimi - Storage season				Saklama mevsimi - Storage season			
	1979/80	1981/82	1979/80	1981/82	1979/80	1981/82	1979/80	1981/81
Çeşit - Cultivar								
Starking Delicious	6.06 ^z a	6.43 a	0.054	0.102	0.320 a	0.330 a	106.74 a	107.67 a
Golden Delicious	5.16 b	5.40 b	0.057	0.105	0.250 b	0.259 b	98.60 b	105.87 b
Atmosfer bileşimi Atmospheric combination								
Kontrollü atmosfer (CA)	5.87 a	6.22 a	0.064 a	0.117 a	0.307 a	0.320 a	104.33 a	108.34 a
Normal atmosfer (air)	5.25 b	5.60 b	0.047 b	0.090 b	0.264 b	0.269 b	101.01 b	105.19 b
Depolama süresi Storage period								
Başlangıç - Inital	6.77 a	6.90 a	0.081 a	0.146 a	0.377 a	0.380 a	102.50 b	103.80 c
3 ay - Month	5.66 b	6.15 b	0.055 b	0.109 b	0.292 b	0.355 b	108.64 a	113.59 a
6 ay - Month	5.25 c	5.61 c	0.045 c	0.081 c	0.256 c	0.261 c	101.66 b	107.36 b
9 ay - Month	4.75 d	4.98 d	0.042 c	0.076 c	0.216 d	0.231 d	97.86 c	102.31 d

^zUygulamalar için aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler 0.01 düzeyinde farklıdır (Duncan testi).
Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 0.01 level.



Şekil 4. NA ve KA koşullarında 0°C'de 3 ve 6 ay süreyle saklandıktan sonra 20°C'ye aktarılan Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin solunum hızındaki değişimler (1979/80 saklama mevsimi).

Figure 4. Changes in respiratory behaviour of Starking Delicious and Golden Delicious apple cultivars at 20°C which was previously stored at 0°C for 3 and 6 months under NA and CA conditions (1979/80 storage season).

reyle 0°C'de NA ve KA'de muhafaza edildikten sonra, bir ay süreyle 20°C'ye aktarılmışlar ve meyvelerin solunum hızlarında meydana gelen değişimler saptanarak sonuçlar toplu olarak Şekil 4'te gösterilmiştir. KA koşulları her iki çeşidin solunum hızı üzerine önemli derecede etkili olmuş ve 3 aylık saklama periyodundan sonra 20°C'ye aktarılan meyvelerin solunum hızlarında aktarmanın başında NA'de daha belirgin olan artışlar gözlenmiştir. Nitekim 3 aylık saklama periyodunda, aktarmadan 24 saat sonra yapılan ölçümlerde NA'de saklanan Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin solunum hızları 4.875 ve 5.025 mg CO₂/kg/sa'tan sırasıyla 27.606 ve 22.225 mg CO₂/kg/sa'a yükselirken, bu artışlar KA koşullarında saklanan meyvelerde daha düşük düzeylerde kalarak ancak 22.117 ve 19.227 mg CO₂/kg/sa değerlerine ulaşmıştır. Meyvelerin solunum hızlarında görülen bu eğilim, Starking Delicious'da 7 gün, Golden Delicious çeşidinde ise 3 gün süreyle devam ettikten sonra, Starking Delicious çeşidinde yalnız NA'de, Golden Delicious'da ise her iki koşulda saklanan meyvelerin solunum hızlarında giderek yükselen bir artış eğilimi gözlenmiştir.

KA'nın meyvelerin solunum hızı üzerindeki etkisi 6 aylık saklama periyodunda da gözlenmiştir. Nitekim, aktarmadan hemen sonra, her iki çeşitte de meyvelerin solunum hızlarında NA'de daha belirgin olan artışlar saptanmıştır. Ancak saklama koşulları arasında gözlenen bu fark Starking Delicious'da aktarmadan üç gün sonra kaybolurken, Golden Delicious çeşidinde ise sürekli olmuştur (Şekil 4).

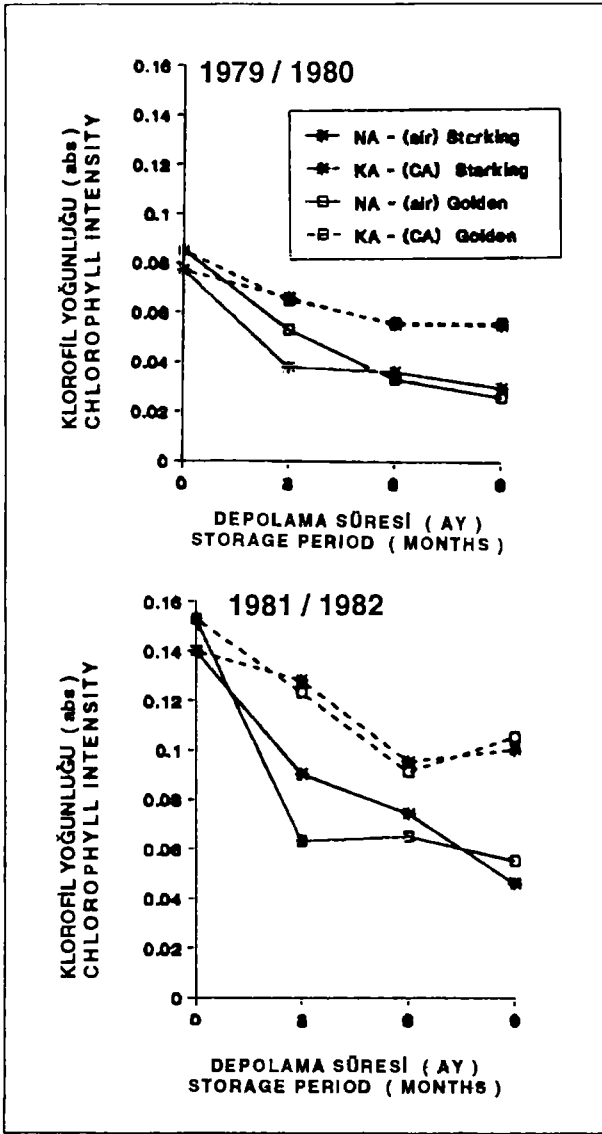
1979/80 saklama mevsiminde meyvelerin zemin renginde hızı çeşit, saklama süresi ve meyvenin içinde bulunduğu atmosfer bileşimine göre değişen önemli azalışlar gözlenmiştir. Yapılan varyans analizinde bu değişkenlerden atmosfer bileşimi ile saklama süresinin meyvelerin klorofil kaybı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken çeşitler arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Gerçekten çeşitlerin derim olumundaki **klorofil yoğunlukları** (Starking Delicious 0.077, Golden Delicious 0.085) arasında bazı farklar gözlenmiş olmakla birlikte (Şekil 5), ortalama değerleri (Starking Delicious 0.054, Golden Delicious 0.057) birbirine oldukça yakındır (Cetvel 2).

