

## Modifiye Atmosferde Paketleme ve Soğukta Depolamanın Elmanın Duyusal Kalitesi Üzerine Etkileri

Ali BATU<sup>1\*</sup>

Aslıhan DEMİRDÖVEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 62100 Tunceli

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60240 Tokat

\*E-posta: [ali\\_batu@hotmail.com](mailto:ali_batu@hotmail.com), Tel:90(428)2131792, Faks:90(428)2131861

**Özet:** Bu çalışmada Grany Smith ve Golden Delicious elmaları 1°C’de modifiye atmosferde paketlenerek 6 ay süreyle depolanıp, duysal kalite değerlerine bakılmıştır. Kimyasal kalite değerleri olarak titrasyon asitliği (TA), toplam suda çözünür kuru madde (SÇKM) ile SÇKM:TA oranları, duysal kalite değerleri olarak ise tatlılık, ekşilik, elma lezzeti, gevreklik ve sertlik değerleri belirlenmiştir. Elmalar farklı paketleme filmleri ile paketlenerek her bir paket içinde farklı modifiye atmosfer koşulları oluşturulmuştur. Ayrıca bir grupta paketlenmeden depolanarak kontrol örneği oluşturulmuştur. Bu örneklerin hepsinde kimyasal ve duysal analizler yapılarak özellikle duysal değerlerin kabul edilebilirlik düzeyleri belirlenmiştir. Böylece depolama sonucunda duysal ve kimyasal analizler yapılması ile elmaların uzun süre modifiye atmosfer koşullarında depolamanın duysal kalite üzerinde etkileri belirlenmiştir. Bu araştırma ile aynı çeşit elmanın değişik paketleme filmleri ile paketlenmesinin elmanın duysal kalitesi üzerine pek etkili olmadığı saptanmıştır. Ancak korelasyon analizi sonucunda yapılan duysal analiz ile elmaların tirasyon asitliği ve SÇKM değerleri arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu, titrasyon asitliğinin en iyi asit tat üzerine etkili olan iyi bir belirteç olduğu ve ayrıca SÇKM:TA oranının damak lezzeti üzerine çok iyi bir belirteç olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler;** Elma, Modifiye atmosfer, Paketleme, Duyusal kalite

### Effects of Modified Atmosphere Packaging and Cold Storage on Sensory Qualities of Apples

**Abstract:** Grany Smith and Golden Delicious apples were stored at 1°C within the modified atmosphere packaging for 6 months, and then their sensorial qualities were evaluated. Chemical analyses includes titratable acidity (TA), TSS (total soluble solids) and calculation of TSS:TA ratio were evaluated. Sensory evaluations were sweetness, sourness, apple flavour, crispness and firmness were done. The chemical and sensory values of apples within various modified atmosphere packaging (MAP) films, additionally unwrapped ones as control were analysed. Sensory evaluation and chemical analyses were done to investigate the effects of long term storage on the level of acceptability of apples. There were not significant differences on sensory qualities between packaging treatments of the same variety of apples. However, correlation analyses showed that there was a strong relationship between sensory scores and chemical measurements, and titratable acidity was the best predictor of acid taste and TSS:TA ratio was the best predictor of sweetness taste.

**Key words:** Apple, Modified atmosphere, Packaging, Sensory quality

#### Giriş

Türkiye’de ağırlıklı olarak yetiştirilen elma çeşitlerini Grany Smith ve Golden Delicious oluşturmaktadır. Elmanın hasat sonrası depolanmaları sonucunda tüketicileri etkileyen bazı kalite problemleri görülmektedir. Hasat sonrası olgunluk değişimi, yüksek sıcaklık ve atmosferik ortamda hızla gerçekleşmektedir. Elmalarda görünüş ve lezzet ana kalite kriterlerindedir. Meyvelerin uzun süreli depolanmaları ile ortaya çıkan en önemli sorun meyve tazeliğinin kaybolmasıdır (Hardenburg ve ark. 1986). Elmaların raf ömrünün uzatılması polietilen ya da bir başka polimerik tipte filmlerin ambalaj materyali olarak kullanılması ile mümkün olmaktadır. Meyve plastik bir ambalaj materyali içerisine paketlenmesinde modifiye bir atmosfer oluşmaktadır. Bu başlangıç ürüne özgü gaz yada gaz karışımının paket içerisine verilmesi ile aktif olarak olabildiği gibi paket içerisindeki meyvenin solunumu sonucu ortamdaki O<sub>2</sub>’i kullanması ve ürettiği CO<sub>2</sub>’in paket içerisindeki miktarının artışı ile pasif olarak da gerçekleşebilmektedir. Bu yöntem modifiye atmosferde paketleme (MAP) olarak tanımlanmaktadır. MAP

tekniki meyve ve sebzeler gibi mevsimsel ürünlerin raf ömürlerini uzatmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Peleg 1985). MAP'ın başarılı bir şekilde uygulanması ortamın O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> içeriği ile sıcaklık, bağıl nem ve depolama süresine bağlıdır (Morris ve Kader 1974). MAP tekniğinin kullanımı ile elmaların raf ömürleri önemli oranda artmaktadır. Bu olumlu etki bir çok meyve ve sebze çeşidinde de görülmektedir (Smith ve ark. 1987; Risse 1989; Batu 1995, Aaby ve ark. 2002; Batu 2004).

