

Farklı Ambalajlarda Muhafaza Edilen Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Meyvelerinin Kalite Değişimleri

Fatih ŞEN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir
*Sorumlu yazar: fatih.sen@ege.edu.tr

Geliş tarihi: 02.04.2013, Yayına kabul tarihi: 02.07.2013

Özet: Son yıllarda tüketici taleplerindeki değişikliklere bağlı olarak birçok sofralık hıyar çeşidi geliştirilmiştir. ‘Uzun hıyar’ olarak da bilinen 30-35 cm uzunluğundaki hıyar çeşitleri, ihracatta önemli bir paya sahip olmasına rağmen hasat sonrası kalite değişimleri ile ilgili bilgiler sınırlıdır. Bu çalışma, farklı ambalajların depolama süresince hıyar meyvelerinin kalitesi ile fizyolojik ve patolojik bozukluklara etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Üretici serasından ticari olgunlukta hasat edilen hıyar (*Cucumis sativus* L. var. Baccara) meyveleri; ambalajsız (kontrol), shrink film ile tek tek sarılarak ve modifiye atmosfer (MA) ambalaj kullanılarak paketlenmiştir. Kontrol ve paketlenen meyveler 10±0,5°C sıcaklıkta ve %90 oransal nemdeki soğuk depo koşullarında 30 gün süreyle muhafazaya alınmıştır. Shrink film ve MA ambalaj hıyar meyvelerinde ağırlık kaybını sınırlandırarak buruşmaları önlerken, ambalajsız meyvelerde 30 günlük depolama sonunda ağırlık kaybı %11,43’e ulaşmış, buruşmalar görülmüştür. MA ambalajda hıyar meyvelerinin depolama sonunda 14,74 olan *b** değeri, kontrol ve shrink filmde sırasıyla 16,11 ve 21,77 bulunmuştur. Hıyar kabuğunun klorofil a, b ve toplam klorofil miktarında görülen değişimler, renk değişimleri ile uyumlu olmuş, shrink filmde klorofil a kaybı en fazla (%40) olmuştur. Genel olarak ambalajların hıyar meyvesinin kimyasal özelliklerine etkisi belirgin farklılık yaratmamıştır. Çalışma sonuçları ambalajsız ve shrink film ile sarılan ‘uzun hıyar’ meyvelerinin 20 gün, MA ambalaj kullanılarak ise 30 gün süreyle başarılı bir şekilde depolanabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Modifiye atmosfer paketlenme, kalite, soğuk muhafaza, bozukluklar, renk değişimleri

Quality Changes of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Fruits Stored in Different Packages

Abstract: Many cucumber cultivars were developed upon changes in consumer demands in recent years. Research results on postharvest quality changes of varieties giving 30-35 cm long cucumber fruits, also known as ‘long cucumber’ varieties, are limited even if they are relatively important for the export market. This study was conducted for determining the effects of different packages on quality and physiological and pathological disorders during storage. Cucumbers (*Cucumis sativus* L., cv. Baccara) harvested at commercial maturity from a grower greenhouse were wrapped one by one with shrink film or packed with a modified atmosphere (MA) package and compared with non-packed loose control fruit. Control and packed fruits were stored under 10±0,5°C and 90% relative humidity for 30 days. Shrink film and MA packages limited weight loss and prevented shrivelling, the weight loss totalled to 11,43 % after 30 days of storage and shrivelling occurred in non-packaged fruits. The colour *b** value was 14,74 in cucumber fruit packed in MA whereas 16,11 and 21,77 in control and shrink film wrapped cucumbers. Changes in chlorophyll a, b and total chlorophyll contents also supported the results obtained for colour values and the reduction in chlorophyll a had the highest (40 %) in fruit wrapped with shrink film. Generally effects of packages on chemical attributes of cucumbers did not create significant differences. Research results showed that ‘long cucumbers’ non-packed or wrapped with shrink film would be stored for 20 days, on the other hand MA package extended storage period to 30 days.

Key words: Modified atmosphere packaging, quality, cold storage, disorders, colour changes

Giriş

Türkiye, yaklaşık 1.750.000 tonluk hıyar üretimi ile Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2013a). Hıyar üretimi örtü altında ve açıkta yapılmakta olup, sofralık olarak tüketilmekte veya turşu yapımında kullanılmaktadır. Hıyar, Türkiye'de yaklaşık 150.000 ton ile en fazla ihraç edilen ikinci sebze olması nedeniyle hasat sonrası kalitenin korunması büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2013b).

Özellikle son yıllarda tüketici taleplerindeki değişikliklere bağlı olarak birçok sofralık hıyar çeşidi geliştirilmiştir. Bu hıyar çeşitleri, Türkiye'deki ve ihracat yapılan ülkelerdeki tüketici tercihlerine göre önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Türkiye'de daha çok 'beybi' olarak bilinen küçük Çengelköy hıyarı tercih edilirken, Avrupa Birliği ülkelerinde 'uzun hıyar', Rusya Federasyonu'nda ise 'dikenli hıyar' talep edilmektedir. İhraç edilen hıyar meyveleri içinde 'uzun hıyar' olarak bilinen 30-35 cm uzunluğundaki hıyar çeşitleri önemli bir paya sahiptir.