Her iki çeşitte de meyvelerin klorofil kaybıyla gerek atmosfer bileşimi ve gerekse saklama süresi arasında yakın bir ilişki vardır. Bu durum Şekil 5 ve Cetvel 2'de açıkça görülmektedir. Saklama sırasında meyvelerin klorofil yoğunluğu giderek azalmış ve saklama periyotları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Meyvelerin klorofil yoğunluğunda gözlenen azalışların hızı da uygulamalara göre önemli derecede değişmiştir. Başka bir anlatımla KA koşullarında saklanan meyvelerin klorofil yoğunluğundaki azalışlar NA'e kıyasla daha düşük bir hızda gerçekleşmiştir. Nitekim 1979/80 saklama mevsiminde 9 aylık saklama periyodu sonundaki kayıplar NA'de Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinde sırasıyla % 61.0 ve % 69.4 düzeylerine ulaşırken bu oran KA'de saklanan meyvelerde % 28.5 ve % 34.1 düzeylerinde kalmıştır.

Şekil 5'in incelenmesinden, 1981/82 saklama mevsiminde çeşitlerin derim olumundaki klorofil yoğunluklarının bir önceki mevsime kıyasla yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim derimden hemen sonra yapılan analizlerde bu değerler Starking Delicious çeşidinde 0.140 Golden Delicious'da ise 0.153 olarak saptanmıştır. Bu mevsimde de çeşitler arasında istatistiksel bir fark gözlenmezken, uygulama ve saklama süresinin meyvelerin klorofil kaybı üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur (Cetvel 2). Nitekim bu durum, çeşit x uygulama ve çeşit x zaman interaksiyonlarında da açık bir biçimde gözlenmiş ve yapılan istatistik analizde anılan interaksiyonlar % 1 düzeyde önemli çıkmıştır. Yine bu mevsimde de klorofil yoğunluğundaki en düşük azalışlar KA koşullarında saklanan meyvelerde olmuştur. Nitekim 9 aylık saklama periyodunda, KA'deki kayıplar Starking Delicious'da % 28.5 Golden Delicious çeşidinde ise % 31.3 düzeylerinde kalırken, NA koşullarında artarak % 67.1 ve % 64.0 düzeylerine ulaşmıştır (Şekil 5).

Çeşitlerin meyve eti sertlikleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve Starking Delicious çeşidinin Golden Delicious'a kıyasla tekstür bakımından daha sert olduğu saptanmıştır (Cetvel 1 ve 2). Denemeden meyve eti sertlikleri ile ilgili olarak elde edilen veriler, pektin transformasyonları dahil, olgunlukla meyve metabolizmasında meydana gelen tüm metabolik olayların hızlarının saklama koşulları ve muhafaza süresine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim yapılan varyans analizinde, saklama koşulları ve sürelerinin meyve eti sertliğindeki azalışlar üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur. Bu etkinin olumlu yönünde olduğu başka bir anlatımla, KA koşullarında saklanan meyvelerin meyve eti sertliğindeki azalışların NA'e kıyasla daha düşük düzeylerde kaldığı Cetvel 1'den anlaşılmaktadır. Bu cetvel incelenirse NA'de saklanan Starking Delicious çeşidinin meyve eti sertliğindeki azalışların 9 aylık saklama periyodu sonunda 1979/80 saklama mevsiminde % 23.5, 1981/82 saklama mevsiminde ise % 29.1'e ulaşırken, bu azalışların KA koşullarında ancak % 18.5 ve % 17.4 seviyelerine ulaştığı görülür. Benzer eğilim Golden Delicious çeşidinde de gözlenmiş, ancak bu çeşitteki azalışlar genelde Starking Delicious'a kıyasla daha yüksek bir hızda gerçekleşmiştir (NA'de % 39.7-43.5 KA'de % 23.5-29.1).

Saklama süresince çeşitlerin titre edilebilir toplam asit içeriklerinde önemli azalışlar gözlenmiş ve bu azalışların hızı çeşit, saklama koşulu ve süresine bağlı olarak değişmiştir. Yapılan varyans analizlerinde her iki mevsimde de bu üç parametrenin meyvelerin asit kaybı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Cetvel 2). Golden Delicious çeşidi asitçe zengin olmasına karşın bu çeşitte saklama sırasında hızlı bir asit kaybı gözlenmiştir (Şekil 6). Ancak bu azalışların hızı KA'de NA'e oranla daha yavaş bir seyir izlemiştir. Nitekim 1979/80 saklama mevsiminde 3, 6 ve 9 aylık saklama periyotlarının sonunda, bu çeşitteki titre edilebilir toplam asit içeriklerindeki kayıplar KA ve NA koşullarında sırasıyla % 20.3-40.2, % 28.9-49.1 ve % 37.8-56.6