Elmaların tat ve lezzeti modifiye atmosfer koşullarından farklı şekilde etkilenmektedir. Çok düşük O<sub>2</sub> içeriğinde anaerobik solunumun gerçekleşmesiyle bozuk tat ve lezzet oluşumu görülmektedir (Weichmann 1989). Ayrıca MAP koşullarında düşük O<sub>2</sub> (%3'ün altında) içeriğinde depolanan çilek ve böğürtlenlerde lezzet kayıplarının görüldüğü belirtilmiştir. Düşük O<sub>2</sub> ve yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonu olgunlaşmayı geciktirmekte, meyvenin tekstür ve rengini etkilemektedir. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda 14 gün süreyle 20°C'de MAP koşullarında depolanan domateslerin lezzet ve tekstürlerinin kontrol örneklerine göre daha iyi durumda oldukları belirtilmiştir (Geeson ve ark. 1986). Ayrıca, Batu (2004) tarafından yapılan çalışmada olgun yeşil domateslerin %6,4 – 9,1 CO<sub>2</sub> ve %5,5 O<sub>2</sub> içeriğinde 60 gün ve sonrasında 13°C'de 10 gün daha depolanmaları sonucunda lezzetlerinin iyi durumda olduğu ve yapılan duyuşal değerlendirilmede ise tüketiciler tarafından rahatlıkla tercih edilebilir durumda olduğu belirlenmiştir. Atmosferik ortamdaki depolama koşullarında polimerik filmlerin kullanımı ile üründe herhangi bir bozulma görülmemesine karşın çok azda olsa tazelik ve ağırlık kayıpları görülmektedir (Weichmann 1989). Bramley elma çeşidinin %8 CO<sub>2</sub> ve %13 O<sub>2</sub> içeriğinde 22 hafta; %6 CO<sub>2</sub> ve %3 O<sub>2</sub> içeriğinde ise 30 hafta süreyle doku sertliğini ve kabuk rengini koruduğu belirtilmiştir. Discovery elma çeşidinin 25 mikron düşük yoğunluklu polietilen film (LDPE) ile %8,2-10,5 O<sub>2</sub> ve %6 CO<sub>2</sub> gaz içeriğinde ambalajlanması ve iki hafta süreyle 20°C'de depolanmaları sonucunda sertliklerinin ve renklerinin ambalajlanmadan depolanan örneklerle göre daha iyi durumda oldukları belirlenmiştir (Geeson ve ark. 1986). Ayrıca yine Discovery çeşidi elmaların yumuşama ve sarılaşmalarının 20°C de ve %3-5 CO<sub>2</sub> ile %5-6 O<sub>2</sub> içeriğinde önemli ölçüde engellenebildiği belirtilmiştir (Watkins ve ark.1995). Yapılan çalışmalar meyve kalitesi ile SÇKM ve SÇKM/TA oranları arasında pozitif korelasyon olduğu ve tüketici tercihlerini yansıttığı ifade edilmektedir (Felles 1991; Harker ve ark. 2002). Elma için tatlı ve asit tatlar tüketici talepleri bakımından duyuşal kriterlerdir (Jaeger ve ark. 1998) ve elmalarda genellikle SÇKM ve TA ile hasat sonrası kalite belirlenebilmektedir (Smith 1995; Mitcham 1997). Elmaların duyuşal kalitesi ise büyüklük, şekil, doku ve tat (tatlı, ekşi, tuzlu ve acı tat) ve aromaya bağlı olarak değişmektedir.

Bu araştırma ile Türkiye de pek fazla uygulanmamış olan MAP yönteminin özellikle elmalar üzerine uygulanabilirliğini göstermek ve ayrıca MAP'ın yanı sıra sadece soğuk hava deposunda depolamanın elmanın duyuşal kalite değerlerini araştırmak ve bunların MAP ile karşılaştırmalarının yapılması amaçlanmıştır.

## **Materyal ve Metot**

### *Bitkisel Materyal*

Bu araştırmada Tokat bölgesinde üretilen ticari olarak önemli olan “Grany Smith” ve “Golden Delicious” elma çeşitleri kullanılmıştır. Bu elmalar özel bir üreticinin bahçesinden sağlanmıştır.

### *Modifiye Atmosferde Paketleme İşlemi*

Elmalar ilk önce renklerine, boylarına ve hasarsızlık durumlarına göre ayrılmıştır. Deneme setinde kullanılmak üzere sadece hasarsız, hastalısız ve görünüşte herhangi bir kusuru olmayan meyveler seçildikten sonra iki gruba ayrılmışlardır. Birinci grup paketlenmeden bırakılmış olup ikinci grup ise 15 cm x 25 cm polisitren tabaklar üzerine her bir tabağın ağırlığı eşit olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra bu tabaklar 30 mikron alçak yoğunluklu polietilen (PE30), 40 mikron polipropilen (PP40) ve 30 mikron her iki yanı gerdirilmiş polipropilen (HF30) filmlerden üretilmiş olan paketler içine yerleştirilerek ısı yolla hermetik olarak yapıştırılmışlardır. PP40 ve PE30 filmleri Gaziantep de kurulmuş olan NAKSAN plastik Ind. Ltd. den ve diğer HF30 ise Manisa da kurulmuş olan Polinas Plastik Ind. den sağlanmıştır. Deney seti kurulurken her bir paket toplam ağırlığı yaklaşık 500±60 g olan 5-6 meyve içermektedir. Depolama işlemi sıcaklık kontrollü odalarda 1 [(-1)-(+1)]°C ve %78±3 oransal nemde 6 ay olarak gerçekleştirilmiştir.

#### *Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM)*

Her bir deneme için elmalar laboratuvar mikseri ile küçük parçacıklara parçalanarak 1 dakika süre ile homojenize edilmiştir. Süzölmüş berrak meyve suyunun SÇKM içeriği masa üstü Atago marka dijital refraktometrenin (model PRI) haznesi üzerine 2-3 damla meyve suyu damlatılarak gerçekleştirilmiştir. SÇKM değeri % taze elma ağırlığı olarak belirlenmiştir (Kopeliovitc ve ark. 1982).

#### *Titrasyon Asitliği*

Titrasyon asitliği ekstrakte edilmiş elma suyunun titrasyonu ile belirlenmiştir. Her biri 10 ml elma suyu içeren iki örnek 0,1 N NaOH çözeltisi kullanılarak pH 8.1'e gelinceye kadar titrasyon uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Analiz 3020 model Jenway marka dijital pH metre ile yapılmıştır. Sonuç % malik asit (g.100ml<sup>-1</sup> meyve suyu) cinsinden verilmiştir (Stevens ve ark. 1979).