Taze tüketim için, hıyar meyveleri fizyolojik olgunluğa ulaşmadan önce, tam büyüme aşamasında hasat edilirler (Kanellis et al., 1986). Meyveler genellikle şekil, tekdüzelik, kusurlarına ve kabuk rengine göre kalite sınıflarına ayrılırlar (Schouten et al., 1997). Hıyar meyvelerinde hasat kriteri olarak kullanılan kabuk rengi, aynı zamanda en iyi kalite göstergesidir (Gnanasekharan et al., 1992; Schouten et al., 1997, 2002). Boyut, şekil ve tazeliği gösteren kabuğun koyu yeşil rengi, pazar tarafından talep edilen olgunluk indisidir (Nilsson, 2005). Hıyar meyvesinin hasat zamanındaki uygun iriliği, çeşide ve kullanım amacına (sofralık, turşu, dilimleme) bağlı olarak farklılık göstermektedir (Saltveit, 2007). Hıyar meyvesinin en önemli kalite parametrelerinden biri olan koyu yeşil yüzey rengi, hasat ve hasat sonrası bir çok faktör tarafından etkilenmektedir (Hurr et al., 2009). Depolama veya perakende sırasında hıyar meyvelerinde turgorun azalması, yumuşama ve renk bozulmasıyla görünüşte değişikliklere neden olmaktadır. Bunun yanında eğer nem kaybı kritik bir eşik değerini aşarsa, meyvenin lezzeti, bileşimi

ve besin değeri de bundan önemli ölçüde etkilenebilir (Nunes et al., 2011).

Koruyucu ambalajlar (modifiye atmosfer ambalajlar, plastik kaplar, film sarma vb.) sık sık aşırı nem kaybını önlemek ve ambalaj içi atmosfer bileşimini değiştirmeksizin veya hafif değiştirmek için kullanılmaktadır. Bu ambalajlar, ürünü çevreleyen ortamda yüksek bir oransal nem oluşturarak dağıtım ve perakende sırasında nem kaybını azaltmaktadır. Koruyucu ambalajlar, ürünün taze görünümünün korunmasında yardımcı olur, ancak su buharı geçirgenliği düşük olan filmler, ambalaj içinde doymuş bir ortam yaratabilir, bu da fungal çürüklük gelişimini teşvik edebilir (Shin et al., 2007; Nunes, 2008). Meyve ve sebzelerin modifiye atmosfer (MA) ambalajlarla paketlenmesinin en önemli faydaları nem kaybını azaltması ve ambalaj içindeki atmosfer bileşiminin değişmesini sağlamasıdır. Böylece, MA ambalajları birçok meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömrünü uzatmak için depolama ve taşıma süresinde kullanılmaktadır (Hardenburg et al., 1986; Kader, 2002; Thompson, 2003; Karaçalı, 2009). Üşüme sıcaklıklarına duyarlı olan ürünler için genellikle ambalaj içinde nemde yükselme, O₂'de azalma, CO₂'de artma, üşüme zararı semptomlarının gelişmesinin önlenmesinde yararlıdır (Forney and Lipton, 1990; Halloran ve ark., 1995; Wang and Qi, 1997).

İhraç edilen 'uzun hıyar' meyvelerinin sıcak-shrink film ile sarılması (shrinkleme) ticari olarak uygulanan bir ambalajlama yöntemidir. Geçmiş yıllarda daha da yaygın olarak kullanılan bu yöntemde; hıyar meyveleri değişik özellikteki shrink filmler ile tek tek sarılarak mukavva kutulara yerleştirilmekte ve ihraç edilmektedir. Bu uygulamada shrink film, uzun hıyar meyvesinin etrafına sarıldıktan sonra ısı yardımıyla film birbirine tutturulmakta, böylece tüm meyvenin etrafının shrink filmle sarılması sağlanmaktadır. Bu işlem basit ekipmanlarla yapılabilmektedir. Fakat bu ambalajlamada taşıma, dağıtım ve pazarlama sürecinin uzaması ve ortam koşullarına bağlı olarak bazı sorunlar yaşanabilmektedir. Son yıllarda hıyar

ihracatında önemli bir yer tutan ‘uzun hıyar’ meyvelerinin hasat sonrası taşıma, depolama ve pazarlama sürecinde kalite değişimlerini saptamaya yönelik yapılan çalışmalar çok sınırlıdır. Bu hıyar tipinin ülkemizde tüketilen hıyar meyvelerine göre oldukça uzun ve çapının büyük olması nedeniyle hasat sonrası kalite değişimlerinin ortaya konması önemlidir.

Bu çalışmada, ‘uzun hıyar’ meyvelerinin farklı şekillerde ambalajlanmasının muhafaza süresince kalite değişimlerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal ve depolama koşulları

Çalışmada kullanılan ‘uzun hıyar’ (*Cucumis sativus* L., var. Baccara) meyveleri, yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı bölgelerden biri olan Mersin ilinin Anamur ilçesinde özel bir üretici serasından ticari olgunlukta Aralık ayında hasat edilerek Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi’ne getirilmiş ve hemen denemeye alınmıştır. Nunhems Tohumculuk Ltd. Şti.’ne ait “Baccara F1” çeşidine ait hıyar meyvelerinin ortalama meyve ağırlığı 284,3±20,5 g, uzunluğu 27,1±1,2 cm ve çapı 4,26±1,9 cm olarak saptanmıştır.

Hıyar meyveleri; a) Kontrol (ambalajsız), b) Sıcak shrink film (meyveler tek tek shrink film ile ısı yardımıyla sarılmıştır) c) Modifiye atmosfer paketlenme [MAP ambalaj (Xtend®, StePac, İsrail) içine yerleştirilmiştir] olmak üzere 3 farklı şekilde paketlenerek muhafazaya alınmıştır. Hıyar meyveleri MAP’e yerleştirildikten sonra 12 saat süreyle ön soğutması yapılmış, sonra ambalajların ağzı klipsle kapatılmıştır. Kontrol ve farklı ambalajlarla paketlenen meyveler mukavva kutulara (39x29x14 cm) konarak 10±0,5°C sıcaklıkta ve %90 oransal nemdeki (Karaçalı, 2009; Kader, 2002) soğuk depoda 30 gün süreyle muhafazaya alınmıştır. Depolama öncesi, depolama süresince 10 gün aralıklarla çıkarılan hıyar meyvelerinde kalite değişimleri, fizyolojik ve patolojik bozukluklar belirlenmiştir. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre her tekerrürde 10 meyve olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Kalite analizleri

Ağırlık kaybı

Ağırlık kaybı, depolama öncesi ağırlıkları belirlenen örneklerin, depodan çıkarıldıktan sonra ağırlıkları ±0,05 g hassasiyetindeki terazi (XB 12100, Presica Instruments Ltd., İsviçre) ile tartılarak yüzde (%) olarak saptanmıştır.