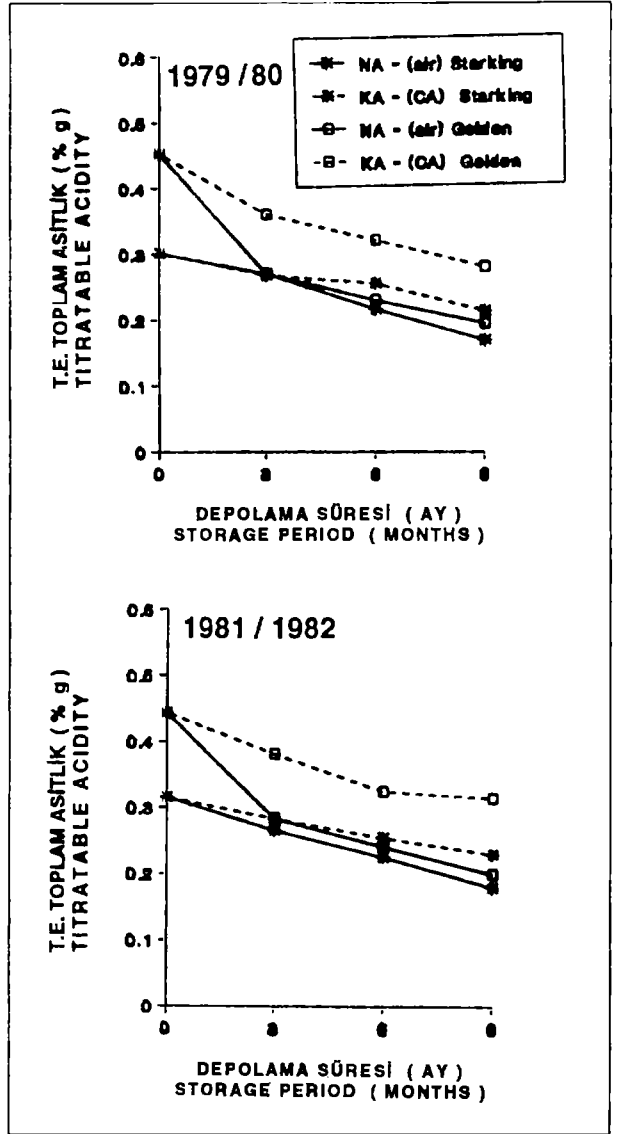


Şekil 5. Değişik atmosfer bileşimi ve saklama sürelerinin Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin klorofil yoğunluğu üzerindeki etkileri (1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimleri).

Figure 5. Effects of different atmospheric combinations and storage periods on chlorophyll intensity of Starking Delicious and Golden Delicious apple cultivars (1979/80 and 1981/82 storage seasons).

oranlarına ulaşırken, Starking Delicious çeşidindeki kayıplar ise aynı saklama periyotlarında % 6.9-10.2, % 14.9-27.9 ve % 28.9-43.5 düzeylerinde kalmıştır.

1981/82 mevsiminde saklama koşullarının meyvelerin titre edilebilir toplam asitlik üzerindeki etkileri incelendiğinde bu mevsimde de her iki çeşitte asitçe zengin kaliteli meyveler KA'de bulunmuştur. Buna göre 3, 6 ve 9 aylık saklama periyotları sonunda KA koşullarında saklanan Starking Delicious ve Golden Delicious



Şekil 6. Değişik atmosfer bileşimi ve saklama sürelerinin Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin titre edilebilir toplam asit içerikleri üzerindeki etkileri (1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimleri).

Figure 6. Effects of different atmospheric combinations and storage periods on total titratable acidity values of Starking Delicious and Golden Delicious apple cultivars (1979/80 and 1981/82 storage seasons).

çeşitlerinin titre edilebilir toplam asit içeriklerindeki azalışlar sırasıyla % 10.4-13.9, % 19.6-26.3 ve % 27.2-29.1 oranlarına ulaşırken aynı sürelerde NA'de saklananlarda ise artarak % 16.1- 36.1, % 28.8-45.8 ve % 43.0-54.8 düzeylerine ulaşmıştır (Şekil 6). Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi her iki çeşitte de KA yöntemi elmalardaki asit kaybını yavaşlatarak bundan doğan kalite riskini azaltmıştır.

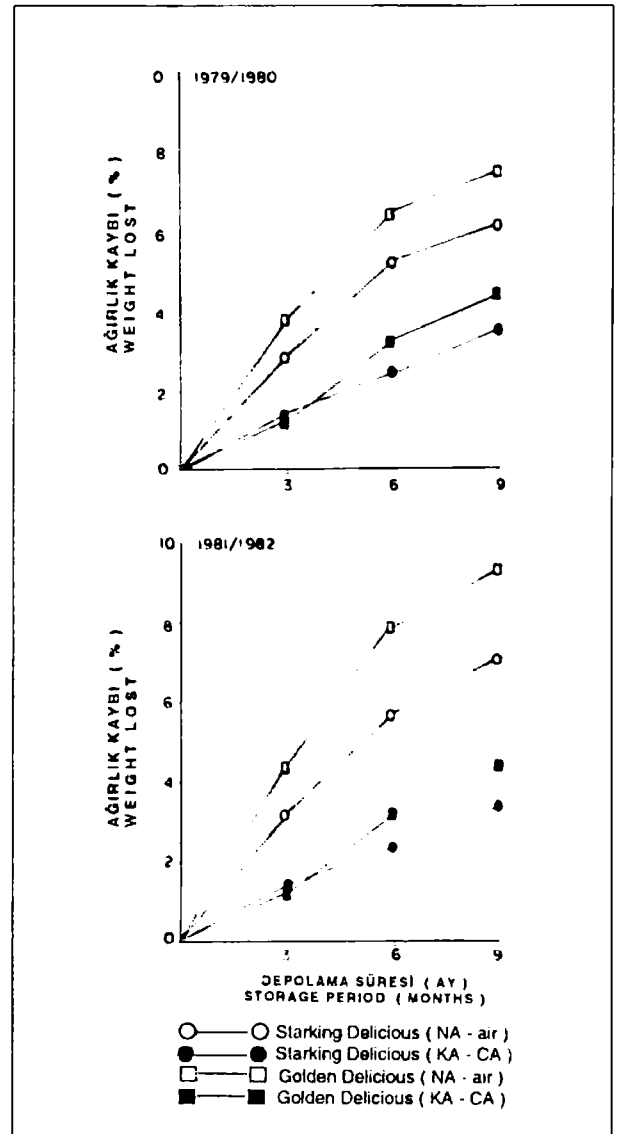
Çeşitlerin değişik saklama koşulu ve sürelerine

göre saptanan SÇKM değerleri Cetvel 1'de toplu olarak verilmiştir. Cetvelin incelenmesinden meyvelerin SÇKM içerikleri ile saklama koşulları arasında belirgin bir eğilimin olmadığı anlaşılmaktadır. Depolama süresince, 1979/80 saklama mevsiminde, Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin SÇKM içerikleri sırasıyla % 11.6-14.0, % 13.1-13.8 arasında değişirken bu değerler 1981/82 saklama mevsiminde biraz değişerek Starking Delicious'da % 13.0-14.0, Golden Delicious çeşidinde ise % 12.6 ile % 14.6 arasında seyretmiştir.

