

Nar Meyvesinin Muhafazasında Farklı Modifiye Atmosfer Ambalajlarının Çürüklük Gelişimi, Ağırlık Kaybı, Renk ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri

Sercan KARACA Fatih ŞEN

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş tarihi (Received): 18.06.2014

ÖZ: Çalışma, farklı modifiye atmosfer (MA) ambalajlarının 'Hicaznar' (*Punica granatum* L.) nar çeşidine ait meyvelerde, depolama süresince çürüklük gelişimi, ağırlık kaybı, renk ve duyu özelliklerine etkisini ortaya koymak amacı ile yürütülmüştür. Tam olgunlukta hasat edilen nar meyveleri, 7 farklı firma tarafından üretilen MA ambalajlarına yerleştirilmiş ve hava ile ön soğutma yapıldıktan sonra ağızları kapatılmıştır. Nar meyveleri $6\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90 oransal nemde 5 ay süreyle muhafazaya alınmıştır. Depolama başlangıcında ve 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası alınan örneklerde kayıplar ve değişimler incelenmiştir. MA ambalajlarında saptanan O_2 (%10,1-%18,8) ve CO_2 (%3,1-%6,1) oranları önemli farklılıklar göstermiştir. Beş aylık depolama sonunda ağırlık kaybı bakımından MA ambalajları fazla (%12,4-%13,5), orta (%6,9) ve düşük olanlar (%1,7-%2,3) olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır. Ağırlık kaybı fazla olan MA ambalajlarındaki nar meyvelerinin kabuğunda buruşma ve şekil bozukluğu (köşeleme) görülmüştür. Ağırlık kaybı az olan MA ambalajlarında çürüklük gelişimi belirgin (%35,0-%47,5) şekilde daha yüksek bulunmuştur. Nar meyvelerinde ağırlık kaybı ile çürüklük gelişimi arasında lineer ters bir ilişki ($R^2=0,81$) bulunmuştur. MA ambalajlarının nar meyvelerinin kabuk ve tane renk değerleri birbirine benzerlik göstermiştir. MA ambalajlarının etkilerinin depolama süresiyle yakından ilişkili olduğundan nar depolamasında uygun MA ambalajın seçiminde depolama süresinin dikkate alınması gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: Nar, *Punica granatum* L., MA ambalajı, depolama, patolojik kayıplar, fizyolojik bozukluklar

The Effects of Different Modified Atmosphere Packaging on Decay Development, Weight Loss, Colour and Sensory Properties of Pomegranate Fruit in Storage

ABSTRACT: The study was performed to determine the effects of different modified atmosphere (MA) packaging on decay development, weight loss, color and sensory properties of 'Hicaznar' (*Punica granatum* L.) pomegranate fruit. Fruits harvested at fully mature stage were packed in 7 MA packages produced by different companies, and modified atmosphere packages (MAP) were sealed after pre-cooling with air. Pomegranate fruits were stored at $6\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ temperature and 90% relative humidity conditions for 5 months. In samples taken at pre-storage and after 3, 4 and 5 months of storage, the quality changes and losses were investigated. Significant variations were detected in respect to O_2 (10.1%-18.8%) and CO_2 (3.1%-6.1%) levels in MAP. After 5 months of storage, MAP were classified into 3 groups according to weight loss as high (12.4%-13.5%), moderate (6.9%) and low (1.7% 2.3%). In MA packages that display high rate of weight loss, the skin of the pomegranate fruit had wrinkles and shape deformity. In MAP where weight loss is low, there were higher incidences of decay revealing a significant negative linear correlation ($R^2=0.81$) between weight loss and development of decay. MA packages exerted similar effects on skin and arils color (C^* and h°) of pomegranate fruits. The length of storage period is highly determined by MA package used thus, storage time needs to be taken into consideration in the selection of packaging.

Anahtar sözcükler: Pomegranate, *Punica granatum* L., MA packaging, storage, pathological losses, physiological disorders.

Sorumlu Yazar (Corresponding Author): Fatih Şen E-mail: fsenmacar@gmail.com

GİRİŞ

Nar, ülkemizde yıllardır yetiştiriciliği yapılan geleneksel meyvelerden biridir. Tüketicilerin son yıllarda narın insan sağlığına olan faydası konusunda bilinçlenmeleri, dünyada ve ülkemizde nara olan ilginin ve tüketiminin hızla artmasına neden olmuştur.

Nar; antioksidanlar, polifenolik maddeler, C vitamini, alkaloidler, reçineli maddeler ve flavonoid içerikleri bakımından oldukça zengin olup, kanser ve kalp damar hastalıklarını önlemede, yüksek tansiyonlu hastalarda kan basıncını düşürerek hastalığı önleyici yönde, ishali, öksürüğü, kabızlığı, mide yanmalarını ve kusmayı kesmede rolü olduğu bilimsel araştırmalarca kanıtlanmış, fonksiyonel gıdalar sınıfına dahil edilmiştir (Holland ve ark., 2009; Viuda-Martos ve ark., 2010). Ayrıca son çalışmalar nar meyvesinde bulunan bazı bileşiklerin alzheimer ve parkinson hastalığına karşı koruyucu özelliği olabileceği göstermiştir (Rojanathammanee ve Puig, 2013; Tapias ve ark., 2014).

Dünyadaki en çok nar üretimi yapılan ülke olan Hindistan'ı İran, Türkiye ve ABD izlemektedir (Anonymous, 2014). 2000'li yıllardan itibaren nar üretiminde sürekli bir artış gözlenmiş, 2013 yılında 383.085 ton'a ulaşmıştır (Anonim, 2014). Nar üretimindeki hızlı artış, ürünün pazarlanmasındaki sorunları da beraberinde getirmiştir. Nar meyvesinin hem ihracatta hem de iç piyasada tüketiminin artırılmasının en önemli yollarından biri de ürünün daha uzun süre kaliteli bir şekilde piyasa sunulmasıdır. Bu durum nar meyvesinin depolanması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Nar meyvesinin depo ömrünü; çeşit, hasat öncesi ekolojik koşullar, bakım işleri, hasat olgunluğu, ön soğutma, depolama koşulları (sıcaklık ve oransal nem) ve modifiye atmosfer (MA) paketlenme etkilemektedir (Gil ve ark., 2000; Heshi ve ark., 2001). Nar meyvelerinin muhafazasında kullanılan MA ambalajlarının, nar meyvesinin kalitesi ile patolojik ve fizyolojik kayıpları üzerinde doğrudan

etkili olduğu bilinmektedir (Porat ve ark., 2008; Bayram ve ark., 2009; Şen ve Eroğul, 2012).