#### *Ağırlık Kaybı*

6 aylık depolama süresince her bir muameleden 5 ayrı paket alınarak ölçümler yapılmıştır. Deney setinin kurulduğu tarihte tartılmış olan her bir paket analiz döneminde de ikinci kez tartılarak iki değer arasındaki fark alınıp oluşan ağırlık kaybı farkları % olarak hesaplanmıştır.

#### *O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> Analizi*

O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonları Systech Instruments firmasınınca üretilen masa üstü O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> ölçer ile belirlenmiştir. Bu aletin injeksiyon iğnesi önceden paket üzerine yapıştırılmış kavçuk bir mantar içersine batırılarak paketin tepe boşluğundaki O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> miktarları % olarak ölçülmüştür (Demirdöven ve Batu 2003).

#### *Duyusal Değerlendirme*

Elma örnekleri 6 ay süreyle modifiye atmosfer koşullarında paketlenerek ve paketlenmeden kontrol olarak açıkta depolanmıştır. 6 ay sonunda paketler açılarak kimyasal ve duyuusal değerlendirmeye alınmıştır. Duyusal değerlendirme 15 eğitimli panelist tarafından yürütölmüştür. Her bir uygulama için dört adet elma dört parçaya ayrılmış ve duyuusal değerlendirme için her panelisten bir parçayı tatmaları istenmiştir. Duyusal değerlendirmenin ikinci tekrarı 1 gün sonra ilk panelde olduğu gibi gerçekleştirilmiştir. MAP örnekleri taze elma lezzeti, tatlılık ve ekşilik olmak üzere üç lezzet özelliği ile sertlik ve gevreklik açısından 1-10 puan arasındaki gösterge çizelgesi kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirilen özelliklerden "tatlılık": şekerden kaynaklanan tat yoğunluğunu; "ekşilik" asitlerden kaynaklanan tat yoğunluğunu; "elma lezzeti": toplam elma lezzeti, örneğin elmayı tanımlayan lezzet; "gevreklik" örneklerin ön dişler tarafından ilk ısırıldığındaki ses düzeyini; "sertlik" ise örneklerin parçalaması için uygulanan kuvveti ifade etmektedir (Larmond 1987; Kühn ve Thyho, 2001, Harker, ve ark. 2002).

#### *İstatistiksel Değerlendirme*

Denemeler 4 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre iki tekrarlı olarak yürütölmüştür. TA ve SÇKM analizleri her bir meyve ve uygulama için gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme 15 panelist tarafından elma lezzeti, tatlılık ve ekşilik, gevreklik ve sertlik olarak değerlendirilmiştir. Bu işlem daha önceden oluşturulan duyuusal değerlendirme formu ile gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel değerlendirme de dört tekrarın ortalamaları alınarak varyans (ANOVA) analizi ile Minitab paket programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar %5 önem seviyesi ile F testine göre farklı uygulamalar için belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemi LSD testi ile belirlenmiştir. LSD sonuçları ise ortalamalar arasındaki standart hata ve standart sapmalar dikkate alınarak ve t değerleri belirlenip hesaplanmıştır (Gomez ve Gomez 1984).

### **Bulgular ve Tartışma**

#### *Paket İçi Gaz Bileşimi*

MAP koşullarında 1°C'de 6 ay süreyle depolama sonrasında paket içinde oluşan CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> konsantrasyonları Çizelge 1'de görölmektedir. MAP uygulaması yapılan örneklerin paket içi O<sub>2</sub> içerikleri doğal olarak azalırken, CO<sub>2</sub> içerikleri de arttığı Golden Delicious (GD) elma çeşidinde denge O<sub>2</sub>

konsantrasyonunun %12,94-17,10 aralığında değişim gösterdiği ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. PP40 ile paketlenmiş örneklerde O<sub>2</sub> içeriği GD çeşidinde %17,1; GS çeşidinde ise %15,84 olarak belirlenmiştir. PE30 ile paketlenmiş örneklerde ise O<sub>2</sub> içeriği GD çeşidinde %13,82; GS çeşidinde ise %15,71 ölçülmüştür. HF30 örneklerinin denge O<sub>2</sub> içerikleri ile PE30 benzerlik göstermiştir. Grany Smith (GS) elma çeşidinde ise bu durum %15,76-16,42 olarak değişmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca tüm örneklerin O<sub>2</sub> içeriklerinin %10'un üzerinde olduğu belirlenmiştir. Örneklere ait CO<sub>2</sub> içeriklerinin ise GD çeşidinde %3,30-7,51; GS çeşidinde ise %4,60-5,84 aralığında olduğu belirlenmiştir. Örneklerin O<sub>2</sub> tüketimi ve CO<sub>2</sub> üretimindeki değişim GD elma çeşidinde GS çeşidine göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak GD örneklerinin CO<sub>2</sub> üretimlerinin (%3,30-7,51) daha fazla olmasına rağmen CO<sub>2</sub> zararlanması görülmüştür. Fakat GS elma içeren paketlerin CO<sub>2</sub> (%4,60-5,84) içeriklerinin daha düşük olmasına rağmen CO<sub>2</sub> zararlanması görülmüştür. CO<sub>2</sub> içeriği açısından PP40 ile ambalajlanmış GD örneklerinde CO<sub>2</sub> oranı %3,34; GS örneklerinde ise %4,1-7,2 aralığında belirlenmiştir. PE30 içinde paketlenen örneklerde ise CO<sub>2</sub> oranı GD ve GS çeşitleri için sırasıyla %4,04, %4,60 olarak saptanmıştır. HF30 ile ambalajlanmış örneklerde ise CO<sub>2</sub> içeriğinin GD çeşidinde %7,51; GS çeşidinde ise %5,48 olduğu belirlenmiştir. HF30 ile ambalajlanmış GS örneklerinde CO<sub>2</sub> oranı %5'in üzerine çıkmıştır ancak bu oranın bu çeşit tarafından tolere edildiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Değişik paketleme filmleri ile paketlenerek 1°C de depolanan iki ayrı elma çeşidinin paket içinde oluşan denge CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> konsantrasyon değerleri

