

Farklı Modifiye Atmosfer Ambalajlarının Depolama Süresince Nar Meyvelerinin Kalitesi ve Çürüklük Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi

Fatih Şen¹, Pervin Kınay Tekşür², Rüştü Efe Okşar¹, Figen Yıldız²

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri, 35100 Bornova, İzmir

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

e-posta: fatih.sen@ege.edu.tr

Özet

Çalışma, Hicaznar nar meyvelerinin depolamasında, farklı modifiye atmosfer (MA) ambalajının etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Nar meyveleri İzmir ili Torbalı ilçesinde bir üretici bahçesinden tam olum döneminde hasat edilmiştir. Meyveler dört farklı firma tarafından üretilen modifiye atmosfer (MA) ambalajına yerleştirilip, ön soğutması yapılarak ağızları klipsle kapatılmıştır. Nar meyveleri 6±0.5°C sıcaklık ve %90 oransal nemde 5 ay süreyle muhafazaya alınmıştır. Depolama başlangıcında, 4 ve 5 aylık depolama sonrası alınan örneklerde kalite değişimleri, patolojik ve fizyolojik kayıplar incelenmiştir. Depolama süresince ambalaj içinde yapılan O₂ ve CO₂ ölçümlerinde, ambalajların gaz geçirgenliklerinde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. MA ambalajları arasında çürüklük gelişimi ve ağırlık kaybı açısından belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ağırlık kaybının fazla olduğu MA ambalajında, çürüklük gelişimi en düşük bulunmuştur. Nar meyvelerinin ağırlık kaybının artmasıyla kabuklarda buruşma ve meyvede şekil bozukluğu (köşeleme) görülmüştür. MA ambalajlarının meyve kabuk ve tane rengi, suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asit miktarı, pH değeri, toplam fenol miktarı, antioksidan aktivitesi ve solunum hızına etkileri sınırlı olmuştur. Doğru MA ambalajının kullanılması nar depolamasında fizyolojik ve patolojik kayıpların azaltılmasında etkili olacağı görülmüştür. Kısa süreli nar depolamalarında seçilen ambalajın etkisi daha az iken, depolama süresinin uzamasıyla (4-6 ay) seçilen MA ambalajının önemi artmaktadır.

Anahtar kelimeler: Nar, depolama, MA ambalajı, fungal ve fizyolojik kayıplar, kalite

The Effect of Different Modified Atmosphere Packaging on Decay Development and Quality of Pomegranate Fruit During Storage

Abstract

The study was carried out to demonstrate the impact of different modified atmosphere (MA) packaging on the storage of Hicaznar pomegranate fruit. Fruit were harvested at commercial maturity stage from a farm in Torbalı-İzmir, Turkey. Fruit were placed into four different MA packages and after pre-cooling with air, MA packages were closed off with clips and stored under cold storage conditions (6±0.5°C and 90-95% RH). Pomegranate fruit were sampled and analyzed for pathological and physiological losses before storage and after 4 and 5 months of storage. The measurements of in-pack O₂ and CO₂ during storage period, revealed differences of gas permeability of MAPs. In the MAP which the weight loss was the highest, the decay development was the lowest. It was observed that the peel of pomegranate fruit wrinkled and deformed (square shaped) with increasing fruit weight loss. The effect of MAPs were limited on peel and seed color, soluble solids, titratable acidity, pH value, total phenolic content, antioxidant activity and respiration rate of fruit. Using an appropriate MAP would be effective in reducing the physiological and pathological losses during the storage of pomegranate. While the selection of MAP type is less effective in short-term temporary storage of fruit, its effect increases significantly with the extension of storage time (4-6 months).

Keywords: Pomegranate, storage, MA packing, fungal and physiological losses, quality

Giriş

Nar; antioksidanlar, polifenolik maddeler, C vitamini, alkaloidler, reçineli maddeler ve flavonoid içerikleri bakımından oldukça zengin olup, birçok hastalığa karşı koruyucu etkisi olduğu bilimsel araştırmalarla kanıtlanmıştır (Viuda-Martos ve ark., 2010).

Türkiye’de nar dikim alanlarında görülen hızlı artışlarla birlikte, üretilen ve depolanan ürün miktarında da önemli yükselişler olmuştur. Nar üretim miktarında görülen bu artışa paralel

olarak, ihracat miktarında da önemli artışlar olmuştur. Nar, üretilen miktarının %30-35 ihraç edilmesiyle ihracatta önemli bir yere sahip olup bu ihracatta Rusya Federasyonu ve Almanya önemli yer tutmaktadır. Nar üretimindeki bu hızlı artış, ürünün pazarlanmasındaki sorunları da beraberinde getirmesinden dolayı nar meyvesinin kaliteli bir şekilde depolanması zorunluluğu ortaya çıkarmıştır.