Saklama sırasında elmalardaki en önemli değişimlerden birisi şeker içeriklerinde gözlenmiştir. Yapılan varyans analizinde çeşit, saklama koşulu ve süresinin meyvelerin toplam şeker içeriği üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur (Cetvel 2). Her iki mevsimde de 3 aylık saklama periyodunun sonunda meyvelerin indirgen ve toplam şeker oranlarında hızı çeşit ve saklama koşullarına göre değişen önemli artışlar gözlenmiştir. Ancak metabolizmadaki yavaşlama nedeniyle bu artışların oranı KA koşullarında saklanan meyvelerde daha düşük düzeylerde kalmıştır. Bu durum Cetvel 1'de açıkça görülmektedir. 1979/80 saklama mevsiminde NA'de saklanan Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinde indirgen ve toplam şekerdeki artışlar sırasıyla % 0.575-2.433 ve % 0.781-0.795 oranlarına ulaşırken bu artışlar KA koşullarında saklanan meyvelerde % 0.433-0.733 ve % 0.624-0.529 oranlarıyla daha düşük düzeylerde gerçekleşmiştir. Benzer eğilim 1981/82 saklama mevsiminde de gözlenmiş ve 3 aylık saklama periyodunda meyvelerin indirgen ve toplam şeker oranlarında hızı çeşit ve saklama koşullarına göre değişen önemli artışlar gözlenmiştir (Cetvel 2). Ancak 3 aylık saklama periyodundan sonra, elmaların şeker metabolizmasındaki eğilim tamamen değişmiş ve her iki saklama mevsiminde de çeşitlerin indirgen ve toplam şeker içeriklerinde NA'de daha belirgin olan azalışlar gözlenmiştir.

Yapılan çalışmada öteki meyve türlerinde olduğu gibi elmalarda da saklama süresi boyunca devamlı bir ağırlık kaybı gözlenmiştir (Şekil 7). Genel olarak Golden Delicious çeşidindeki ağırlık kaybı Starking Delicious'a kıyasla daha fazla olmuş ve 9 aylık saklama periyodunun sonunda bu çeşitlerdeki ağırlık kayıpları KA ve NA'de sırasıyla 1979/80 mevsiminde % 4.3-7.5 ve % 3.4-6.2, 1981/82 saklama mevsiminde ise % 4.3-9.4 ve % 3.4-7.1 düzeylerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar aynı zamanda, KA yönteminin ağırlık kaybı üzerindeki olumlu etkisini de göstermektedir. Nitekim benzer eğilim aylık ortalamalar üzerinden yapılan değerlendirmede de saptanmış ve NA'de muhafaza edilen meyvelerdeki aylık ortalama ağırlık kayıpları KA'ye kıyasla yaklaşık 2 kat artmıştır.

Duyusal analiz sonuçlarından zamanla meyvelerin lezzet, aroma ve tekstürleri hızla saklama koşullarına göre değişen önemli azalışların olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 8). KA'de saklanan meyveler NA'ye kıyasla lezzet ve aromaca daha zengin ve tekstür bakımından da daha diri bulunmuştur. Nitekim bu durum Şekil 8'de açıkça görülmektedir. Yapılan duyusal analizlerde, KA koşullarında saklanan her iki çeşit de 9 aylık saklama



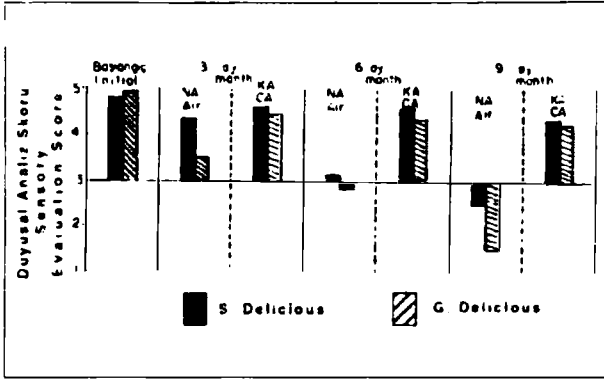
Şekil 7. Değişik atmosfer bileşimi ve saklama sürelerinin Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin ağırlık kayıpları üzerindeki etkileri (1979/80 ve 1981/82 saklama mevsimleri).

Figure 7. Effects of different atmospheric combinations and storage periods on weight loss of Starking Delicious and Golden Delicious apple cultivars (1979/80 and 1981/82 storage seasons).

süresince tüketicilerce asgari sınır kabul edilen 3 değerinin üzerinde skorlar alırken, bu değerler NA'de saklanan örneklerde Golden Delicious'da 6, Starking Delicious çeşidinde ise 9 aylık saklama periyodunda 3'ün altına düşmüştür.

TARTIŞMA

Elmaların uzun süre saklanması, meyvedeki olgunlaşma olaylarının yavaşlatılmasına bağlıdır. Olgun-



Şekil 8. Saklama süresince Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinde duyu analizi değerlerindeki değişimler.

Figure 8. Sensory evaluation results of Starking Delicious and Golden Delicious apple cultivars during storage.

laşma meyvede, hücresel düzeyde meydana gelen metabolik reaksiyonlarla, meyvenin dışından gözle görülebilen morfolojik ve fizyolojik değişimler sonucunda meydana gelir. Hücresel düzeydeki metabolik olaylar, meyvede dışsal olarak gözle görülebilir bir biçimde meydana gelen fizyolojik ve morfolojik değişimlerin reaksiyon mekanizmasını oluşturan olaylar olarak da değerlendirilebilir (26).