Paketleme Malzemesi	Elma Çeşidi	Denge Gaz Konsantrasyonu (%)	
		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
PP40	Golden Delicious	17.10 (16.1-19.9)	3.34 (1.3-4.1)
	Granny Smith	15.84 (14.4-18.6)	5.84 (4.1-7.2)
	Golden Delicious	13.82 (11.2-17.9)	4.04 (3.2-5.5)
PE30	Granny Smith	15.71 (13.1-18.9)	4.60 (2.9-5.4)
	Golden Delicious	12.94 (10.8-17.3)	7.51 (5.0-9.8)
HF30	Granny Smith	16.42 (13.5-18.6)	5.48 (3.8-6.5)
LSD <sub>05</sub>		1.81	2.06

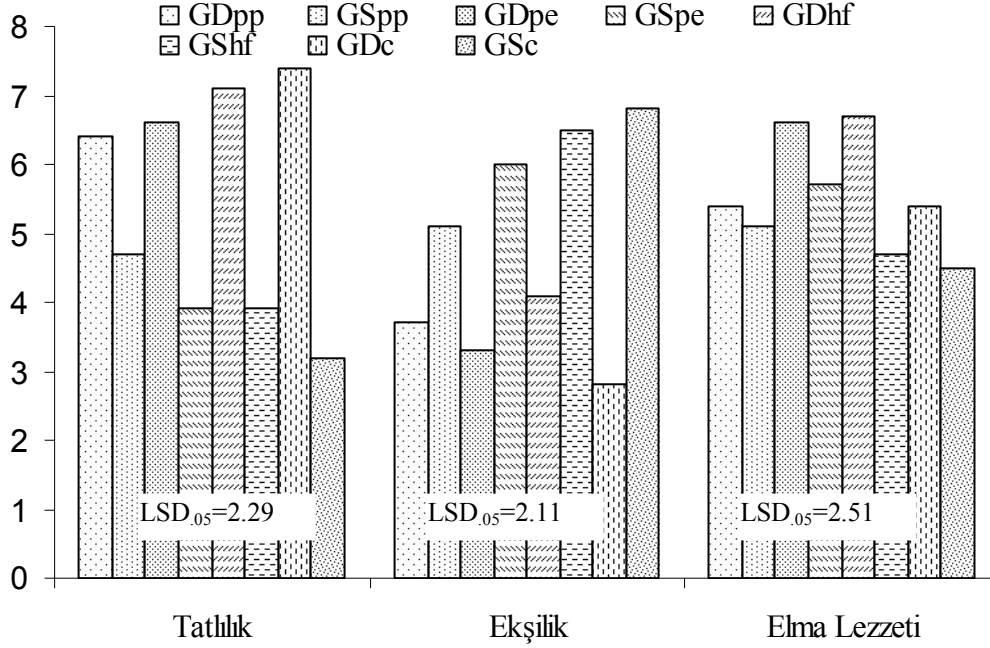
**PE30:**30µ polietilen ile paketlenmiş, **PP40:**40µ polipropilen ile paketlenmiş, **HF30:** her iki tarafı gerdirilmiş 30µ polipropilen ile paketlenmiş

Değişik paketleme filmleri ile oluşturulan MAP içinde oluşan hem CO<sub>2</sub> ve hemde O<sub>2</sub> konsantrasyonu dengesi çok değişkenlik göstermiştir. Bunun nedeninin paketleme filmlerinin bu iki gaz bakımından geçirgenlik oranlarının farklı olmasından kaynaklanmıştır (Larmond 1987). GD elmaları paklendiği zaman paket içinde oluşan PP40 için oluşan O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> birikiminin diğer PE30 ve HF30 paketi içinde oluşanlardan daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bununla beraber PP40'ın bu iki gazı geçirme oranının diğerlerinden daha fazla olduğu kanaatine varılmıştır. Ancak GD elma çeşidinin paklendiği durumda HF30'un CO<sub>2</sub> geçirgenliğinin diğerlerinden daha düşük olduğu saptanmıştır. PE filmlerin atmosferi değiştirme durumları daha önce yapılan bazı çalışmalar ile paralellik göstermiştir (Batu 1995; Larmond 1987).

#### *Elmaların Duyusal Kalitesi*

Paketlenmeden açıkta kontrol olarak depolanan GD çeşidi elmaların tatlılık değerleri MAP koşullarında 6 ay depolanan diğer tüm örneklerden daha yüksek olduğu ve bunun aksine kontrol olarak depolanan GS çeşidi örneklerin tatlılık değeri ise depolanan örneklerin içinde en düşüğünü oluşturmuştur. Paket tipinin ise çeşitler arasında tatlılık açısından önemli bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Ancak GD elma çeşidinin tatlılık derecesinin GS çeşidinden önemli derecede yüksek olduğu saptanmıştır. Paketleme muameleleri arasında önemli bir farklılık olmadığından dolayı elmaların tatlılık, ekşilik ve elma lezzetleri arasındaki farklılığın nedeninin çeşit farkından dolayı olduğu belirtilmiştir (Mehinagic ve ark. 2006; Kviliene ve ark. 2006).