Meyve kabuk rengi, meyvenin uzunlamasına 4 ayrı yerinden iki taraflı olarak kabuk üstünden renkölçer (CR-300, Minolta Co, Japonya) ile CIE L^* , a^* , b^* cinsinden ölçülmüştür. Cihaz ölçümlerden önce standart beyaz kalibrasyon plakası ($L^*=97,26$, $a^*=+0,13$, $b^*=+1,71$) ile kalibre edilmiştir. Elde edilen a^* ve b^* değerlerinden hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır. $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$

Meyve eti sertliği, meyve boyunca üç bölgeden el penetrometresi (FT 011, Effegi, İtalya) ile 7,9 mm (5/16 inç)’lik uç kullanarak ölçülmüş (baş ve uç kısımdan 3 cm içerden ve ortadan kabuk uzaklaştırıldıktan sonra), sonuçlar Newton (N) olarak verilmiştir.

Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı; hıyar meyvelerinin suyunun katı meyve sıkacağı ile çıkarılıp, filtre kağıdından süzülmesiyle elde edilen meyve suyunda dijital refraktometre (PR-1, Atago, Japonya) ile saptanmış ve yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

Titre edilebilir asit (TA) miktarı; 10 ml meyve suyunun 0,1 N NaOH ile pH 8,1’e kadar titre edilerek harcanan NaOH miktarından hesaplanarak ve g malik asit/100 ml olarak ifade edilmiştir (Karaçalı, 2009).

Klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı

Hıyar kabuklarından alınan örnekler Arnon (1943)’a göre hazırlanarak, spektrofotometrede (Carry Bio 100, Varian, Avustralya) 645, 663 ve 652 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı Lichtenhaler and Welburn (1983)’a göre hesaplanmış, sonuçlar meyve kabuğunda mg/100 g olarak ifade edilmiştir.

Duyusal değerlendirme

Hıyar meyveleri beş eğitimli panelist tarafından dış görünüşüne (renk, buruşma,

fizyolojik ve patolojik bozukluk), tat ve tekstüre göre genel beğeni 1-5 skalasına (1, çok kötü; 5, çok iyi) göre değerlendirilmiş, 3 puan pazarlama için kabul edilebilir sınır olarak dikkate alınmıştır (Akbudak et al., 2007; Nunes et al., 2011).

Fizyolojik ve patolojik bozukluklar

Üşüme zararını saptamak için hıyar meyveleri 2 gün süreyle raf ömründe ($24\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta %60-70 oransal nemde) bekletilmiştir. Üşüme zararı, her tekerrürdeki meyvelerin kabuk yüzeyindeki üşüme zararının genişliğine göre 1-5 skalasına (1, yok; 2, yüzeyin %1-10 zararlı; 3, yüzeyin %11-25 zararlı; 4, yüzeyin %26-50 zararlı; 5, yüzeyin >%50 zararlı) göre değerlendirilmiştir (Hakim et al., 1999).

Her depolama döneminde çıkarılan hıyar meyvelerinden çürüklük gelişimi gösterenler saptanmıştır. Patolojik bozukluk oranı (%); bu meyvelerin toplam meyve sayısına orantılanmasıyla bulunmuştur (Kınay, 2001).

İstatistiksel analiz

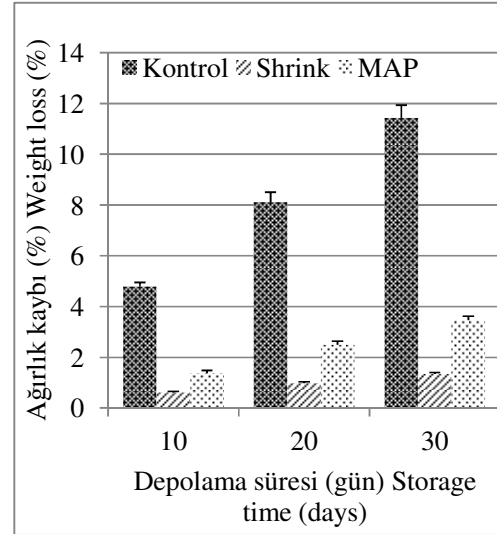
Denemeden elde edilen veriler IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, USA) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Her depolama dönemi için ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ($P\leq 0,05$) ile belirlenmiştir. Ortalamaların standart sapma değerleri (*SD*) dört tekerrür üzerinden hesaplanmıştır.

Bulgular

Ağırlık kaybı

Muhafaza süresince hıyar meyvelerinin ağırlık kaybına farklı ambalajların etkisi istatistiksel anlamda önemli ($P\leq 0,01$) bulunmuştur. Muhafaza süresinin uzamasıyla shrink film ile sarılan ve MA ambalaja yerleştirilen hıyar meyveleri ile ambalajsız muhafaza edilen kontrol meyvelerinin ağırlık kaybı arasındaki farklılıklar giderek artmıştır. 30 günlük depolama sonunda kontrol meyvelerinde ağırlık kaybı %11,43 ile en yüksek, shrink film ile sarılan meyveler ise %1,34 ile en düşük değeri almıştır (Şekil 1). MA ambalajında muhafaza edilen hıyar

meyvelerinin ağırlık kaybı, kontrol ile shrink film uygulananlar arasında kalmış, depolama sonunda %3,46 olarak saptanmıştır.



Şekil 1. Farklı ambalajların muhafaza süresince hıyar meyvelerinin ağırlık kaybına etkileri.