MA paketlenme, ürünün nem kaybını azaltmakta ve ambalaj içi atmosfer bileşimini değiştirerek yaşlanmayı yavaşlatmaktadır. Bu nedenlerden dolayı bugün MA ambalajları birçok meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömrünü uzatmak için muhafaza ve/veya taşıma sürecinde kullanılmaktadır (Kader, 2002; Thompson, 2003; Hardenburg ve ark., 2004; Porat ve ark., 2009; Sabir ve Agar, 2010; Laribi ve ark., 2012). Bu ambalajlar, ürünü çevreleyen ortamda yüksek bir oransal nem oluşturarak depolama, taşıma ve dağıtım sırasında ağırlık kaybını azaltmaktadır (Artes ve ark., 2000; Nanda ve ark., 2001; Aharoni ve ark., 2008). Ancak MA ambalajlar nem geçirgenliklerinin ürün için uygun olmaması durumunda ambalaj içinde doymuş bir ortam yaratabilmekte, bu da fungal çürüklük gelişimini teşvik edebilmektedir (Shin ve ark., 2007; Nunes, 2008). MA ambalajlarının içerisinde, nar meyvesi için uygun olacak şekilde O₂ konsantrasyonunun belirli bir seviye kadar düşmesi, bunun aksine CO₂ konsantrasyonunun da belirli bir seviyeye kadar yükselmesi, meyvenin kalitesinin korumasını sağlarken; gaz bileşiminin istenmeyen sınır değerlerinin üstüne veya altına inmesi fizyolojik bozukların oluşmasına neden olmaktadır.

Nar gibi üşüme zararına duyarlı olan ürünler için genellikle ambalaj içindeki nemde yükselme, O₂'de azalma, CO₂'de artma, üşüme zararı semptomlarının gelişmesinin önlenmesinde yararlıdır (Forney ve Lipton, 1990; Halloran ve ark., 1995; Wang ve Qi, 1997; Artés ve ark., 2000). Kabuk yüzeyinde bozulma, çatlama ve güneş yanıkları olan düşük kaliteli narların depolanmasında da MA ambalajların yararlı etkileri olduğu saptanmıştır (Caleb ve ark., 2012). Tüm bu nedenlerden dolayı nar meyvesinin depolanmasında MA ambalajlarının doğru seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Aksi halde depolama süresinin uzamasına bağlı olarak patolojik ve fizyolojik bozukluklar çok önemli boyutlara ulaşmaktadır.

MA paketleme tekniğinin meyvenin hasat sonrası üzerine etkisi; nar meyvesinin çeşidine, meyvenin başlangıç kalitesine, gaz bileşimi, depolama sıcaklığı ve oransal nemine, işleme ve paketleme esnasındaki hijyene ve gaz/ürün hacim oranına bağlıdır (Sivertsvik ve ark., 2002). İdeal filmler O₂ girişine izin vermesinden çok daha fazla CO₂ çıkışı sağlamalıdır. CO₂ geçirgenliği O₂ geçirgenliğinden 3-5 kez fazla olmalıdır. Taze ürünlerin paketlenmesinde kullanıma uygun MA ambalajlarının film formülasyonlarında değişik polimerler kullanılmaktadır (Kader, 2002; Aharoni, 2004).

Bu çalışma, farklı MA ambalajlarının 'Hicaznar' nar çeşidinin depolama süresince patolojik ve fizyolojik bozukluklar ile renk ve duyuşsal özelliklere etkisini ortaya koymak amacı ile yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

MATERYAL

Nar meyveleri, nar üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgelerden biri olan İzmir İli, Selçuk İlçesi'nde 'Hicaznar' nar (*Punica granatum* L.) çeşidi ile 4 m x 3 m dikim mesafesinde kurulmuş, 6 yaşındaki nar bahçesinden tam olgun dönemde hasat edilmiştir. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne aynı gün getirilen nar meyvelerinden orta boy (350-400 g), sağlam, güneş yanıklığı olmayan, zarar görmemiş ve homojen olanlar seçilmiştir.

Çalışma materyali, 2'si ithal (MA1, MA2) ve 5'i yerli (MA3, MA4, MA5, MA6, MA7) üretim olmak üzere 7 MA ambalaj ile kontrol (ambalajsız) parselinden oluşmuştur. Çalışmada kullanılan modifiye atmosfer ambalajları düşük yoğunlukta polietilen (LDPE) bazlı olup, CO₂/O₂ geçirgenlik oranları 3 ile 5 arasında değişmektedir.

METOT

Modifiye Atmosfer Paketleme ve Depolama

Seçilen nar meyveleri, 5 kg ürün alabilen MA ambalajlarının içine ağzı açık olacak şekilde konarak, kasalara yerleştirilmiştir. Çekirdek sıcaklığı 6 °C'ye

ininceye kadar hava ile ön soğutma yapılmış, sonra ambalajların ağzı klipslerle kapatılmıştır. MA ambalaj kullanılmadan muhafaza edilen nar meyveleri kontrol olarak kabul edilmiştir. Nar meyveleri 6 ± 0,5 °C sıcaklık ve % 90 oransal nemde 5 ay süreyle muhafazaya alınmıştır (Onur ve ark., 1992; Karaçalı, 2012). Depolama öncesi ve 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası soğuk odadan çıkarılan nar meyvelerinde bazı ölçüm ve analizler yapılmıştır.

Çalışma Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her MA ambalajı ve kontrol parselleri 12 adet nar meyvesi ihtiva etmektedir.

MA ambalaj içerisindeki gaz bileşiminin belirlenmesi

Depolama süresince bir ay aralıklarla her MA ambalajın içindeki gaz bileşimi, taşınabilir PBI Dansensor Check Point O₂ / CO₂ gazölçer (PBI-Dansensor A/S, Ringsted, Danimarka) ile bir iğne yardımıyla MA ambalaj içinden alınan havadaki O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarının ölçümüyle (%) belirlenmiştir.

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.

Çürüklük gelişimi

Çürüklük gelişimi, sağlam ve çürük meyveler ayrılıp sayılarak belirlenmiş ve yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Çürük meyvelerden izolasyon yoluyla yapılan etmen saptaması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülen çalışmalar ile belirlenmiştir.