Olgunlukla ilgili olaylar (zemin renginin değişmesi, meyve sertliğindeki azalışlar, meyve asitliğindeki değişimler, çeşide özgü aromanın oluşması vb) meyvede doğal olarak, ancak meyvenin uygun bir fizyolojik evreye ulaşmasından sonra meydana gelmektedir. Bu durum, meyvede, erken olgunlaşmayı önleyen doğal bir kontrol mekanizmasının çalışır durumda olduğunu gösterir (26). Meyvede böyle doğal bir kontrol mekanizmasının var olması, uygun teknikler kullanılarak meyvedeki olgunluğun modifiye edilerek yavaşlatılabileceğinin bir kanıtıdır. Nitekim yaptığımız çalışmada, elmaların içinde bulunduğu atmosfer bileşimindeki O_2 düzeyinin azaltılması (% 3) buna karşılık CO_2 düzeyinin yükseltilmesi (% 3) meyvedeki olgunlaşma modelini değiştirmiştir. Gerçekten de, meyvenin içinde bulunduğu atmosfer bileşiminde yapılan bu değişiklik, her iki çeşitteki solunum ve olgunluğa bağlı olarak meydana gelen diğer metabolik olayları yavaşlatmıştır.

İlgili şekil (Şekil 4) incelendiğinde görülebileceği gibi, $0^\circ C$ 'de NA ve KA'de 3 ve 6 ay saklandıktan sonra $20^\circ C$ 'ye aktarılan meyvelerin solunum hızlarında görülen artışlar, her iki saklama periyodunda da NA'de daha fazla olmuştur. Bu durum, aktarmadan 48 saat sonraki $0^\circ C$ ve $20^\circ C$ 'deki solunum hızı değerlerinin dikkate alınarak hesaplanan Q_{10} değerlerinden de açık bir biçimde anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara göre KA'den $20^\circ C$ 'ye aktarılan Starking Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinin 3 ve 6 aylık saklama periyotlarındaki Q_{10} değerleri sırasıyla 2.137-2.281 ve 2.079-2.241 olurken, bu değerler, NA'den aktarılan meyvelerdeki solunum hızının daha yüksek olması nedeniyle aynı saklama peri-

yotlarında 2.354-2.574 ve 2.279-2.349 düzeylerine erişmiştir. Benzer bulgular önce Smock (33), daha sonra Hatfield ve Patterson (15) gibi araştırmacıların değişik elma çeşitlerinin solunum metabolizması üzerinde yaptıkları araştırmalardan da elde edilmiş olup, araştırmacıların tümü de NA ve KA'de saklandıktan sonra olgunlaşma sıcaklıklarına aktarılan meyvelerdeki solunum hızı artışının KA koşullarında daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Depolama sırasında, elmalardaki en önemli değişimlerden birisi meyvenin zemin renginde gözlenmiştir. Bu değişimler, bir taraftan klorofildeki parçalanma öteki taraftan da karotenoidlerdeki sentezlenme sonucu olduğundan anabolik ve katabolik olayları birlikte içermektedir. Elmalarda meyve olgunlaştıkça klorofil azalmakta buna karşılık karotenoidlerin sentezindeki artışlar nedeniyle bu renk pigmentlerinin meyvenin zemin rengine olan katkıları azalmaktadır (7, 26). Olgunlaşma sırasında zamanla klorofilde görülen azalışlar logaritmik olarak meydana gelmektedir (23). Yaptığımız çalışmada ise meyvelerin $0^\circ C$ gibi oldukça düşük bir sıcaklıkta saklanmaları nedeniyle böyle bir ilişki gözlenmemiştir. Ancak atmosfer bileşiminin meyvelerin klorofil kaybı üzerindeki etkisi önemli bulunmuş ve her iki çeşitte de en düşük azalışlar, KA'de saklanan meyvelerde gözlenmiştir (Şekil 5). Denemeden elde edilen bu sonuçlar Kneen'in (22, 23) KA koşullarında saklanan meyvelerde klorofilde gözlenen kayıpların NA'ye kıyasla çok daha düşük düzeylerde olduğunu saptadığı araştırma sonuçlarıyla tam bir uyum içinde görülmektedir.

Elmalarda üst renk, tüketici tarafından meyvenin kalitesini gösteren en kritik ölçütlerden birisi olarak değerlendirilmektedir. Çalışmamızda saklama sırasında Starking Delicious çeşidinin antosiyanin yoğunluğunda belirgin bir eğilim gözlenmemiş, gerek KA ve gerekse NA koşullarında saklanan meyvelerin antosiyanin yoğunluklarında saklama süresi boyunca fazla belirgin olmayan artış ve azalışlar gözlenmiştir (Cetvel 1). Bu sonuçlar meyvedeki antosiyanin sentezinin saklama koşullarından etkilenmediğini göstermektedir. Nitekim antosiyanin sentezinin, hem kısa hem de uzun dalga boyundaki ışınların iştirak ettiği iki ayrı foto kontrol sistemiyle gerçekleştiğine dair bazı kanıtlar bulunmuştur (36). Öte yandan denemede antosiyanin yoğunluğunda mevsimler arasında görülen önemli farklar, bu pigmentin sentezinde şekere olan gereksinimden kaynaklanmaktadır (4). Bu nedenle fotosentez hızını etkileyen her türlü iklimsel etmen ile kültürel işlemler meyvenin üst renginde olumlu veya olumsuz etki yapmaktadır. Nitekim konu üzerinde yapılan araştırmalar iklimsel etmenlerden ışık, sıcaklık ve oransal nemin bahçe faktörlerinden ise gübreleme, budama ve seyreltme gibi kültürel işlemlerin elmalardaki antosiyanin sentezi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (37).