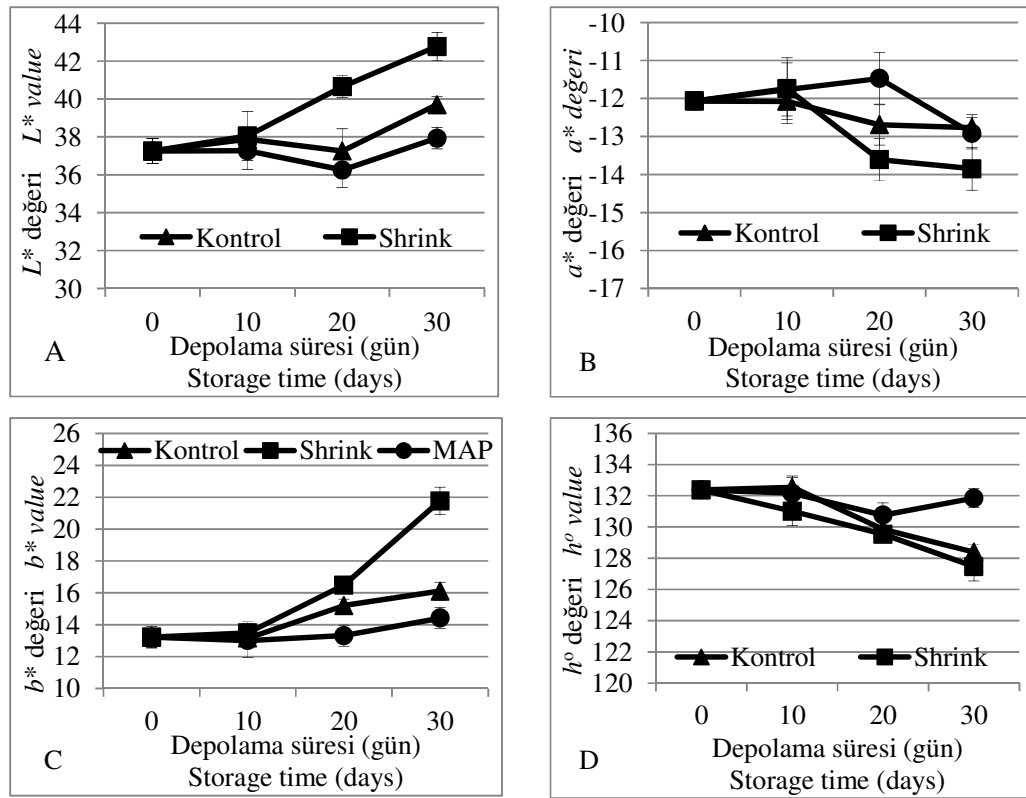
Figure 1. Effects of different packages on weight loss of cucumber fruit during storage.

Kalite analizleri

Farklı ambalajların 10 günlük muhafaza sonunda hıyar meyvelerinin rengine (L^* , a^* , b^* , h°) etkisi farklılık yaratmamıştır. Genel olarak uzun hıyar meyvelerinin rengi, depolamanın 10. gününde, başlangıç değerlerine benzerlik göstermiştir. 20 günlük muhafaza sonunda, hıyar meyvelerinin L^* , a^* ve b^* değerlerine ambalajların etkileri istatistiksel anlamda önemli ($P\leq 0,01$) olurken, h° değerine etkisi önemli olmamıştır (Şekil 2A, B, C, D). Shrink film ile sarılan uzun hıyar meyvelerinde, kabuğun açıklık-koyuluğunu ifade eden L^* değeri ve sarı renk tonunu gösteren b^* değerinde MA ambalaj kullanılanlara göre arttığı görülmüştür. Renk değerlerinde görülen bu değişimler shrink film ile sarılan meyvelerde yeşil renk tonunda kısmi kayıpların olduğunu göstermiştir. Nitekim bu şekilde ambalajlanan meyvelerin b^* değerinin, MA ambalajla muhafaza edilenlere göre %23,7 daha yüksek

bulunması da bunu doğrulamaktadır (Şekil 2C). Benzer şekilde L^* değerinde görülen artış da, yeşil renk tonun azalmasına bağlı olarak açıklığın arttığına bir göstergesidir. Ambalajların hıyar meyvesinin rengi üzerine olan bu etkisi muhafaza süresinin ilerlemesiyle 30 günlük muhafaza sonunda daha belirgin hale gelmiştir. Depolama sonunda meyve rengini ifade eden L^* , a^* , b^* , h^o renk değerleri, ambalajlara göre önemli ($P \leq 0,01$) farklılıklar göstermiştir. Depolama sonunda uzun hıyar meyvelerinin

depolama öncesine (0. gün) göre renk değerlerinde en büyük değişimler shrink film uygulamasında görülürken, en az değişim MA paketleme uygulamasında görülmüş, kontrol ise bu ikisi arasında kalmıştır (Şekil 2A, B, C, D). Shrink film ile sarılan hıyar meyvelerinde L^* ve b^* renk değerleri, MA ambalajda muhafaza edilenlere göre sırasıyla %12,8 ve %47,6 daha yüksek bulunmuştur (Şekil 2A, C).



Şekil 2. Farklı ambalajların muhafaza süresince hıyar meyvelerinin L^* (A), a^* (B), b^* (C) ve h^o (D) değerlerine etkileri.

Figure 2. Effects of different packages on L^* (A), a^* (B), b^* (C) ve h^o (D) values of cucumber fruit during storage.