Meyvenin kabuk ve tane rengi

Kabuk rengi, meyvenin ekvator bölgesindeki 4 farklı noktadan Minolta kolorimetresi (CR-300, Minolta Co, Japonya) ile CIE L*, a*, b* cinsinden ölçülmüştür. Tane rengi ise, meyveler kesilip

parçalara ayrılarak, tanelenmeden önce değişik noktalarından aynı cihazla 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 kroma (C*) ve hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad h^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

Duyusal analizler

Nar meyveleri altı panelist tarafından duyuşal olarak değerlendirilmiştir. Nar meyvelerinin, dış görünüşü, tat ve genel beğenileri 1-5 skalasına (1: kabuk kurumuş, tat bozulmuş, 2: kabuk buruşmuş, tat kısmen bozulmuş, 3: orta, kısmen kabuk buruşmuş ve pazarlanabilirliği sınırlı, 4: iyi, 5: mükemmel) göre değerlendirilmiştir.

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≤0,05) ile belirlenmiştir (Steel ve Torrie, 1980; Yurtsever, 1984). Ortalamaların standart sapma değerleri (SD) dört tekerrür üzerinden hesaplanmıştır.

BULGULAR

MA ambalajlarındaki gaz bileşimi

Nar muhafazasında kullanılan ve farklı firmalar tarafından geliştirilen MA ambalajlarındaki gaz bileşimi Çizelge 1'de verilmiştir. Depolama süresince MA ambalajlarında saptanan O₂ ve CO₂ oranlarındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli (P≤0,01) bulunmuştur. Genel olarak depolama süresince MA3, MA1 ve MA6 ambalajlarında O₂ oranlarının en yüksek (% 16,8 - % 18,8), MA7 ve MA5 ambalajlarında ise en düşük (% 11,1 - % 13,1) bulunmuştur. MA5 ambalajındaki O₂ oranı 5. aylık depolama sonrası belirgin bir azalış (% 31)

gösterirken, MA2 ambalajında ise artış gözlenmiştir. Depolama süresince MA4 ve MA5 ambalajlarındaki CO₂ oranında bir artış, MA2 ambalajında ise bir azalış görülmüş, diğer MA ambalajlarında depolama süresince ölçülen CO₂ oranındaki değişimler sınırlı olmuştur. Depolama süresince MA ambalajlarındaki CO₂ oranı % 3,1 ile % 6,1 arasında bir değişim göstermiştir.

Ağırlık kaybı

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybına etkisi önemli (P≤0.01) bulunmuştur. Üç aylık depolama sonrası MA ambalaj kullanılmayan kontrol meyvelerinde ağırlık kaybı, MA ambalaj kullanılanlara göre çok belirgin şekilde daha yüksek (% 633) bulunmuştur. Kontrol meyvelerinde % 22,87 olarak saptanan ağırlık kaybı, meyve yüzeylerinde belirgin şekilde buruşma-kırışma ve kabukta kurumaya-sertleşmeye neden olmuştur. Bu yüksek ağırlık kaybı nar meyvelerinin dış görünüşünde ileri derecede bozulmalara neden olduğundan dolayı sofralık olarak pazarlanabilirliğini kaybetmiştir. Bu yüzden MA ambalaj kullanılmayan nar meyvelerinin depolanması sonlandırılmıştır. Depolama süresince MA3 ve MA2 ambalajlarındaki nar meyvelerinin ağırlık kaybı en yüksek olurken, MA1 ambalajı dışındaki diğer MA ambalajlarında ağırlık kaybı en düşük bulunmuştur. Beş aylık depolama süresince MA3, MA2 ve MA1 ambalajlarındaki ağırlık kaybı sırasıyla % 13,45, % 12,41 ve % 6,89 olurken, diğer MA ambalajlarında ise ağırlık kaybı % 1,72 ile % 2,29 arasında değişmiştir. Depolama süresince MA ambalajlarında saptanan ağırlık kayıplarında, kararlı bir artış gözlenmiştir (Şekil 1a).

Çürüklük gelişimi

Nar meyvesinde görülen çürüklük gelişimine MAP ambalajlarının etkisi, 4 ve 5 aylık depolama sonunda önemli (P≤0,01) bulunurken, 3 aylık depolama sonrası önemsiz bulunmuştur. Depolamanın 4. ayında MA7 ambalajındaki nar meyvelerinde çürüklük gelişimi % 40 ile en yüksek olurken, MA4 ve MA5 ambalajlarındaki çürüklük gelişimi

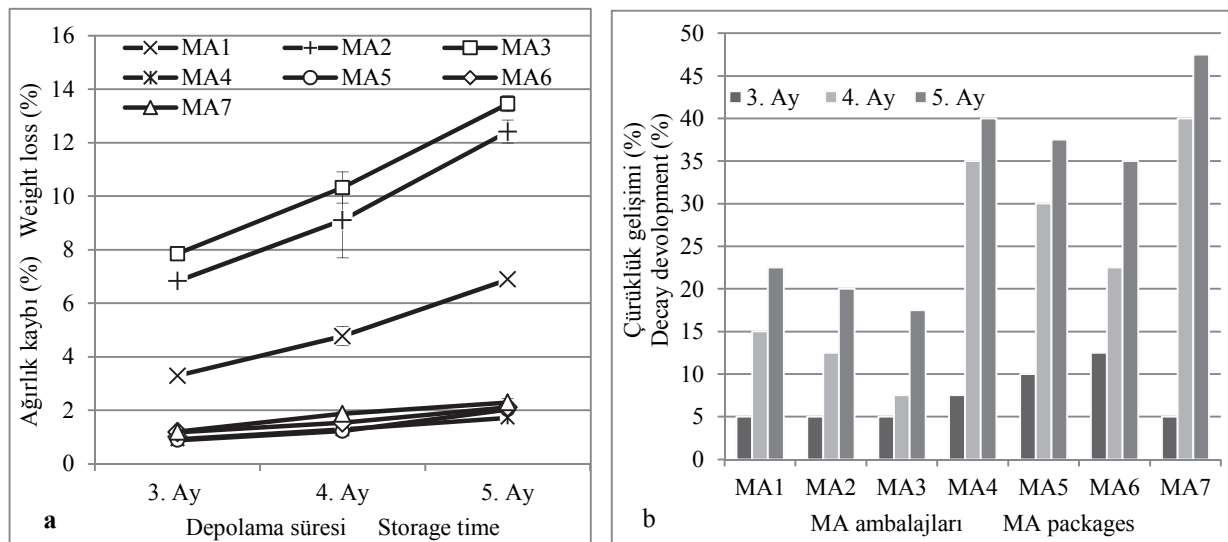
buna yakın değerler vermiştir. Çürüklük gelişimi MA3 ve MA2 ambalajlarda en düşük seviyede bulunmuş, sırasıyla % 7,7 ve % 12,5 olarak saptanmıştır. 5 aylık depolama sonunda da çürüklük gelişimi MA7 ambalajında en yüksek (% 47,5), MA3 ambalajında ise en düşük (% 17,5) bulunmuştur. Depolama süresinin ilerlemesiyle MA ambalajlarında muhafaza edilen nar meyvelerinin çürüklük gelişimlerinde bir artış meydana gelmiştir. Tüm MA ambalajlarında depolamanın 4. ayında, 3. ayına göre belirgin bir