Bu meyve türünde meyve eti sertliğini etkileyen en önemli fiziksel değişimler, hücre, hücreler arası boşluklar ve vakuollerin büyüklüğünde olurken, en önemli kimyasal değişimler ise pektinlerde gözlenmektedir (7, 35). Denemeden elde edilen sonuçlar, bu değişimlerin hızının, çeşit ve meyvenin içinde bulunduğu atmosfer

bileşimine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim saklama sırasında Golden Delicious çeşidinin meyve eti sertliğindeki azalışlar Starking Delicious'a kıyasla daha hızlı olurken bu azalışların hızında KA saklanan meyvelerde daha yavaş bir eğilim gözlenmiştir (Cetvel 1). Bu sonuçlar, NA'de saklama yönteminin uzun saklama periyodunda, Golden Delicious çeşidi için daha büyük bir kalite riski taşıdığını gösterirken, anılan çeşidin % 3 O₂ ve % 3 CO₂ içeren KA koşuluna Starking Delicious'dan daha iyi tepki gösterdiğini vurgulamaktadır. Nitekim Anderson (1) ve Mehariuk (25) gibi araştırmacılar depo atmosferindeki O₂ düzeyinin % 1-2 oranına düşürülmediği sürece KA yönteminin Red Delicious çeşidinin meyve eti sertliği üzerindeki etkisinin çok fazla olmadığını bildirmişlerdir. Kontrollü atmosfer yöntemiyle elmaların meyve eti sertliklerindeki azalışların yavaşlatılması, büyük bir olasılıkla düşük O₂ ve yüksek CO₂'in pektin transformasyonlarının hızı üzerine yaptığı etkiden kaynaklanmış olabilir (23).

Elmaların titre edilebilir toplam asit içeriklerinde çeşit ve yıllara bağlı olarak bazı farklar gözlenmiştir (Şekil 6). Bu sonuçlar elmaların asit içeriklerinin çeşitlerin genetik yapısına ve iklimsel etmenler nedeniyle de bir çeşit içinde mevsimlere göre değiştiğini rapor eden Wright ve Whiteman (39) gibi araştırmacıların bulgularıyla tam bir uyum içindedir. Öte yandan alınan bu sonuçlarda, bahçe faktörlerinden gübrelemenin meyvenin mineral kompozisyonu ve buna bağlı olarak da asit içeriği üzerine yaptığı etki de gözden uzak tutulmamalıdır. Konu üzerinde yapılan araştırmalarda, meyvenin N içeriği ile titre edilebilir toplam asitlik arasında olumsuz, K içeriği ile ise olumlu bir ilişki saptanmıştır (30).

Kontrollü atmosferin en olumlu etkilerinden birisi, meyvelerin asit içeriklerinde gözlenmiştir. Bu sonuçlar, KA koşullarının meyvenin solunum metabolizması üzerine yaptığı yavaşlatıcı etki nedeniyle, organik asitlerin Krebs çemberi aracılığı ile gerçekleşen transformasyonlarını yavaşlatarak asit kaybını azalttığını göstermektedir. Nitekim günümüzde Krebs çemberinin elma dokularında çalışır durumda olduğu tüm araştırmacılarca kabul edilen bir gerçektir (19).

Saklama sırasında her iki çeşidin şeker içeriklerinde gözlenen değişimler meyvedeki şeker/asit oranının yeme kalitesi üzerine etkisi nedeniyle önemlidir (13). Çeşitlerin şeker içeriklerinde önce (ilk üç aylık saklama periyodunda) artış, daha sonra ise azalış eğilimi gözlenmiş olmakla beraber, bu artış ve azalışların hızı NA'de saklanan meyvelerde KA'e kıyasla daha belirgin olmuştur (Cetvel 1, 2). Depolama başlangıcında, genelde elmaların şeker içeriklerinde görülen artışlar nişastanın şekere dönüşmesinden kaynaklanmış olabilir. Benzer bulgular Fidler ve North'un (11) yaptıkları çalışmalarda da gözlenmiştir. Ancak bazı araştırmacılarca (16) şekerdeki artış hızının nişastada gözlenen azalıştan daha fazla olduğu gözlenmiş ve bu nedenle de bu artışın salt nişastanın şekere dönüşmesinden kaynaklanmayacağı ve büyük bir olasılıkla organik asit metabolizmasıyla da ilgili olabileceği bildirilmiştir (17). Öte yandan şekerler, organik asitlerle birlikte solunumun en önemli substrat-

larından birisidir (12, 29). Bu nedenle solunumu yavaşlatan her türlü etmenin elmaların karbonhidrat metabolizmasındaki olayları da yavaşlatacağı doğaldır. Denemenin elde edilen sonuçlar bu görüşümüzü doğrular biçimindedir. Buna göre 9 aylık saklama periyodu sonunda her iki çeşitte de NA'de saklanan meyvelerin şeker içeriklerindeki azalışlar KA'e kıyasla daha fazla olmuştur. Denemenin elde ettiğimiz bu bulgular, önce Kidd ve West (21), daha sonra da Fidler ve North (11) gibi araştırmacıların, saklama sırasında karbonhidratlardaki kayıpların meyvenin içinde bulunduğu atmosfer bileşimine bağlı olarak değiştiğini saptadıkları araştırma bulgularıyla da desteklenmektedir.

Saklama süresince elmalarda devamlı bir ağırlık kaybı gözlenmiştir (Şekil 7). Meyvelerde ağırlık kaybını kontrol eden en önemli etmenlerden birisi meyve kabuğunun yapısıdır (31). Bu durum açık bir biçimde yaptığımız denemede de gözlenmiş ve Golden Delicious çeşidindeki ağırlık kayıpları Starking Delicious'a kıyasla daha fazla olmuştur. Şüphesiz, Golden Delicious'daki yüksek ağırlık kayıpları, bu çeşidin çok ince bir kabuk yapısı ile kütükül tabakasına sahip olmasından kaynaklanmıştır. Bu sonuçların alınmasında meyvedeki transpirasyon hızını etkileyebilecek diğer etmenler ise, meyvedeki lentisellerin sayısı ile büyüklüğüdür. Ancak meyvedeki transpirasyonun % 70'ten fazlasının kütükül yoluyla olması bu etmenlerin meyve transpirasyonu üzerindeki etkilerinin kabuk yapısı kadar önemli olmadığı izlenimini vermektedir (31).