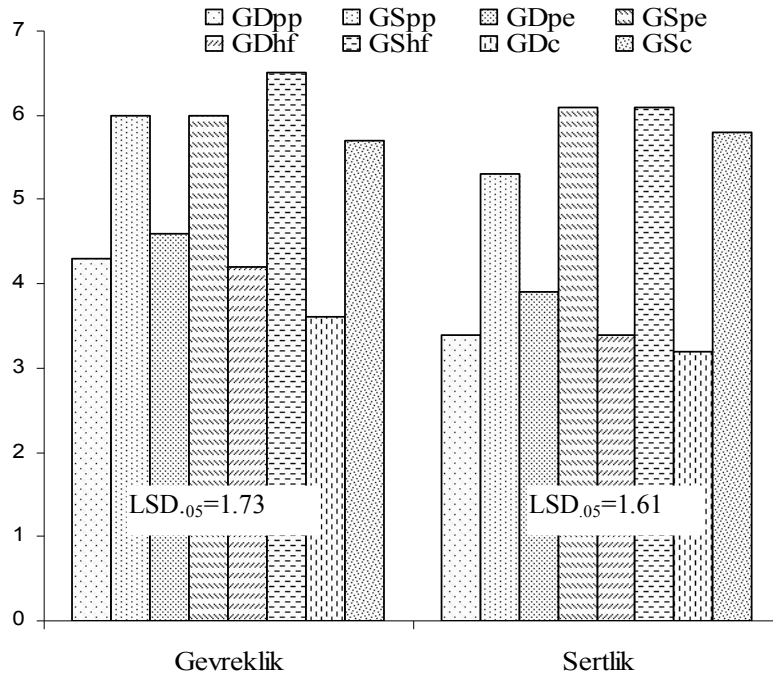
Ancak GS çeşidinin tatlılık ve elma lezzetinin düşük olurken (Şekil 1); ekşilik değerleri içeriği ve titrasyon asitliğinin yüksek olduğu saptanmıştır. GS çeşidinde bir miktar çürüme başladığı ve lezzete de yansdığı görülmüştür. GS elma çeşidinin CO<sub>2</sub>'e karşı duyarlılığı fazla olup CO<sub>2</sub> zararlanmasına karşı çok hassas olduğundan GS elmalarında belirgin bir CO<sub>2</sub> zararlanması oluşmuştur.



Şekil 1. Değişik paketlenme filmleri ile paketlenerek 1°C de 6 ay depolanan elma çeşidinin tatlılık, ekşilik ve elma lezzeti değerlerinde oluşan değişimler.

**GD**:golden delicious, **GS**:granny smith, **PP**:polipropilen, **PE**:polietilen, **HF**:her iki yanı gerdirilmiş PP, **c**:kontrol

Elma lezzeti bakımından ise GS çeşidi elmaların lezzet değerleri aynı ambalaj filmi ile paketlenerek depolanan GD çeşidi elmalara göre bir miktar düşük bulunmuştur. Bu muhtemelen olgunluk düzeyinin düşük olmasından yada kısmen oluşmuş olan CO<sub>2</sub> zararlanmasından kaynaklanmıştır. Çünkü GS çeşidi CO<sub>2</sub> zararlanmasına daha duyarlı olup ekşilik değeri GD çeşidine göre daha yüksektir. GS çeşidi elmanın paketlenmiş olduğu örneklerin içinde oluşan denge CO<sub>2</sub> miktarları bu çeşidin tolere edebildiği %3 CO<sub>2</sub> içeriğinden yüksek olarak gerçekleştiğinden kısmi bir CO<sub>2</sub> zararlanması oluşmuştur (Burmeister ve Dilley 1995). Bunun için olgunluk oranı ve CO<sub>2</sub> zararlanması elma lezzeti üzerine oldukça etkili bulunmuştur Elmayı değişik filmler ile paketlenme duyuşsal özelliği bakımından önemli bulunmamıştır. Ancak HF30 ile ambalajlanan GD elma çeşidinde tatlılığın PP40 ve HF30'a göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Bu elma çeşidine MAP uygulaması sonucunda %3,34-7,51 CO<sub>2</sub> içeriğinde dahi olumsuz bir etki oluşturmamış ve herhangi bir bozulma belirtisi de görülmemiştir. Ekşilik değeri ise GS elma çeşidinden daha yüksek algılanmıştır. Yüksek CO<sub>2</sub> içeriği asitlik ve elma lezzeti bakımından GD çeşidinin GS çeşidinden daha iyi durumda olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni genellikle %3 CO<sub>2</sub> içeriği üzerinde zararlanma ve bozulma görülmesine rağmen GD çeşidi için %7,51 CO<sub>2</sub> içeriğinde bile güvenli olmasındandır.



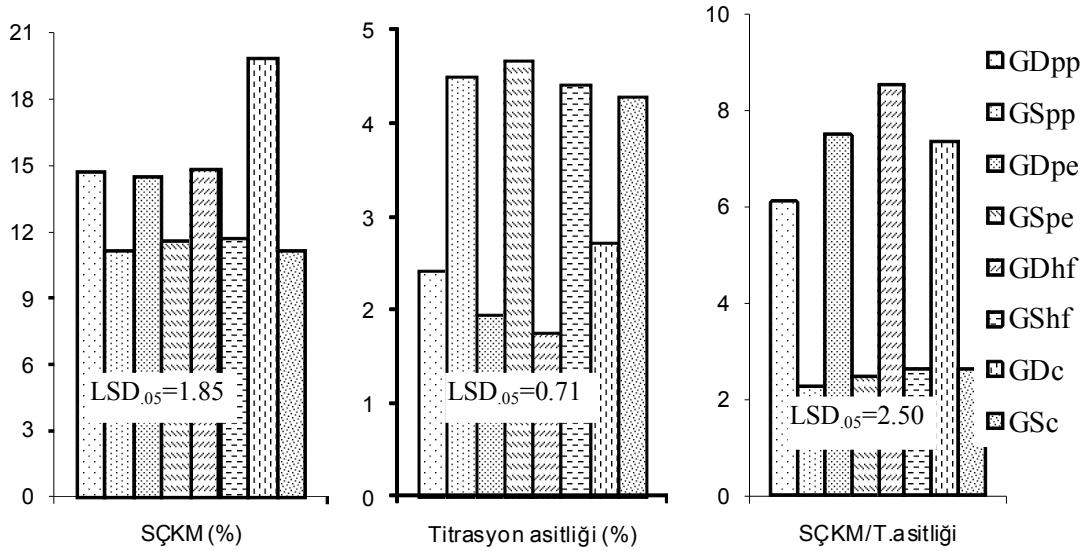
Şekil 2. Değişik paketlenme filmleri ile paketlenerek 1°C de 6 ay depolanan iki ayrı elma çeşidinin. gevreklik ve sertlik değerlerinde oluşan değişimler.