Hıyar meyvesinin sertliği üzerine farklı ambalajların etkisi 10 ve 20 günlük muhafaza sonrası önemli olmazken, 30 günlük muhafaza sonrası ise önemli ($P \leq 0,05$) olmuştur. Depolama öncesi 69,43 N olan meyve eti sertlikleri muhafazanın ilk 20 gününde 68,17 N ile 69,56 N arasında bir değişim göstermiştir. 30 günlük muhafaza sonunda shrink film ile sarılan meyvelerin

sertlik miktarı (66,90 N) MA ambalajda muhafaza edilen meyvelere (68,64 N) göre kısmen daha düşük bulunmuştur (Çizelge 1).

Farklı ambalajların her depolama döneminde hıyar meyvesinin SÇKM miktarına etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Depolama öncesi %2,90 olan SÇKM miktarı, 30 günlük depolama

sürecinde %2,30 ile %2,95 arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Muhafazanın ilk 20 gününde ambalajların hıyar meyvesinin TA miktarına etkisi önemli olmazken, 30 günlük muhafaza sonunda ise önemli olmuştur. Ambalaj kullanılmayan (kontrol) ve shrink film uygulanan meyvelerin TA miktarı, MA ambalaj kullanılanlara göre kısmen daha düşük bulunmuştur.

Klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı

Farklı ambalajların hıyar meyvelerinin kabuklarındaki klorofil a ve b miktarına etkileri 20 ve 30 günlük depolama sonrası önemli bulunmuştur. Ambalajların 10 günlük depolama sonrası klorofil a (7,43-7,87 mg/100 g) ve klorofil b miktarları (3,53-3,68 mg/100 g) birbirine benzerlik göstermiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle MA ambalajdaki hıyarların klorofil a ve b miktarı, kontrol meyvelerine göre daha yüksek bulunmuştur. Shrink film uygulanan hıyar meyvelerinin klorofil a ve b içerikleri 20 günlük depolama sonunda kontrolle benzerlik gösterirken, 30 günlük depolama sonunda en düşük değerleri vermiştir. Depolama sonunda tüm uygulamalardaki hıyar meyvelerinin klorofil a içeriklerinde, depolama başlangıcına göre

bir azalış görülmüştür (Çizelge 2). Bu azalış MA uygulamasında %16,9 ile en az, shrink film uygulamasında ise %40,2 ile en fazla olmuş, kontrol ise %30,1 bu iki uygulama arasında kalmıştır. Shrink film ile sarılan hıyar meyvelerin 20 günlük depolama süresince klorofil a ve b miktarındaki değişimler sınırlı iken depolama sonunda belirgin bir azalış göstermiştir.

Farklı ambalajların hıyar meyvelerinin toplam klorofil miktarına etkisi 10 günlük muhafaza sonrası birbirine benzerlik (12,69 ile 13,21 mg/100 g) göstermiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle toplam klorofil miktarı bakımından ambalajlar arasındaki farklılıklar önemli ($P \leq 0,01$) olmuştur. Hıyar meyvelerinin toplam klorofil miktarı, 20 ve 30 günlük muhafaza sonrası MA ambalajında en yüksek bulunurken, 20 günlük muhafaza sonunda kontrol, 30 günlük muhafaza sonunda ise shrink film uygulananlarda ise en düşük bulunmuş, bu iki uygulama arasında kalmıştır. Depolama sonunda MA ambalaj ile shrink film uygulanan meyvelerin toplam klorofil miktarları bakımından farklılıkları artmış, MA ambalajdaki hıyar meyvelerinin toplam klorofil miktarı %29,7 daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3).

Çizelge 1. Farklı ambalajların muhafaza ($10 \pm 0,5^\circ\text{C}$) süresince hıyar meyvelerinin meyve eti sertliği ve SÇKM miktarına etkileri.

Table 1. Effects of different packages on flesh firmness and TSS content of cucumber fruit during storage.

Depolama süresi Storage time	Meyve eti sertliği (N) Flesh firmness (N)			SÇKM miktarı (%) TSS content (%)		
	Kontrol	Shrink	MAP	Kontrol	Shrink	MAP
0. Gün		69,43			2,90	
10. Gün	68,38 ^{ö.d.}	69,56	69,10	2,80 ^{ö.d.}	2,53	2,95
20. Gün	68,17 ^{ö.d.}	67,97	68,85	2,47 ^{ö.d.}	2,40	2,70
30. Gün	68,02 ab ^{z*}	66,90 b	68,64 a	2,50 ^{ö.d.}	2,30	2,60

^z Her satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle $P \leq 0,05$ 'e göre belirlenmiştir.

^{ö.d.}, önemli değil; *, $P \leq 0,05$; **, $P \leq 0,01$ 'e göre önemli.

^{ö.d.}, Not significant *, Significance level ($P < 0,05$), **, Significance level ($P < 0,01$).

Çizelge 2. Farklı ambalajların muhafaza süresince hıyar meyvelerinin klorofil a ve b miktarına etkileri.

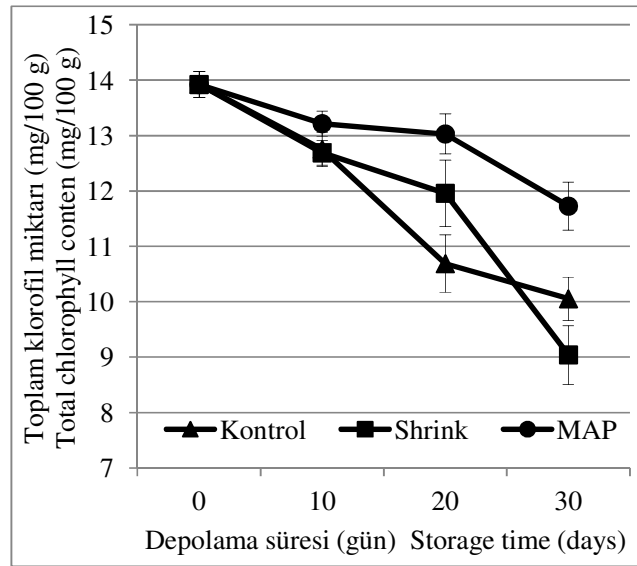
Table 2. Effects of different packages on chlorophyll a and chlorophyll b of cucumber fruit during storage.