Öte taraftan, KA saklama yönteminin meyve kalitesi üzerindeki olumlu etkisi ağırlık kaybı üzerinde de gözlenmiş ve saklama sırasında her iki çeşitte de en düşük ağırlık kayıpları bu yöntemle saklanan meyvelerde saptanmıştır. İki saklama koşulunda meyvelerin ağırlık kayıpları arasında görülen farklar, meyvenin etrafını saran havanın buharlaştırma gücüyle ilgilidir. Meyvenin içindeki atmosfer ile etrafını saran atmosfer arasındaki buhar basıncı farkı (BBF) arttıkça elmalarda ağırlık kayıpları hızlanmaktadır (38). Denemede KA'de saklanan meyvelerdeki ağırlık kayıplarının düşük olması iki ana faktörle ilişkili gibi gözükmektedir. Bunlardan birincisi, KA'de saklanan meyvelerin küçük kabinler içinde olması nedeniyle, kabin içindeki serbest hacmin, tanık meyvelerin saklandığı araştırma hücresine kıyasla çok daha az olması, öteki ise bu kabinlerin araştırma hücresi içinde bir nevi "Jaketed" depo işlevi görmesidir. Nitekim konu üzerinde yapılan araştırmalar bu faktörlerin BBF, dolayısıyla da elmaların ağırlık kaybı üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu vurgulamaktadır (18).

Mükemmelliğin derecesi olarak tanınlanan kalite, algılanabilen ve gizli kalan olmak üzere iki öğeden oluşmaktadır. Kalitenin duyuşal olanı tad, görünüş ve tekstürden oluşmakta olup bunlardan tad, lezzet ve aromayı birlikte içermekte ve ancak meyve tüketildiği zaman algılanmaktadır (14). Bu durum göz önüne alınarak yapılan duyuşal-analiz sonuçlarından zamanla meyvelerin kalitelerinde önemli azalışların olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 8). Denemeye alınan çeşitlerden en hızlı kalite azalışı Golden Delicious çeşidinde gözlenirken, her iki

çeşitte de KA'in meyvenin lezzet, aroma ve tekstür üzerindeki etkisi NA'e kıyasla daha olumlu bulunmuştur. Bu sonuçlar NA'de saklama yönteminde, saklama periyodu uzadıkça meyvelerdeki kalite riskinin de arttığını göstermektedir. Bu risk Golden Delicious çeşidi için daha büyük gibi gözükmemektedir. Nitekim bu çeşitle ilgili kalite skorları 6 aylık saklama süresinin sonunda 3 değerinin (minimum kalite) altına düşerken bu süre Starking Delicious için biraz daha uzun olmuştur.

Her ne kadar denemeden elde edilen sonuçlar, subjektif değerlere dayanmaktaysa da elmalardaki kalite azalışlarının nedeni, meyvede hücresel düzeyde meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal değişimlerin kombine etkisi gibi gözükmemektedir. Nitekim konu üzerinde yapılan araştırmalar yaşlanmayla birlikte, meyvenin kalitesi ni etkileyen en önemli fiziksel değişimlerin hücre, hücreler arası boşluk ve vakuollerin büyüklüğünde olduğunu gösterirken en önemli biyokimyasal değişimlerin ise meyvelerin pektin, aromatik maddeler ve alkol sentezinde olduğunu ortaya koymuştur (9, 15, 31, 35).

Sonuç olarak bu araştırma projesiyle, ülkemiz için henüz yeni olan KA yöntemi meyve endüstrisine tanıtılmaya çalışılmıştır. KA yöntemi meyvenin eşlemeli (synchronised) olgunluk modelini değiştirerek meyvede olgunlaşma ile ilgili olarak meydana gelen metabolik olayların hızını yavaşlatmıştır. Bunun sonucunda da elmaların saklama süreleri 9 aya kadar uzatılabilmiştir. Golden Delicious çeşidi, Starking Delicious'a kıyasla % 3 CO₂-% 3 O₂ koşuluna daha iyi yanıt vermiş, bu nedenle de Starking Delicious çeşidinin saklama potansiyelinin daha fazla geliştirilebilmesi için daha düşük O₂ içeren atmosfer bileşimlerinin denenmesinin yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

SUMMARY

COMPARATIVE STUDIES ON THE EFFECT OF NORMAL AND CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE CONDITIONS ON SOME IMPORTANT APPLE CULTIVARS- I. FLOW SİSTEM

This study, which was carried out at Yalova-Atatürk Central Horticultural Research Institute during storage periods of 1979/80 and 1981/82, aimed the effect of normal (NA) and controlled atmosphere (CA) conditions on storage potential of Starking Delicious and Golden Delicious apples.

During nine-months storage at 0°C soluble solids, flesh firmness, chlorophyll, anthocyanin intensities, titratable acidity and sugar contents of fruits were investigated at 3 month intervals. In addition, storage potentials of fruits were examined by transferring the fruits to 20°C where their respiratory behaviours were closely followed.

Results indicated the fact that CA condition can extend the storage life of fruits up to 9 months without appreciable loss thus the synchronised ripening model was converted and risk in quality losses due to extended storage was highly minimized.

LİTERATÜR KAYNAKLARI

1. Anderson, R.E., 1967. Experimental Storage of Eastern-Grown 'Delicious' Apples in Various Controlled Atmospheres. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 91: 810-820.
2. Anonim, 1992. Tarımsal Yapı ve Üretim. 1989. *Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No. 1505. 415 s.*
3. Blanpied, G.D. and E. Hansen. 1868. The Effect of Oxygen, Carbon Dioxide and Ethylene on the Ripening of Pears at Ambient Temperatures. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 93: 813-816.
4. Chichester, C.O. and R. McFeeters. 1971. Pigment Degeneration During Processing and Storage. In "The Biochemistry of Fruits and Their Products." Vol. II (Ed. A.C. Hulme) *Academic Press. New York USA. pp: 707-719.*
5. 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.
6. ———, 1960. Maturity Studies with Freestone Peach Varieties. *Report to California Fresh Advisory Board. Dept. of Pom. Univ. of Calif. 24 p.*
7. Dostal, H.C., 1970. The Biochemistry and Physiology of Ripening. *HortScience*, 5 (1): 36-37.
8. Ergun, E.M., S.Gençlik, Y.Yakut, A.Kaya, E.Osmanlioğlu, S.Erkak, A.Şafak. 1984. Üretim Yoğun Olduğu Bazı Yörelere Elma Üretimi, Değerlendirilmesi, Maliyeti ile Pazarlama Sorunları Üzerinde Araştırma (Sonuç raporu) *Atatürk Bah. Kül. Mer. Araş. Enst. Yalova.*
9. Fidler, J.C., 1933. Studies in Zymasis. IV. The Accumulation of Zymasic Products in Apples During Senescence. *Biochem. J.*, 27: 1641-21.
10. ———, and C.J. North, 1966. The Respiration of Apples in CA Storage Conditions. *Int. Inst. of Refrigeration., Commission 4 and 5 Bologne, Annexe 1966-1. pp: 93-100.*
11. ———, and ———, 1967. The Effects of Conditions of Storage on the Respiration of Apples. II. The Effects on the Relationship Between Loss of Respirable Substrate and the Formation of End Products. *J.Hort.Sci.* 43: 207-221.
12. Giese, A.C., 1968. Cell Physiology. *W.B. Saunders Company, Philadelphia. 671 p.*
13. Gorin, N. and W. Klop, 1982. L-Malate and Sucrose as Criteria for Internal Quality of Golden Delicious Apples, Size 70-80 mm. *Z-Lebens Unters Forsch* 174: 1-4.
14. Gormley, T.R., 1981. Aroma in Fruit and Vegetables. In "Quality in Stored and Processed Vegetables and Fruit" (Eds. P. W. Goodenough and R. K. Atkin). *Academic Press, London. pp: 35-51.*