**GD**:golden delicious, **GS**:granny smith, **PP**:polipropilen, **PE**:polietilen, **HF**:her iki yanı gerdirilmiş PP, **c**:control

Yüksek CO<sub>2</sub> seviyesinin fermentasyonu başlattığı ve bununda lezzet bozukluğuna neden olduğu kabul edilen bir gerçektir (Snowdon 1990). %5 civarında CO<sub>2</sub> konsantrasyonunda GS elmalarında kısmen çürüme belirtileri görülmüş olup küf kokusun başladığı saptanmıştır. GS elmalarında hafifce CO<sub>2</sub> zararlanmaları oluşmuş ve bununda sonucunda çekirdek yuvasında kahverengi çürüklük oluşarak CO<sub>2</sub> zararlanmasını gösteren “merkezde esmerleşme” ve “doku rengi değişimi” görülmüştür. GD elma çeşidinde tatlılık açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamış ve (MAP uygulaması) kontrol örnekleri ile tatlılık açısından benzerlik göstermiştir. GS çeşidinin sertlik ve gevreklik değerlerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Elma tekstüründeki bu değişim; daha çok GS çeşidinin MAP uygulanan örneklerinde görülmüştür. Bu durum GS çeşidi elmaların tolere edebileceği CO<sub>2</sub> seviyelerinin üzerinde bir değerdeki CO<sub>2</sub> ortamında tutulmuş olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elma çeşitlerinin arasında GS gibi bazı çeşitlerin %4-5 gibi düşük düzeyde CO<sub>2</sub>’e karşı neden bu kadar duyarlı olduğu tam olarak anlaşılamamıştır (Colgan ve ark. 1999). Normalde bir çok elma çeşitlerinin soğuk hava deposunda depolanmaları sırasında tatlılık değerlerinde artma ve asitlik değerlerinde azalmaların olduğu gösterilmiştir (Beaudry 1999). GS çeşidin elmaların paketlenmeleri sonucunda yumuşama, asit kaybının geciktiği ve ekşiliğin ise GD elma çeşidine göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca paketlenmiş GS elma çeşidinde önemli derecede kabuk yanığı olarak adlandırılan ve İngilizcesi “superficial scald” olan kabukta esmerleşmenin olduğu gözlemlenmiştir. Bu hasat sonrası oluşan soğukta depolama veya O<sub>2</sub>’li veya CO<sub>2</sub>’li ortamlarda depolanması sırasında meyve kabuğunda açık kahve renginden koyu kahve renkte görülebilen bir kabuk lekelenmesidir. Superficial scald’ın oluş nedenleri çok karmaşık olmakla birlikte ancak meyvenin üretmiş olduğu uçucu maddelerin lokal olarak birikmesi sonucunda oluşmuş olabilecektir. Scald duyarlılık çeşit, yetiştirme koşullarına ve hasat sonrası koşullar gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Snowdon 1990). Daha önce yapılan çalışmalar ile superficial scald yüksek oransal neme sahip ortamda depolanan, GS gibi, yeşil renkli meyvelerde daha belirgin görüldüğü belirtilmektedir (Grierson ve Kader 1986).

GD çeşidinin toplam ŞÇKM içeriği GS çeşidinden daha yüksektir. HF30 ile paketlenmiş GS çeşidi elmaların ekşilik düzeylerinin PE30 ve PP40 ile paketlenmiş örneklere göre daha yüksek olduğudur. Bunun nedeni HF paketlerinin içinde oluşan CO<sub>2</sub> denge konsantrasyonunun oldukça yüksek düzeyde (%5.0-9.8), yani %3 den daha fazla, olmasından kaynaklanmış olabileceğidir. Bu seviyedeki CO<sub>2</sub>

miktarının GS elmalarında CO<sub>2</sub> zararlanması oluşumuna neden olduğu daha önce yapılmış olan araştırmalar ile de desteklenmektedir (Kubo ve ark. 1989). GS elma çeşitlerinde meyve kabuğunda kahverengileşme ve ayrıca bu paketlerde kısmen küf kokusu oluşmuştur. Bu küf kokusu muhtemelen meyve dokusuna geçmiş, asit lezzetin artmasına neden olmuş ve ekşimsi bir tadın oluşumuna da neden olmuştur. Asitlik içeriği açısından farklı MAP uygulamalarının aynı çeşit üzerinde fark oluşturduğu belirlenmiştir. GS elma çeşidinin Titrasyon asitliği GD çeşidinden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca SÇKM:asit oranlarının GS çeşidinde önemli düzeyde fark yaratmadığı; ancak bu farkın HF30 ile paketlenerek depolanan GD elma çeşidinde önemli olduğu belirlenmiştir. GD elma çeşidinin SÇKM değeri GS çeşidinden farklı olurken bu farkın, farklı paketleme materyallerinin aynı çeşitler arasında oluşmadığı bulunmuştur (Şekil 3). Yapılan bir araştırmada elmanın olgunlaşması sırasında şeker içeriğinin %23 arttığı, titrasyon asitliğinin ise %30 azaldığı belirtilmiştir. 150 gün depolamadan sonra meyvenin asit içeriği hasat olumuna bağlı olarak %47-67 arasında düşmüştür. Depolama süresince şeker içeriğinde oluşan değişimlerin nedeninin algılanması oldukça zor olmasının satılabilirliğini önemli derecede etkili olup gerçek nedeninin ne olduğu belirlemek çok zordur. Depolama süresince ve depolama sonrası oluşabilecek olan şeker kaybı meyvenin sonrasında sahip olduğu şeker ve SÇKM miktarları ile ilişkilidir. Hasat sonrası titrasyon asitliği ve şeker asit oranı toplam meyve kalitesi ile doğrudan ilişkilidir (Kvikliene ve ark. 2006).



Şekil 3. Değişik paketleme filmleri ile paketlenerek 1°C de 6 ay depolanan iki ayrı elma çeşidinin SÇKM, titrasyon asitliği ve SÇKM/T.asitlik değerlerinde oluşan değişimler.