artışın olduğu gözlenmiştir (Şekil 1b). Bu artış özellikle MA7, MA4 ve MA5 ambalajlarındaki nar meyvelerinde daha belirgin olmuş, sırasıyla % 433, % 367 ve %200 olarak saptanmıştır. Depolama süresince nar meyvelerinde, gri küf (*Botrytis cinerea*) çürüklük etmeninin neden olduğu boyun çürüklüğü olarak adlandırılan çürüklük gelişimi gözlenmiştir. Bu etmen dışında az sayıda kahverengi leke hastalığı (*Alternaria alternata*) ve yeşil küfün (*Penicillium digitatum*) neden olduğu çürüklük gelişimleri de görülmüştür.

Çizelge 1. Depolama süresince farklı MA ambalajlarındaki O₂ ve CO₂ oranlarının değişimi.
Table 1. The exchange of O₂ and CO₂ inside the different MAPs during storage.

MA ambalaj MA packages	O ₂ oranı (%) / O ₂ rate (%)					CO ₂ oranı (%) / CO ₂ rate (%)				
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay
MA1	17,1 b ^{***}	18,6 a ^{**}	18,0 ab ^{**}	17,9 a ^{**}	18,2 a ^{**}	3,8 bc ^{**}	3,6 c ^{**}	4,2 ab [*]	4,3 b [*]	3,6 c ^{**}
MA2	13,3 d	15,0 c	16,8 b	16,4 ab	17,8 a	6,1 a	5,5 a	4,5 a	5,9 a	4,6 bc
MA3	17,3 ab	18,8 a	18,3 a	18,1 a	18,1 a	3,1 d	3,1 d	3,7 b	3,9 b	3,7 c
MA4	14,5 c	16,3 b	14,2 c	14,7 b	15,3 b	3,4 cd	3,2 d	4,2 ab	4,1 b	4,8 abc
MA5	14,6 c	15,3 c	13,7 cd	14,7 b	10,1 d	3,8 bc	4,0 c	3,6 b	4,6 ab	5,9 a
MA6	17,9 a	18,4 a	16,8 b	17,2 a	17,0 ab	3,3 cd	3,1 d	4,2 ab	4,4 ab	4,4 bc
MA7	13,1 d	12,3 d	12,7 d	11,1 c	12,3 c	4,1 b	4,4 b	5,0 a	5,4 ab	5,0 ab
CV (%)	12,5	14,0	13,9	15,8	20,3	32,3	29,1	22,0	20,3	19,3

^z Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle $P \leq 0,05$ 'e göre belirlenmiştir (Difference between two means calculated by Duncan test at $P \leq 0,05$ level) ; * $P \leq 0,05$ veya ** $P \leq 0,01$ 'e göre önemli (significant at * $P \leq 0,05$ or ** $P \leq 0,01$).



Şekil 1. Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvesinin ağırlık kaybı (a) ve çürüklük gelişimine (b) etkileri.
Figure 1. Effects of different MAPs during storage on weight loss and decay development of pomegranate.

Meyvelerin kabuk ve tane rengi

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk renk değerlerine (C^* ve h^o) etkileri Çizelge 2’de verilmiştir. Nar kabuğunun C^* ve h^o değerine, depolama süresince farklı MA ambalajlarının etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. 5 aylık depolama sonrası C^* ve h^o değeri, sırasıyla 44,4-51,9 ve 58,6-64,6 arasında değişmiştir. Depolama süresince nar kabuğunda C^* değerinde görülen değişimlerin sınırlı olurken, h^o değerinde hafif bir artış eğilimi görülmüştür.

Nar tanesinin C^* ve h^o değerine MA ambalajlarının etkisi 3 aylık depolama sonunda önemli ($P \leq 0,01$) bulunurken, depolama süresinin ilerlemesiyle bu etki kaybolmuştur. Üç aylık depolama sonrası MA ambalaj kullanmayan meyvelerin nar tanesinin C^* değeri en düşük (16,50), h^o değeri ise en yüksek

(42,4) bulunmuştur. Depolama süresince MA ambalajlarının nar tanesinin C^* ve h^o değerleri birbirine benzerlik göstermiştir (Çizelge 3). Nar tanesinin C^* değerinde depolamanın ilk döneminde kısmi bir azalış eğilimi göstermiş, h^o değerinde depolama süresince değişimler çok sınırlı olmuştur.

Duyusal analiz

Nar meyvelerinin altı panelist tarafından yapılan görünüş ve tat parametrelerine göre aldığı genel beğeni puanları Çizelge 4’de verilmiştir. Nar meyvelerinde duyusal değerlendirme, çürük meyveler ayrıldıktan sonra kalan diğer meyvelerde yapılmıştır. Farklı MA ambalajlarının nar meyvesinin genel beğeni puanlarına etkisi 3 ve 5 aylık depolama sonrası önemli ($P \leq 0,05$) bulunurken, 4 aylık depolama sonrası ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 2. Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvesinin kabuk C^* ve h^o değerine etkileri.

Table 2. Effects of different MAPs during storage on peel C^* and h^o value of pomegranate.

MA ambalaj MA packages	Kabuk C^* değeri (Peel C^* value)				Kabuk h^o değeri (Peel h^o value)			
	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay
Kontrol	47,12 ^{ö.d.}	43,6 ^{ö.d.}	-	-	51,01 ^{ö.d.}	58,97 ^{ö.d.}	-	-
MA1	47,12	48,46	49,54 ^{ö.d.}	52,12 ^{ö.d.}	51,01	57,21	60,73 ^{ö.d.}	61,91 ^{ö.d.}
MA2	47,12	44,26	49,01	50,52	51,01	53,77	59,63	62,16
MA3	47,12	46,91	48,66	49,65	51,01	57,06	55,55	58,62
MA4	47,12	44,76	49,26	51,89	51,01	55,41	59,27	64,64
MA5	47,12	46,44	47,20	44,43	51,01	57,85	57,63	63,94
MA6	47,12	46,60	48,63	46,26	51,01	57,08	56,32	61,47
MA7	47,12	48,91	47,39	51,65	51,01	52,49	60,69	61,21
CV (%)	3,02	17,05	5,96	8,61	4,39	13,66	8,38	7,59

^{ö.d.}, önemli değil (ns. Not significant).