Depolama süresi Storage time	Klorofil a Chlorophyll a (mg/100 g)			Klorofil b Chlorophyll b (mg/100 g)		
	Kontrol	Shrink	MAP	Kontrol	Shrink	MAP
0. Gün	8,14			3,99		
10. Gün	7,60 ^{ö.d.}	7,43	7,87	3,53 ^{ö.d.}	3,69	3,68
20. Gün	6,93 b ^{z*}	7,36 ab	7,64 a	3,45 b [*]	3,50 b	3,67 a
30. Gün	5,69 b ^{**}	4,87 c	6,76 a	3,16 b ^{**}	2,80 c	3,58 a

^z Her satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle $P \leq 0,05$ 'e göre belirlenmiştir.

^{ö.d.}, önemli değil; *, $P \leq 0,05$; **, $P \leq 0,01$ 'e göre önemli.

^{ö.d.}, Not significant *, Significance level ($P < 0,05$), **, Significance level ($P < 0,01$).



Şekil 3. Farklı ambalajların muhafaza süresince hıyar meyvelerinin toplam klorofil miktarına etkileri.

Figure 3. Effects of different packages on total chlorophyll content of cucumber fruit during storage.

Duyusal analizler

Hıyar meyvelerinin genel beğeni puanları 10 günlük depolama sonrası birbirine benzerlik göstermiş, tüm uygulamalarda çok iyi puanlar (4,6-4,8) almıştır. 20 ve 30 günlük muhafaza sonrası ambalajların genel beğeni puanlarına etkisi istatistiksel anlamda önemli olmuştur. MA ambalajdaki meyvelerin 20 günlük muhafaza sonunda genel beğeni puanları (4,4), kontrole (3,6) göre daha yüksek bulunmuştur. 20 günlük muhafaza sonunda tüm uygulamalar iyi puanlar almıştır. Kontrol ve shrink film uygulanan hıyar meyvelerinin genel beğeni puanları 30 günlük muhafaza sonunda MA

ambalajdakilere göre daha düşük bulunmuş ve sırasıyla 2,0 ve 2,4 puanlarını alarak pazarlanabilir özelliklerini kaybetmişlerdir. MA ambalajda muhafaza edilen hıyar meyveleri 30 günlük muhafaza sonunda iyi beğeni (3,6) alarak pazarlanabilir kalitesini korumuşlardır (Çizelge 3).

Fizyolojik ve patolojik bozukluklar

Muhafaza süresince alınan hıyar örnekleri 2 günlük raf ömründe bekletildikten sonra yapılan incelemelerde, hiçbir uygulamada üşüme zararı gözlenmemiştir.

Depolamanın ilk 20 gününde hıyar meyvelerinde patolojik bozulma gözlenmezken, 30 günlük depolama sonrası sadece shrink film uygulanan hıyarlarda

%12,5 oranında meyve ucunda çürüklük gelişiminin başladığı saptanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı ambalajların muhafaza süresince hıyar meyvelerinin genel beğeni puanlarına (1-5) ve patolojik bozukluk oranına (%) etkileri.

Table 3. Effects of different packages on overall appearance and pathological disorder of cucumber fruit during storage.

Depolama süresi Storage time	Genel beğeni Overall acceptance			Patolojik bozukluk Pathological disorder		
	Kontrol	Shrink	MAP	Kontrol	Shrink	MAP
0. Gün		5,0			0,0	
10. Gün	4,6 ^{ö.d.}	4,8	4,8	0,0 ^{ö.d.}	0,0	0,0
20. Gün	3,6 b ^{z*}	4,0 ab	4,4 a	0,0 ^{ö.d.}	0,0	0,0
30. Gün	2,4 b ^{**}	2,0 b	3,6 a	0,0 b [*]	12,5 a	0,0 b

^z Her satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle $P \leq 0,05$ 'e göre belirlenmiştir.

^{ö.d.}, önemli değil; *, $P \leq 0,05$; **, $P \leq 0,01$ 'e göre önemli.

^{ö.d.}, Not significant *, Significance level ($P < 0,05$), **, Significance level ($P < 0,01$).

Tartışma

Muhafaza süreleri dikkate alındığında; uzun hıyar meyvelerinin ağırlık kaybının daha sınırlı olduğu görülmüştür. Bunda uzun hıyar meyvelerin, küçük hıyar meyvelerine göre daha iri olması (yüzey/hacim oranının daha küçük olması) ve kabuk yapısı etkili olmuştur (Kader, 2002, Karaçalı, 2009). Shrink film ve MA ambalajları hıyar meyvelerinde nem kaybını sınırladığından ağırlık kaybını engellemiştir. Çünkü bu ambalajlar gaz değişimi engellememesine rağmen nem transferi için iyi bir bariyer oluşturmaktadır. Halloran ve ark., (1995) muhafaza edilen hıyarlarda ambalajlamanın ağırlık kaybını önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Srilaong and Kanlayanarat (2005), MA ambalajların içerisindeki gaz bileşiminin su kaybını azaltmakla birlikte, ağırlık kaybına asıl etkisinin ambalaj içerisindeki yüksek nemden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

MA paketleme, hıyar meyvelerinin renk değişimini sınırlandırırken, kontrol ve shrink film kaplanan hıyarlarda yeşil renk tonun azaldığı, rengin açıldığı görülmüştür. Hıyar meyvelerinde renk değişimi, yaşlanmaya bağlı ortaya çıkan bir kalite sorunudur (Schouten et al., 1997). Kontrol ve shrink film uygulanan meyvelerde, depolama süresinin uzamasıyla yaşlanmaya bağlı olarak renk değişimleri MA paketlemeye

göre daha belirgin hale gelmiştir. MA paketleme, ambalaj içindeki CO₂ konsantrasyonunu artırıp, O₂ konsantrasyonunu azaltarak metabolizmayı yavaşlatmakta, yaşlanmayı geciktirmektedir (Kader, 2002). Shrink film uygulananlarda renk değişiminin görülmesinde, meyvelerin sarıldığı bu filmin geçirgenliğinin etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü meyvede metabolizmayı hızlandıran etmenler meyvede yaşlanmaya bağlı kalite düşüşlerine neden olmaktadır (Karaçalı, 2009).