**GD**:golden delicious, **GS**:granny smith, **PP**:polipropilen, **PE**:polietilen, **HF**:her iki yanı gerdirilmiş PP, **c**:kontrol

Elmanın uzun süreli depolanması sonucunda genelde asit ve şeker miktarları ile belirtilen lezzet bileşenlerinde azalmalar olmuştur. Bu nedenle meyvenin depolanması sırasında asit ve şeker değerlerinin özellikle korunmaları gerekmektedir. Aksi takdirde meyvenin tüketimi sırasında tatsız ve lezzet bakımından kalitesiz bir ürün ortaya çıkacaktır. Yapılan bazı duyuşal değerlendirmede elma şeker ve asit bakımından yüksek olduğu zaman en üst düzeyde kabul edilebilir durumda oldukları belirtilmiştir (Herker ve ark. 2002). Domateste yüksek şeker ve yüksek asit miktarlarının iyi ve yüksek lezzet yoğunluğunu oluşturduğu, yüksek asit ve düşük şekerin ekşi lezzeti ve yüksek şeker ve düşük asit ise hafif (yavan) tadın oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir (Grierson ve Kader 1986). Elbetteki meyvenin şeker ve asit miktarları tatlılık ve ekşilik üzerine etkili olan yegane bileşenler değildirler. Şeker ve asit, ve şeker/asit oranlarındaki değişimler de tat ve tatlılık üzerine oldukça önemlidir. Yapılan bir çok araştırmada meyvenin SÇKM, SÇKM/titrasyon asitlik oranı ve tüketici kabul edilebilirlik değerleri arasında iyi bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir (Grierson ve Kader 1986; Herker ve ark. 2002). Tüketici tercihleri bakımından özellikle elma için duyuşal değerler denince tatlılık duyuşu ve asit tat çok önemli etkendir (Jaeger ve ark. 1998). Bu araştırmada da elma lezzeti ve kabul edilebilirliği üzerine paketleme filmi ve

elma çeşidi kombinasyonunun etkisi paket içinde oluşan CO<sub>2</sub> ve azalan O<sub>2</sub> den dolayı çok önemli olduğu belirlenmiştir. Paket içi atmosferde oluşan bu değişme elmanın solunum hızını etkilemiştir. Bu nedenle paket içinde oluşan yüksek CO<sub>2</sub> birikimi depo ortamında etilen oluşumunu engelleyerek meyve olgunlaşma hızını da bastırmıştır (Kubo ve ark. 1989).

Ambalajlanmış GS çeşidi örneklerinin tümünde bir miktar bozulma belirtisi görülürken, GD elma çeşidinde hiçbir bozulma belirtisi görülmemiştir (Çizelge 2). Ağırlık kaybı meyvelerin fiziksel kalitesi üzerine önemli bir belirteçtir. Eğer meyve %5 den daha fazla ağırlık kaybederse sulu ve kısmen buruşmuş bir hal alacağından meyve pazarlama şansını kaybedecektir (Will ve ark. 1989). Ağırlık kaybı oranı elmalarda genellikle az olup paketlenmiş olan elmalarda gözle gözükür şekilde bir buruşmanın olduğu gözlenmemektedir. En fazla ağırlık kaybı kontrol olarak depolanan elmalarda oluşmasına rağmen bu meyveler halen pazarlanabilir nitelikte oldukları gözlenmemiştir.

Çizelge 2. Modifiye atmosferde paketlenen elmalarda oluşan ağırlık kaybı ve küf oluşumu üzerine etkisi

Paketleme Malzemesi	Elma çeşidi	Ağırlık kaybı (%)	Çürüme Belirtisi
PP40	GD	1.49 ± 0.38	Çürüme yok
	GS	1.26 ± 0.16	Az (≈ % 5)
PE30	GD	1.13 ± 0.66	Çürüme yok
	GS	1.22 ± 0.39	Az (≈ % 5)
HF30	GD	1.25 ± 0.41	Çürüme yok
	GS	1.02 ± 0.63	Az (≈ % 5)
Paketlenmemiş	GD	4.23 ± 0.70	Çok az (≈ % 2-3)
	GS	4.34 ± 0.55	Çok az (≈ % 2-3)

*PE30*:30µ polietilen ile paketlenmiş, *PP40*:40µ polipropilen ile paketlenmiş, *HF30*: her iki tarafı gerdirilmiş 30µ polipropilen ile paketlenmiş

Çizelge 3’de örneklere ait duyuşal özelliklerle objektif ölçümler arasındaki korelasyon değerleri görülmektedir. Regresyon analizi duyuşal özellikler ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki bağıntının yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca titrasyon asitliği ve SÇKM’nin elmaların duyuşal özellikleri üzerine etkileri genellikle tatlılık ve titrasyon asitliği ve TSS:asit oranı arasındaki korelasyonun yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sertlik ve gevreklik, titrasyon asitliği ve SÇKM:asit oranı arasındaki korelasyonun da benzer olduğu saptanmıştır. Beklendiği gibi asitlik ile tatlılık ve elma lezzeti arasında negatif korelasyon ve ekşilik, sertlik ve gevreklik bakımından ise pozitif korelasyon olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Modifiye atmosfer koşullarında paketlenen elmaların duyuşal değerlendirme puanları ile objektif ölçümler arasında oluşan korelasyon katsayısı (r)

	Tatlılık	Ekşilik	Elma lezzeti	Gevreklik	Sertlik	T. Asitliği	SÇKM/T.asitliği
Ekşilik	-0.963***						
Elma lezzeti	0.693*	-0.631					
Gevreklik	-0.922***	0.897**	-0.554				
Sertlik	-0.967***	0.936***	-0.596	0.965***			
Titrasyon Asitliği	-0.903**	0.833**	-0.753*	0.876**	0.922***		
SÇKM/T.asitliği	0.940***	-0.867**	0.765*	-0.916***	-0.935***	-0.977***	
SÇKM	0.860**	-0.850**	0.371	-0.902**	-0.841**	-0.693*	0.762*

Önemlilik derecesi : \*= 0.05, \*\*= 0.01, \*\*\*= 0.001

## Sonuç

Farklı ambalaj materyallerinin asitlik içeriklerinin aynı çeşit elmalar üzerinde fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Paketlenmiş her iki elma çeşitlerinden elde edilmiş kalite kriterleri karşılaştırıldığında GS elmalarının GD elmalarından daha sert, asitlik içeriği ve ekşilik değerlerinde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca GS elmalarının kabuk renginin de koyulaşmasına neden olmuştur. Paketleme filminin GS çeşidinde SÇKM:asit oranı üzerine etkili olmadığı fakat bu farkın HF30 ile paketlenmiş GD elma çeşidinde önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. GD elma çeşidini TSS değerlerinin GS



çeşidinden yüksek olduğu fakat aynı çeşide ait paketler arasında istatistiksel olarak fark oluşturmadığı belirlenmiştir.