Çizelge 3. Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvesinin tane C^* ve h^o değerine etkileri.

Table 3. Effects of different MAPs during storage on aril C^* ve h^o value of pomegranate.

MA ambalaj MA packages	Tane C^* değeri (Aril C^* value)				Tane h^o değeri (Aril h^o value)			
	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay
Kontrol	24,42 ^{ö.d.}	16,51 b ^{z**}	-	-	32,75 ^{ö.d.}	42,41 a*	-	-
MA1	24,42	18,36 ab	19,71 ^{ö.d.}	18,89 ^{ö.d.}	32,75	36,60 ab	33,23 ^{ö.d.}	30,97 ^{ö.d.}
MA2	24,42	18,76 ab	18,70	18,00	32,75	34,92 bc	30,54	30,70
MA3	24,42	21,90 a	21,03	20,03	32,75	38,37 sb	35,49	34,53
MA4	24,42	20,14 a	18,39	18,15	32,75	30,10 c	30,54	27,29
MA5	24,42	20,95 a	20,38	21,23	32,75	36,32 ab	30,41	30,92
MA6	24,42	21,01 a	18,50	21,21	32,75	34,87 bc	28,63	32,65
MA7	24,42	18,48 ab	18,80	19,70	32,75	30,20 c	29,03	30,51
CV (%)	1,53	11,86	10,96	12,61	2,56	13,49	10,30	14,40

^z Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle $P \leq 0,05$ 'e göre belirlenmiştir (Difference between two means calculated by Duncan test at $P \leq 0,05$ probability level); ^{ö.d.}: önemli değil (ns. Non significant); * $P \leq 0,05$ veya ** $P \leq 0,01$ 'e göre önemli (significant at * $P \leq 0,05$ or ** $P \leq 0,01$ probability levels).

Çizelge 4. Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvesinin genel beğeni puanlarına (1-5 skalası) etkileri.

Table 4. Effects of different MAPs during storage on visual appearance (1-5 scale) of pomegranate.

MA ambalaj MA packages	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay
Kontrol	5,0 ^{0.d.}	2,3*	-	-
MA1	5,0	4,8 a	4,5 ^{0.d.}	4,3 a*
MA2	5,0	4,7 a	4,3	3,3 c
MA3	5,0	4,3 a	3,5	2,8 cd
MA4	5,0	4,7 a	4,3	4,0 a
MA5	5,0	4,8 a	4,7	4,5 a
MA6	5,0	4,3 a	3,7	3,3 c
MA7	5,0	4,7 a	4,0	2,2 d
CV (%)	0,0	19,5	10,4	23,5

^z Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir (Difference between two means calculated by Duncan test at $P \leq 0.05$ probability level); ^{0.d.}, önemli değil (ns. Not significant); * $P \leq 0.05$ 'e göre önemli (significant at * $P \leq 0.05$ probability level).

Üç aylık depolama sonrası kontrol meyveleri 2,3 genel beğeni puanı ile değerlendirilmiş olup, MA ambalajlarındaki nar meyvelerine göre belirgin şekilde daha düşük puan almıştır. Kontrol meyvelerinin çok düşük puan alarak pazarlanabilirliğini kaybetmesinde, meyve kabuğunun su kaybederek buruşması - kurummasına bağlı olarak görünüşünün bozulması etkili olmuştur. Depolamanın 4. ayında MAP ambalajların genel beğeni puanları birbirine benzerlik göstermiş 3,7 - 4,7 arasında değişmiştir. Beş aylık depolama sonunda MA7 ambalajında muhafaza edilen nar meyvelerinin genel beğeni puanları en düşük (2,2) bulunmuş, MA3 ambalajında da (2,8) MA7 ambalajına yakın beğeni puan almıştır. MA5 ve MA1 ambalajlarında muhafaza edilen nar meyveleri 5 aylık depolama sonrası en yüksek beğeni puanlarını almışlar, beğeni puanları sırasıyla 4,5 ve 4,3 olmuştur. MA7 ambalajında muhafaza edilen nar meyvelerinin düşük beğeni puanı alarak pazarlanma özelliğini kaybetmesinde nar tanesinin tadında meydana gelen bozulma nedeniyle yeme kalitesini kaybetmesi etkili olmuştur. MA3 ambalajındaki nar meyvelerinde, kabukta su kaybına bağlı ortaya çıkan buruşma-kırışmadan dolayı beğeni puanı düşük (orta-pazarlanabilirliği sınırlı) olmuştur. Depolama süresinin ilerlemesiyle başlangıçta 5,0 olan beğeni puanında, kararlı bir azalış görülmüştür. Bu azalışta MA7 ambalajı dışındaki

MA ambalajlarda, meyvelerin görünüşlerinde meydana gelen bozulmalar etkili olmuştur.

TARTIŞMA

MAP tekniği, farklı gaz geçirgenliğine sahip özel ambalajlar içerisinde meyve ve sebzelerin solunum faaliyetlerine bağlı olarak O₂ miktarının azalır, CO₂ miktarının artması temeline dayanmaktadır (Kader, 2002; Thompson, 2003). Depolama süresince MA ambalajlarında saptanan O₂ ve CO₂ oranlarının farklılıklar göstermesi, nar muhafazasında kullanılan bu MA ambalajlarının gaz geçirgenliklerinin aynı olmadığını göstermiştir. Nitekim MA ambalajlarında O₂ oranlarının % 10,1 ile % 18,8; CO₂ oranları ise % 3,1 ile % 6,1 arasında bir değişim göstermiştir. Çalışmada, istenen gaz bileşimi nar meyvesi tarafından sağlandığından “pasif modifiye atmosfer paketleme” tekniği uygulanmıştır. Nar meyvelerinin aynı bahçeden hasat edildiği ve özelliklerinin benzer olduğu düşünüldüğünde; MA ambalajlarının gaz bileşimlerindeki farklılıkların, ambalajların gaz geçirgenliklerinin farklı olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Çünkü MA ambalajlarının üzerinde gaz geçirgenliğini sağlamak için ölçüleri 40-200 µm arasında değişen mikro perforasyon açıklıklar bulunmaktadır. Bunların sayısı ve genişliği içeride muhafaza edilecek ürünün gereksinimlerine göre değişiklik göstermektedir. MA ambalaj içerisindeki O₂ ve CO₂ oranları ürünün solunum hızı, ambalaj materyalinin geçirgenliği ve mikro perforasyonlara bağlıdır (Beaudry ve ark., 1992). MA ambalajlarındaki gaz bileşimi yanında depolama süresince bu bileşimi koruması da önem taşımaktadır. Depolamanın son döneminde MA5 ambalajındaki O₂ oranı belirgin bir azalış gösterirken, MA2 ambalajında ise artış göstermiştir. Diğer MA ambalajlardaki O₂ oranlarındaki değişimler sınırlı olmuştur. Depolama süresince çürüklük gelişiminin fazla olduğu MA ambalajlarında (MA4, MA5, MA7), CO₂ oranlarında da bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu artışta, çürüklük gelişimi sonucu ambalaj içindeki biriken CO₂'in atılmaması etkili olmuştur. İdeal filmler oksijen girişine izin vermesinden çok daha