15. Hatfield, S.G.S. and B.D. Patterson, 1971. Abnormal Volatile Production by Apples During Ripening and Controlled Atmosphere Storage. *Colloques International Editions Du Centre National De La Recherche Scientifique, 1-5 Juliet, Paris, pp 1-5.*
16. Hulme, A.C., 1950. Data for the Study of the Metabolism of Apples During Growth and Storage. Section II. *Jour. Hort. Sci.* 25: 277-280.
17. ———, 1958. Some Aspects of the Biochemistry of Apple and Pear Fruits. *Advances in Food Res.* 8: 297-413.
18. Johnson, D.S., 1976. Influence of Water Loss on the Storage Quality of Apples. *Chemistry and Industry, pp. 1044-1046.*
19. Jones, J.D. and A.C. Hulme, 1961. Preparation of Mitochondria from the Peel of Apples. *Nature, 191: 370-372.*
20. Kaynaş, K., 1987. Doğu Marmara Bölgesi'nde Yetiştirilen Önemli Elma Çeşitlerinin Depolama Olanakları Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi) *Ege Üniv. Zir. Fakültesi, Bornova.*
21. Kidd, F. and C. West, 1939. The Controlling Influence of Carbon Dioxide. VI. *New Phytol.*, 38: 105-122.
22. Knee, M., 1971. Ripening of Apples During Storage. III. Changes in Chemical Composition of Golden Delicious Apples During the Climacteric and Under Conditions Simulating Commercial Storage Practice. *J. Sci. Fd. Agric.* 22: 371-377.
23. ———, 1980. Physiological Responses of Apple Fruits to Oxygen Concentrations. *Ann. Appl. Biol.* 96: 243-253.
24. Lau, O.L., 1985. Storage Responses of Four Apple Cultivars to Low-O₂ Atmospheres. In "Proc. 4th National CA Res. Conference" (Ed. S. M. Blankenship) *North Carolina, State Univ., Raleigh Hort. Rpt.*, 126. pp: 43-56.
25. Meheriuk, M., 1985. Controlled Atmosphere Storage Conditions for Some of the More Commonly Grown Apple Cultivar. In "Proc. 4th National CA Res. Conference" (Ed. S. M. Blankenship) *North Carolina State Univ Raleigh Hort. Rpt.* 126. pp: 395-421.
26. Patterson, M.E., 1970. The Role of Ripening in the Affairs of Man. *HortScience, 5(1): 30-33.*
27. Regnell, J.C., 1973. Analytical Methods in Quality Control of Processed Fruit and Vegetables. *Technical Report No 11. The Quality Control Centre, Olive Culture Research Inst., Bornova, İzmir.*
28. Rose, A.F., 1959. Dinitrophenol Method for Reducing Sugars. In "Potato Processing" (Eds. W.F. Talburt and O. Smith) *The AVI Publishing Company Connecticut, USA. pp: 469-470.*
29. Salisbury, F.B., and C. Ross, 1969. Plant Physiology. *Wadsworth Publishing Company. Inc., Belmont, California. 747 p.*
30. Sharples, R.O., 1978. The Influence of Orchard Nutrition on the Storage Quality of Apples and Pears Grown in the United Kingdom. In "Mineral Nutrition of Fruit Trees" (Eds; D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller). *Butterworths London, pp: 17-28.*
31. Smock, R.M., 1944. The Physiology of Deciduous Fruits in Storage. *The Bot. Rev.* 10 (9): 560-568.
32. ———, 1958. Controlled Atmosphere Storage of Apples. *New York Agr. Col. (Cornell), Ext. Bul. 759. 35 p.*
33. ———, 1964. When Do CA Apples Outstrip Regular Storage Apples in Condition. In "Proceeding of the New England-New York Controlled Atmosphere Storage Seminar" (Ed. W.J. Lord) *Univ. of Massachusetts Ext. Pub. 422. pp: 61-67.*
34. Soutwiche, F.W. and J.W. Zahradnik, 1958. Controlled Atmosphere Apple Storage. *Col. of Agr., Univ. of Mass. Ext. Bul. 322.*
35. Spurr, A.R., 1970. Morphological Changes in Ripening Fruit. *HortScience, 5 (1): 33-35.*
36. Van Buran, 1965. The Function of Phytochrome in Regulation of Plant Growth. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 58: 2125-2139.
37. Walter, T.E. 1967. Factors Affecting Fruit Colour in Apples: A Review of World Literature. *Rep. East Malling Res. Sta. for 1966. pp: 70-82.*
38. Wilkinson, B.G., 1970. The Effects of Evaporation on Storage Disorders of Apples. *Report of East Malling Res. Sta. for 1969. pp: 127-129.*
39. Wright, R.C. and T.M. Whiteman, 1955. Some Changes in Eastern Apples During Storage. *U.S. Dept. Agr. Tech. Bul. 1120.*