## Kaynaklar

- Aaby K, Haffner K, Skrede G (2002). Aroma quality of gravenstein apple influenced by regular and controlled atmosphere storage, *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 35:254-259.
- Batu A (1995). Controlled and modified atmosphere storage of tomatoes. PhD Thesis. Cranfield University, Silsoe College, Postharvest Technology Department, Silsoe, MK45 4DT, England.
- Batu A (2004). Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. *J. Food Engineer.* 61(2004):471-475.
- Beaudry RM (1999). Effect of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality, *Postharv. Biol. Technol.* 15:293-303.
- Burmeister DM Dilley RD (1995). A "scald-like" controlled atmosphere storage disorders of empire apples-a chilling injury induced by CO<sub>2</sub>. *Postharv. Biol. Technol.* 6:1-7.
- Colgan RJ, Dover CJ, Johnso DS, Pearson K (1999). Delayed CA and oxygen at 1 kPa or less control superficial scald without CO<sub>2</sub> injury on bramley's seedling apples. *Postharv. Biol. Technol.* 16:223-231.
- Demirdöven A, Batu A (2003). Tokat Koşullarında Yetiştirilen Bazı Önemli Sebze Çeşitlerinin Solunum Hızlarının Belirlenmesi. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 08-12 Eylül Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Antalya. S: 407-410.
- Felles PJ (1991). The relationship between the ratio of degrees brix to percent acid and sensory flavor in grape fruit juice. *Food Technol.* 75:68-75.
- Geeson JD, Browne KM, Guaraldi F (1986). The effects of ethylene concentration in controlled atmosphere storage of apples. *Ann. Appl. Biol.* 108:605-610.
- Gomez KA Gomez AA (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Second Edition. Newyork, Chichester, Brisbane, Toronto. John Wiley and Sons.
- Grierson A Kader AA (1986). Fruit Ripening and Quality, In J.G. Atherton and J. Rudich, *Apple Crop*. Chapman and Hall Ltd. USA. pp. 241-280.
- Hardenburg RE, Watada AE, Wang CI (1986). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. U.S. Dept. Agr. Handbook 66.
- Harker FR, Maindonald J, Murray SH, Gunson FA, Hallett IC, Walker SB (2002). Sensory interpretation of instrumental measurements 1: testure of apple fruit. *Postharv. Biol. Technol.* 24:241-250.
- Jaeger SR, Andani Z, Wakeling IN, MacFie HJ (1998). Consumer preference for fresh and aged apples. A cross-cultural comparison. *Food Qual. Prefer.* 10:305-314.
- Kopeliowitch E, Mizrahi Y, Rabinowitch HD (1982). Effect of the fruit ripening mutant genes in or nor on the flavour of Apple Fruit. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107:361-364.
- Kubo Y, Inaba A, Nakamura R (1989). Effects of high CO<sub>2</sub> on respiration in variou horticultural crops. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58:731-736.
- Kühn BF, Thyho AK (2001). Sensory quality of cab-resistant apple cultivars. *Posthar. Biol. Technol.* 23:41-50.
- Kviliene N, Kviklys D, Viskelis P (2006). Changes in Fruit Quality During Ripenin and Storage in the Apple Cultivar 'Auksis'. *J. Fruit Orna.Plant Res.* 14 (2):195-202.
- Larmond E (1987). Sensory Evaluation Can Be Objective. In J.G. Kapsalis, *Objective Methods in Food Quality Assessment*. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc. USA. pp. 3-14.
- Mehinagic E, Royer G, Symoneaux R, jourjon F (2006). Relationship between Apple Sensory Attributes and Instrumental parameters of texture. *J. Fruit Orna. Plant Res.* 14 (2):25-37
- Mitcham EJ (1997). *Proceedings of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, Apples and Pears*. Postharvest Horticulture series No. 16, vol. 2. University of California Davies, USA. Pp: 308.
- Morris LL, Kader AA (1974). Postharvest physiology of Apple Fruits. In *Fresh Market Apple Research, Vegetable Corps Series*. California, Davis. USA. pp. 171:6-48
- Peleg K (1985). *Storage and Preservation Techniques*. In *Produce Handling, Packaging and Distribution*. Westport, Connecticut: Avi Publishing Company Inc. pp: 29-51
- Risse L A (1989). Individual film wrapping of florida fresh fruit and vegetables. *Acta Hort.* 258:263-270.

- Smith SM, Geeson JD, Browne KM, Genge PM, Everson HP (1987). Modified atmosphere eatail packaging of discovery apples. *J. Sci. Food Agric.* 40:165-178.
- Smith SM (1995). Measurement of the Quality of Apples: Recommendations of an EEC Working Group. Commission of the European Communities, Brussels.
- Snowdon AL (1990). A Colour Atlas of Postharvest Diseases and Disorders of Fruit and Vegetables. Vol. 1: General Introduction and Fruits. Wolfe Scientific Ltd. UK. pp: 11-53.
- Stevens MA, Kader AA, Albright M(1979). Potential for increasing apple flavour via increasing sugar and acid content. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*104: 40-42.
- Watkins CB, Bramlage WJ, Creago BA (1995). Super-ficial scald of granny smith apples is expressed as a typical chilling injury. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 120:88-94.
- Weichmann J (1989). Low Oxygen Effects. In J. Weichman, Postharvest Physiology of Vegetables. New York: Markel Dekker Inc. USA. pp: 231-237.
- Wills RBH, McGlasson WB, Graham D, Lee TH, Hall EG (1989). Postharvest and Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. In Physiology and Biochemistry of fruit and Vegetable. Blackwell Scientific Publication Ltd. pp: 17-38.