fazla karbondioksit çıkışı sağlamalıdır. (Kader ve ark., 2002; Aharoni, 2004; Yahia, 2009).

MA ambalajları depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybını önemli şekilde sınırlandırmıştır. Benzer şekilde ‘Hicaznar’ (Bayram ve ark., 2009; Bayram ve ark., 2010), ‘Ganesh’ (Nanda ve ark., 2001), ‘Wonderful’ (Porat ve ark., 2008), ‘Mollar de Elche’ (Artés ve ark., 2000) nar çeşitlerinde yapılan çalışmalarda da MA ambalajların ağırlık kaybını sınırlandırdığı rapor edilmiştir. Kiraz (Üstünel ve ark., 2008; Meheriuk ve ark., 1995; Harb ve ark., 2006), kayısı (Pala ve ark., 1994), erik (Kaynaş ve ark., 2009;), ayva (Kuzucu ve ark., 2005), üzüm (Costa ve ark., 2011; Sabır ve ark., 2010), muz (Canan, 2012) gibi birçok meyvede yapılan çalışmalar, MA ambalajlarda muhafaza edilen meyvelerin ağırlık kayıplarının daha düşük olduğunu göstermiştir. MA ambalajları, ortamda sağlanan yüksek oransal nem ile meyvenin su kaybını sınırlandırmaktadır (Zoffoli ve ark., 2009; Laribi ve ark., 2012). Üç aylık depolama sonrası MA ambalaj kullanılmayan meyvelerde ağırlık kaybından dolayı meyve yüzeylerinde belirgin şekilde buruşma-kırışma ve kabukta kurumasertleşme görülmüş; bundan dolayı da meyveler, sofralık pazarlanabilir özelliğini kaybetmiştir. Nar meyvelerinde depolama süresince saptanan ağırlık kayıplarında MA ambalajlarına göre farklılıklar görülmesinde, ambalaj filminin nem geçirgenliğinin farklı olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü depolanan nar meyvelerinin ağırlık kaybında, meyvenin özellikleri yanında depolama koşulları ve kullanılan MA ambalajının nem geçirgenliği önem arz etmektedir (Elyatem ve Kader, 1984). Meyve özellikleri ve depolama koşullarının benzer olduğu dikkate alındığında, MA ambalajlar arasındaki ağırlık kaybındaki farklılıklar, ambalajların nem geçirgenliklerinin farklı olduğunu göstermektedir. Nitekim MA ambalajlar arasında saptanan ağırlık kaybındaki önemli farklılıklar olması da bunu desteklemektedir.

MA ambalajlarının nar meyvesinde görülen çürüklük gelişimine etkisinin 4 ve 5 aylık depolama sonunda ortaya çıkmasında, meyvelerin yaşlanması

ve bulunduğu ortamın değişmesinin (gaz bileşimi ve nem oranı-yoğunlaşma) neden olduğu düşünülmektedir. İlk üç aylık depolama döneminde nar meyvelerinde çürüklük gelişimi sınırlı olmuştur. Nar meyvelerinin kabukları tanenlerce zengin olması (Pekmezci ve Erkan, 2004) depolama başlangıcında çürüklük gelişimini sınırlandırmada etkili olabilir (Karaçalı, 2012). Depolama sonunda ağırlık kaybı az olan MA ambalajlarında (MA7, MA4, MA5 ve MA6) muhafaza edilen nar meyvelerinde saptanan çürüklük gelişimi, ağırlık kaybının yüksek olduğu MA ambalajlarına göre (MA3 ve MA2) % 113 oranında daha fazla bulunmuştur. Su kaybını sınırlandıran bu MA ambalajların içindeki nem yoğunlaşması ile oluşan su damlacıkları çürüklük gelişiminin belirgin şekilde artışında etkili olduğu düşünülmektedir. Yüksek nemli koşullar, fungal etmenlerin neden olduğu çürüklük gelişimini arttırır (Şen ve ark., 2012). MA1 nolu ambalajdaki meyvelerin ağırlık kaybı az olan gruba yakın olmasına rağmen çürüklük gelişimi, ağırlık kaybı fazla olan gruba benzerlik göstermiştir. Bunda MA ambalajının gaz bileşiminin depolama süresince değişimlerinin sınırlı olması ve ambalaj içinde nem yoğunlaşması sonucu su damlacıklarının oluşmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Nar meyvelerinde ağırlık kaybı ile çürüklük gelişimi arasında lineer ters bir ilişki ($R^2=0,81$) bulunmaktadır. Ağırlık kaybının artmasıyla çürüklük gelişimi giderek azalmaktadır. MA ambalajlarında bulunan nar meyvelerinin etrafındaki nem oranı ne kadar yüksekse (ağırlık kaybı az) fungus gelişimi o kadar hızlı olmaktadır. Laribi ve ark. (2012), ambalajsız depolamanın, nar meyvelerinde ağırlık kaybını arttırdığını fakat çürüklük gelişimini azalttığını bildirmiştir. Ambalajsız muhafaza edilen nar meyvelerinin kabukları hızla su kaybettiğinden çürüklük gelişimi çok sınırlı olmaktadır. Depolanan nar meyvelerinde saptanan çürüklüklerin hemen hemen tamamı gri küf (*Botrytis cinerea*) etmeninin neden olduğu boyun çürüklüğüdür. Çalışmada saptanan çürüklük oranlarının yüksek olmasında, çiçeklenme ve sonrası dönemdeki yağışlı-nemli iklim koşulların olması ve depolamaya yönelik kimyasal mücadelenin yapılmamasının etkili olduğu

düşünülmektedir. Çünkü nar meyvelerinde çürüklük gelişiminin fazla olmasında, çiçeklenme-hasat arasındaki iklim koşulları, kimyasal mücadele, hasat sonrası işlemler ve depolama koşulları etkili olmaktadır (Şen ve ark., 2012).