Meyve eti sertliğinin sadece depolama sonunda shrink film kaplananlarda en düşük olması yaşlanmayla parçalanma olaylarının artması ile ilişkilendirilebilir. MA paketleme birçok üründe protopektin parçalamasını sınırlandırarak sertlik kayıplarını yavaşlatmaktadır (Kader, 2002). MA paketleme domates meyvelerinde poligalakturonaz enziminin aktivitesini depolama süresince azaltarak elastikiyetinin yüksek olmasını sağlamıştır (Sabir and Agar, 2009). Kontrollü atmosfer depolama (Akbudak et al., 2007) ve MA paketleme (Küçükbasmacı Sabir ve Açar, 2008), depolama süresince hıyar meyvelerinin sertliği ve elastikiyetinde görülen azalışları sınırlandırmıştır. Ambalajların meyve suyunun kimyasal özelliklerine (SÇKM,

TA) etkisi genel olarak belirgin farklılık yaratmamıştır. Depolamanın sonunda kontrol ve shrink film ile uygulanan meyvelerde TA miktarının, MA ambalajdakilere göre daha düşük olması yaşlanma ile uyumludur (Karaçalı, 2009).

Hıyar meyvelerinin klorofil içeriklerinin depolamanın ilk 10 gününde birbirine benzerlik göstermesinde, çeşit, depolama süresinin kısa ve ortam koşullarının uygun olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Hıyar meyvelerinin klorofil a, b ve toplam klorofil miktarına MA ambalajların olumlu etkisi, ambalaj içinde oluşan CO₂ ve O₂ konsantrasyonunun solunum hızını düşürmesi, etilenin etkisini azaltması ve klorofil parçalanması dahil parçalanma olaylarını yavaşlatmasından kaynaklanmaktadır (Karaçalı, 2009). Thompson (2003) ve Suslow and Cantwell (2006), oksijen seviyesinin düşürülmesi ile klorofil parçalanmasının ve dolayısıyla meyve kabuğunda sararmaların geciktirilebileceğini bildirmiştir. Yapılan birçok çalışmada depolama koşulları ve süresine bağlı olarak hıyar meyvelerinde klorofil parçalanmasına bağlı olarak klorofil miktarında azalmalar saptanmış, meyve kabuğunda sararmalar meydana gelmiştir (Schales, 1987; Kaynaş ve Özelkök, 1999; Akbudak ve Özer, 2003; Akbudak et al., 2007).

Hıyar meyvelerinin 30 günlük muhafaza sonrası ambalajlar arasındaki görülen beğeni puanlarındaki farklılıklarda, en önemli etmenler hıyar meyvesinin kabuğunda görülen yeşil rengin kaybına bağlı renk değişimi ve su kaybına bağlı buruşmadır. Ayrıca depolama sonunda shrink film uygulananlarda çürüklük gelişiminin görülmesi bu uygulamanın daha düşük puanlar almasında etkili olmuştur. Depolama sonunda hıyar kabuğunda renk değişimi yanında kabuk yüzeyindeki dokuda da kısmi bozulmalar gözlenmiştir. Çünkü birçok meyve ve sebze %3-6 ağırlık kaybında buruşma, kırışma, büzüşme belirgin hale gelmektedir (Hardenburg et al., 1986; Karaçalı, 2009). Ambalaj ve kontrollü atmosferde depolamanın meyvelerin dış görünümünü önemli derecede etkilediği bildirilmiştir (Halloran ve ark., 1995; Akbudak ve ark., 2007).

Hıyar meyvelerinde muhafaza süresince üşüme zararının görülmemesinde, seçilen depolama sıcaklığı (10°C) önemli olmuştur. Hıyar meyvelerinin 10-13°C'de depolanması önerilmekte, daha düşük sıcaklıklarda üşüme zararının oluşabileceği bildirilmektedir (Cantwell and Kasmine, 2002; Salveit, 2004). 30 günlük muhafaza sonunda sadece shrink film uygulananlarda %12,5 oranında *Pythium* spp. fungusundan ileri çürüklük gelişimi görülmüş olmasında, film içinde oransal nemin yüksek olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. MA ambalaj içinde nem yoğunlaşmasının olmaması ve ortamın hava bileşimi çürüklük gelişimini sınırlandırabilmektedir. Suslow and Cantwell (2006), hıyarlarda kontrollü atmosfer ve modifiye atmosfer paketlemenin çürümeyi geciktirebileceğini bildirmişlerdir.

Sonuç

Muhafaza süresinin ilerlemesiyle kontrol ve shrink film uygulanan meyvelerin kabuk renginde ve dokusunda görülen değişimler, kalitenin düşmesine neden olmuştur. Sonuçlar, uzun hıyar' meyvelerinin ambalajsız ve shrink film ile sarılarak '20 gün, MA ambalaj kullanılanların ise 30 gün süreyle başarılı bir şekilde depolanabileceğini göstermiştir.

Kaynaklar

- Akbudak, B. ve Özer, M.H. 2003. Farklı Sıcaklıklarda Muhafaza Edilen Turşuluk Hıyarlarda Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., 17(1): 33-46.
- Akbudak, B., Ozer, M.H., Uylaser, V. and Karaman, B. 2007. The Effect of Low Oxygen and High Carbon Dioxide on Storage and Pickle Production of Pickling Cucumbers cv. 'Octobus'. Journal of Food Engineering 78: 1034-1046.
- Anonim, 2013a. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim: Mart, 2013.
- Anonim, 2013b. Ege İhracatçı Birlikleri. <http://www.egebirligi.org.tr>. Erişim: Şubat, 2013.

- Arnon, D.I. 1943. Mineral Nutrition of Plants. Annual Review of Biochemistry. Vol. 12: 493-528
- Cantwell, M.I. and Kasmir, R.F. 2002. Postharvest Handling Systems: Fruit and Vegetables. In: Kader, A.A. (Ed.), Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Agricultural and Natural Resources, Publication 3311, Oakland, California, USA. pp. 407-421.
- Forney, C.F. and Lipton, W.J. 1990. Influence of Controlled Atmospheres and Packaging on Chilling Sensitivity. In: C.Y. Wang (Ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press, Boca Raton. FL., pp. 257-261.
- Hakim, A., Purvis A.C. and Mullinix, B.G. 1999. Differences in Chilling Sensitivity of Cucumber Varieties Depends on Storage Temperature and the Physiological Dysfunction Evaluated. Postharvest Biology and Technology 17: 97-104.
- Halloran, N., Yanmaz, R. ve Kasım, M.U. 1995. Farklı Ambalaj Materyallerinin Hıyarın Soğukta Muhafazasına Etkileri, Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt II 168-172.
- Hardenburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y. 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. US Dept. Agric. Handbk. 66. pp. 130.
- Hurr, B.M., Huber, D.J., Vallejos, C.E. and Talcott, S.T. 2009. Developmentally Dependent Responses of Detached Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Fruit to Exogenous Ethylene. Postharvest Biology and Technology 52(2): 207-215.
- Gnanasekharan, V., Shewfelt, R.L. and Chinnan, M.S. 1992. Detection of Color in Green Vegetables. J. Food Sci. 57, 149-154.
- Kader, A.A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Agricultural and Natural Resources, Publication 3311, Oakland, California, USA.
- Kanellis, A.K., Morris, L.L. and Saltveit Jr., M.E., 1986. Effect of Stage of Development on Postharvest Behavior of Cucumber Fruit. HortScience 21, 1165-1167.
- Karaçalı, İ. 2009. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, Bornova, İzmir. s. 486.
- Kaynaş, K. and Özelkök, S. 1999. Effect of Semperfresh on Postharvest Behavior of Cucumber (*C. sativus*) and Summer Squash (*C. pepo* L.) Fruits. Postharvest News and Information 10 (6): 2718.
- Kınay, P. 2001. Mandarinlerde *Penicillium* Çürüklüklerine Karşı Entegre Savaşım Olanakları Üzerine Araştırmalar. Doktora tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Ens., Bornova, İzmir.
- Küçükbaşmacı Sabır, F. ve Ağar, İ.T. 2008. Modifiye Atmosferde Muhafazanın Çengelköy Hıyar Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri, Alatarım 7(1): 29-35.
- Lichtenhaler, H.K. and Wellburn, A.R. 1983. Determination of Total Carotenoids and Chlorophylls a, b and Extract in Different Solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591.
- Nilsson, T. 2005. Effects of Ethylene and 1-MCP on Ripening and Senescence of European Seedless Cucumbers. Postharvest Biology and Technology, 36(2): 113-125.
- Nunes, M.C.N. 2008. Impact of Environmental Conditions on Fruit and Vegetable Quality. Stewart Postharvest Rev. 4, 1-14.
- Nunes, M.C.N., Emond, J.P., Dea, S. and Yagiz, Y. 2011. Distribution Center and Retail Conditions Affect the Sensory and Compositional Quality of Bulk and Packaged Slicing Cucumbers. Postharvest Biology and Technology 59: 280-288.
- Sabır, F.K. and Agar, İ.T. 2009. Effects Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality and Storage Mature Green and Pink Tomatoes. ActaHorticulture: 876: 201-207.
- Salveit, M.K. 2004. Cucumber. In: Kenneth C., Chien Yi Wang, Mikal Saltveit (Eds.), The Commercial Storage of

- Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Crops. Agriculture Handbook 66. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville, Maryland. Available from: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/057cucumber.pdf/> (Erişim: 21.02.2012).
- Schales, F.D. 1987. Harvesting, Packaging, Storage and Shipping of Greenhouse Vegetables. Hort. Abst. 57 (10): 7697.
- Schouten, R.E., Otma, E.C., van Kooten, O. and Tijskens, L.M.M. 1997. Keeping Quality of Cucumber Fruits Predicted by Biological Age. Postharvest Biol. Technol. 12, 175-181.
- Schouten, R.E., Tijskens, L.M.M. and van Kooten, O. 2002. Predicting Keeping Quality of Batches of Cucumber Fruit Based on a Physiological Mechanism. Postharvest Biol. Technol. 26, 209-220.
- Shin, Y., Liu, R.H., Nock, J.F., Holliday, D. and Watkins, C.B. 2007. Temperature and Relative Humidity Effects on Quality, Total Ascorbic Acid, Phenolics and Flavonoid Concentrations, and Antioxidant Activity of Strawberry. Postharvest Biol. Technol. 45, 349-357.
- Srilaong, V. and Kanlayanarat, S. 2005. Effects of High O₂ Pretreatment and High O₂ MAP on Quality of Cucumber Fruits, ActaHorticulture 682, 1559-1564.
- Suslow, T.V. and Cantwell, M. 2006. Cucumber Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. <http://postharvest.ucdavis.edu>.
- Thompson, A.K. 2003. Fruit and Vegetables Harvesting. Handling and Storage, Blackwell Publishing.
- Wang, C.Y. and Qi, L. 1997. Modified Atmosphere Packaging Alleviates Chilling Injury in Cucumbers. Postharvest Biology and Technology 10: 195-200.