Depolama süresinin ilerlemesiyle kabuk C^* ve h^o değerinde görülen değişimler nar meyvesinin yaşlanmasıyla uyumludur. Üç aylık depolama sonrası MA ambalaj kullanılmayan nar meyvelerinde tanenin C^* değerinin azalması, tanelerin canlılığının azaldığının, matlığın arttığı; h^o değerinin yüksek olması ise tanelerin koyu kırmızı renginin kısmen arttığı bir göstergesidir.

MA ambalaj kullanılmayan nar meyvelerinin 3 aylık depolama sonunda çok düşük beğeni puanı olarak pazarlanabilirliğini kaybetmesinde, meyve kabuğunun buruşması-kırışması-kurumasına bağlı olarak görünüşünün bozulması, meyvenin yuvarlak şeklini kaybederek köşelenmesi etkili olmuştur. Bu tür narlar sıkmalık olarak kullanılabilirken, sofralık olarak pazarlanamamaktadır. Depolama süresinin ilerlemesiyle ağırlık kaybı bakımından MA ambalajlarını; fazla (MA3 ve MA2), orta (MA1) ve az (MA5, MA4, MA6 ve MA7) olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür. 4 aylık depolama sonrası ağırlık kaybı fazla olan MA3 ve MA2 ambalajlarındaki nar meyvelerinin kabuklarında buruşma-kırışmaların görüldüğü, meyvelerin hafif köşeleme yaptığı gözlenmiştir. Nar meyvelerinin dış görünüşündeki bu bozukluk depolama sonunda daha belirgin hale gelmiştir. Genellikle meyvelerde

buruşma belirtileri ağırlık kaybı %5'i geçince fark edilir hale gelirken (Elyatem ve Kader, 1984; Karaçalı, 2012), nar meyvelerinde ağırlık kaybı %10'u geçince kabukta buruşmalarla birlikte meyvelerin yuvarlak görünüşü kaybolmakta, köşeli bir şekil (köşeleme) almaktadır (Şen ve Eroğul, 2012; Eroğul ve ark., 2012). Depolama sonunda MA7 ambalajında muhafaza edilen nar meyvelerinin düşük beğeni puanı almasında, nar tanesinin tadında meydana gelen değişim nedeniyle yeme kalitesini kaybetmesi etkili olmuştur. Bu metabolizmanın bozulduğunun bir göstergesidir. Çünkü her ürünün tolere edebileceği en düşük O_2 ve en yüksek CO_2 oranları bulunmaktadır. Bu oranların dışına çıkılması durumunda ürün fizyolojik olarak bozulur (Kader, 2002).

SONUÇ

Nar muhafazasında kullanılan MA ambalajların seçiminde, depolama süresinin dikkate alınması büyük önem arz etmektedir. Kısa süreli nar depolamalarında (>2-3 ay) ambalajın etkisi daha az iken, depolama süresinin uzamasıyla seçilen MA ambalajının önemi artmaktadır. Uzun süreli nar depolamalarında (4-6 ay) seçilen MA ambalajı, çürüklük gelişimi, ağırlık kaybını sınırlandıracak ve kaliteyi koruyacak özelliklere sahip olması gerekmektedir. Çürüklük gelişimi ve ağırlık kaybı birlikte dikkate alındığında MA1 ve MA3 nolu MA ambalajları, 5 aylık nar depolamasında en iyi sonucu vermişlerdir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Aharoni, N. 2004. Reduction of postharvest rind disorders in citrus fruits by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biol. Technol.* 33: 35-43
- Aharoni, N., V. Rodov, E. Fallik, R. Porat, E. Pesis, and S. Lurie. 2008. Controlling humidity improves efficacy of modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Acta Hort.* 804: 121-128.
- Artes, F., R. Villaescusa, and J.A. Tudela. 2000. Modified atmosphere packaging of pomegranates. *J. Food Sci.* 65: 1112-1116.
- Bayram, E., O. Dunder, and O. Ozkaya. 2009. Effect of different packaging types on storage of 'Hicaznar' pomegranate fruits. *Acta Hort.* 818: 319-322.
- Bayram, E., O. Dunder, and O. Ozkaya. 2010. Effect of different packaging types on the cold storage of 'Hicaznar' pomegranate fruits (Second Year). *Acta Hort.* 876: 197-200.
- Beaudry, R.M., A. C. Cameron, A. Shirazi, and D.L. Dostal-Lange. 1992. Modified-atmosphere packaging of blueberry fruit: Effect of temperature on package O_2 and CO_2 . *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 436-441.

- Caleb, O. J., U. L. Opara, and C. R. Witthuhn Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Food Bioprocess Technol.* 5 (1): 15-30.
- Canan, İ. 2012. Anamur yöresinde yetişen muzların muhafazasında değişik derim sonrası uygulamaların raf ömrü, meyve kalitesi ve fizyolojisi üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Costa, C., A. Lucera, A. Conte, M. Mastromatteo, B. Speranza, A. Antonacci, and M.A. Del Nobile, 2011. Effects of passive and active modified atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape. *Journal of Food Engineering* 102: 115–121.
- Elyatem, S. M., and A. A. Kader. 1984. Postharvest physiology and storage behavior of pomegranate fruits. *Scientia Hort.* 24: 287-298.
- Eroğul, D., F. Şen ve H. Yıldız. 2012. ‘Wonderful’ nar çeşidinin bazı kalite özellikleri ve depolama süresince değişimlerinin belirlenmesi. 5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 18-21 Eylül 2012, İzmir. s. 145-152.
- Anonymous. 2014. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of The United Nations <http://faostat.fao.org>.
- Forney, C.F. and W.J. Lipton. 1990. Influence of controlled atmospheres and packaging on chilling sensitivity. p. 257–268. *In* C.Y. Wang (Ed.). *Chilling injury of horticultural crops*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gil M. I., F. A. Toma’s-Barbera’n, B. Hess-Pierce, D. M. Holcroft, and A.A. Kader. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.* 48: 4581-4589.
- Halloran, N., R. Yanmaz ve M. U. Kasım. 1995. Farklı ambalaj materyallerinin hıyarın sogukta muhafazasına etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 13-16 Ekim 1995, Adana. Cilt II s. 168-172.
- Harb, J., A. A., Saquet, R. Bisharat, and J. Streif. 2006. Quality and biochemical changes of sweet cherries cv. Regina stored in modified atmosphere packaging. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 80: 145-149.
- Hardenburg, R.E., A.E. Watada and C.Y. Wang. 2004. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*, USDA-ARS Agric. Hndbk. No. 66, USA.
- Heshi, A. B., V. K. Garande, A. N. Wagh, and H. S. Katore. 2001. Effect of pre-harvest sprays of chemicals on the quality of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) cv G-137. *Agric. Sci. Digest.* 21 (1): 25-27.
- Holland, D., K. Hatib, and I. Bar-Ya’akov, 2009. Pomegranate: Botany, horticulture. *Breed. Hort. Rev.* 35: 127–191.
- Kader, A. A. 2002. Modified atmospheres during transport and storage. p 135-144. *In* A. Kader (Ed.). *Postharvest technology of horticultural crops*, University of California Agricultural and Natural Resources, Publication 3311, Oakland, California.
- Karaçalı, İ. 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, Bornova, İzmir.
- Kaynaş, K., M. Sakaldaş, and U. Yurt 2009. The Effects of different postharvest applications and different modified atmosphere packaging types on fruit quality of “Angeleno” plums. *Acta Hort.* 876: 209-216.
- Kuzucu, F. C., M. Sakaldaş ve K. Kaynaş 2005. Çanakkale yöresinde yetiştirilen ayva popülasyonunda farklı ambalaj tiplerinin meyve kalitesi üzerine olan etkileri. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 10: 104-107.
- Laribi, A. I., L. Palou, D. S. Intrigliolo, P. A. Nortes, C. Rojas-Argudo, V. Taberner, J. Bartual, and M. B. Perez-Gago. 2012. Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate cv. ‘Mollar de Elche’ at harvest and during cold storage. *Agricultural Water Management* 125: 61-70.
- Meheriuk, M., B. Girard, L. Moys, H. J. T. Beveridge, D. L. McKenzie, J. Harrison, S. Weintraub, and R. Hocking. 1995. Modified atmosphere packaging of ‘Lapins’ sweet cherry. *Food Res. Int.* 28: 239-244
- Nanda, S., D.V.S. Rau and S. Krishnamurthy. 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharv. Biol. Technol.* 22: 61-69.
- Nunes, M. C. N. 2008. Impact of environmental conditions on fruit and vegetable quality. *Stewart Postharvest Review* 4(2):1-14.
- Onur, C., M. Pekmezci, H. Tibet, M. Erkan, S. Kuzu, and T. Tandogan. 1992. Cilt I s. Pala, M., E. Damarlı and K. Alikasifoğlu. 1994. A study of quality parameters in green pepper packaged in polymeric films. *International Institute of Refrigeration International Symposium*, June 8-10, Istanbul Turkey. p. 305-316.
- Pekmezci, M., and M. Erkan. 2004. Pomegranate. p. 417-420. *In* K.C. Gross, C.Y. Wang and M. Salveit (Eds.). *Agriculture Handbook Number 66 - The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. USDA.
- Porat, R., B. Weiss, Y. Fuchs, A. Sandman, G. Ward, and I. Kosto. 2008. Keeping quality of pomegranate fruit during prolonged storage and transport by MAP: New developments and commercial applications. *Acta Hort.* 804: 115-120.
- Porat, R., B. Weiss, I. Kosto, A. Sandman, A. Shachnai, G. Ward, and T. Agar. 2009. Modified atmosphere / modified humidity packaging for preserving pomegranate fruit during prolonged storage and transport. *Acta Hort.* 818: 299-304.
- Rojanathammanee L., and K. L. Puig. 2013. Pomegranate polyphenols and extract inhibit nuclear factor of activated T-cell activity and microglial activation in vitro and in a transgenic mouse model of alzheimer disease. *J. Nutr.* 143 (5): 597-605.

- Sabir, F. K., and I. T. Agar. 2010. Effects of modified atmosphere packaging on postharvest quality and storage of mature green and pink tomatoes. *Acta Hort.* 876: 201-207.
- Shin, Y., R. H. Liu, J. F. Nock, D. Holliday, and C. B. Watkins. 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.
- Sivertsvik, M., J. T. Rosnes and H. Bergslien. 2002. Modified atmosphere packaging (MAP). p 61-86. P. *In* T. Ohlsson and N. Bengtsson (Eds.). *In minimal processing technologies in the food industry.* Woodhead Publishing Ltd., Cambridge.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics.* Second Ed. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Şen, F., and D. Eroğul, 2012. Adıyaman ilinde yetiştirilen 'Hicaznar' nar çeşidinin depolama sürecindeki kalite değişiminin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fak. Derg.* 7 (2): 103-111.
- Şen, F., A. Altun, and P. Kınay Teksür. 2012. Effects of Different Modified Atmosphere Packing on Storage Quality and Decay Development of 'Hicaznar' Pomegranates (*Punica granatum* L.). *Acta Hort.* 1012: 972-978.
- Tapias, V., J. R. Cannon, and J. T. Greenamyre. 2014. Pomegranate juice exacerbates oxidative stress and nigrostriatal degeneration in Parkinson's disease. *Neurobiology of Aging* 35 (5): 1162-1176.
- Thompson, A. K. 2003. *Fruit and vegetables harvesting, handling and storage.* Blackwell Publishing, Oxford.
- Anonim. 2013. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim: Aralık 2014).
- Üstünel, M. A., O. Eştürk, and Z. Ayhan. 2008. The effects of modified atmosphere packaging on the color and texture of cherries. 10th Food Conference of Turkey. 21-23 May 2008. Erzurum, Turkey.
- Viuda-Martos, M., J. Fernández-López, and J.A. Pérez-Álvarez. 2010. Pomegranate and its many functional components as related to human health: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9(6): 635-654.
- Wang, C.Y., and L. Qi. 1997. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. *Postharvest Biol. Technol.* 10: 195-200.
- Yahia, E. M. 2009. Introduction. p 1-17. *In* E.M. Yahia (Ed.). *Modified and controlled atmospheres for the storage, transportation, and packaging of horticultural commodities.* CRC Press, Francis Group, New York.
- Yurtsever, N. 1984. *Deneysel İstatistik Metotları.* Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Arş. Enst. Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No. 121 Ankara.
- Zoffoli, P. J., A. B. Latorre, J. Rodriguez, and J. M. Aguilera. 2009. Biological indicators to estimate the prevalence of gray mold and hairline cracks on table grapes cv. Thompson Seedless after cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 52 (1): 126-133.