Nar meyvelerinin depolama sürecinde fizyolojik ve patolojik bozulmalar önemli

kayıplara neden olabilmektedir. Nar meyvesinin depo ömrünü etkileyen faktörlerden bir tanesinde depolama sürecinde kullanılan modifiye atmosfer (MA) ambalajlarıdır (Karaca ve Şen, 2014). Nar meyvelerinin muhafazasında kullanılan MA ambalajlarının, nar meyvesinin kalitesi ile patolojik ve fizyolojik kayıpları üzerinde doğrudan etkili olduğu bilinmektedir (Porat ve ark., 2008; Karaca ve Şen 2014). Modifiye atmosfer ambalajları, ürünün nem kaybını azaltmakta ve ambalaj içi atmosfer bileşimini değiştirerek yaşlanmayı yavaşlatmaktadır (Kader, 2002; Thompson, 2003; Karaçalı, 2012). Ancak MA ambalajlar nem ve gaz geçirgenliklerinin ürün için uygun olmaması durumunda ambalaj içinde doygun bir ortam yaratabilmekte ve/veya ürün için uygun olmayan O₂ ve CO₂ konsantrasyonları oluşabilmekte, bu da fizyolojik ve fungal bozuklukların oluşumunu teşvik edebilmektedir (Nunes, 2008). Nar meyvelerinin depolanmasında özellikle de depolama süresinin uzamasına bağlı olarak MA ambalajlarının doğru seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Aksi halde depolama süresinde kayıplar önemli boyutlara ulaşabilmektedir.

Bu çalışmada farklı MA ambalajlarının, depolama süresince ‘Hicaznar’ nar çeşidinin patolojik ve fizyolojik bozulmalar ile kaliteye olan etkisinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Nar meyveleri, İzmir ili, Torbalı ilçesinde ‘Hicaznar’ nar (*Punicagranatum* L.) çeşidi ile 3 m x 2 m dikim mesafesinde kurulmuş, 7 yaşındaki bahçesinden tam olgun dönemde hasat edilerek aynı gün içinde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne getirilmiş, orta boy (350-400 g), sağlam ve homojen olanlar seçilmiştir.

Nar meyveleri 2’si yerli (MA1, MA2) ve 2’si ithal (MA3, MA4) üretim olmak üzere 4 farklı MA ambalajına yerleştirilerek 24 saat süreyle önsoğutmaya alınmıştır. Önsoğutma sonrası MA ambalajların ağzı klipsle kapatılarak 6±0.5°C sıcaklık ve %90 oransal nemde 5 ay süreyle muhafazaya edilmiştir. Depolama öncesi ve 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası soğuk odadan çıkarılan nar meyvelerinde kalite değişimleri, patolojik ve fizyolojik kayıplar incelenmiştir. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü planlanmış olup,

içerisinde 10 adet nar meyvesi bulunan her MA ambalajı bir tekerrür olarak kabul edilmiştir.

Depolama süresince bir ay aralıklarla her MA ambalajın içindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları, taşınabilir PBI Dansensor Check Point O₂/CO₂ gaz ölçer ile ölçülmüştür. Ağırlık kaybı, depolama öncesi ağırlıkları belirlenen örneklerin, depodan çıkarıldıktan sonra ağırlıkları, hassas terazi ile tartılarak yüzde (%) olarak saptanmıştır. Çürüklük gelişimi, sağlam ve çürük meyveler ayrılıp sayılarak belirlenmiş ve yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Nar meyvesinin kabuk ve tane rengi Minolta kolorimetresi (CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japonya) ile CIE L*, a*, b* cinsinden ölçülmüştür. Elde edilen a* ve b* değerlerinden kroma (C*) ve hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır.

SÇKM miktarı, nar tanelerinin sıkılmasıyla elde edilen nar suyundan alınan birkaç damladan dijital refraktometre (PR-1, Atago, Japonya) ile saptanmış, % olarak verilmiştir. TA miktarı, 3 ml nar suyunun 0.1 N NaOH ile pH 8.1’e kadar titre edilerek harcanan NaOH miktarından hesaplanmış ve g sitrik asit/100 ml olarak ifade edilmiştir.

Toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi nar suyundan alınan 3 ml örneğe 25 ml metanol eklenerek ekstraksiyonu yapılarak analize kadar -20°C’de muhafaza edilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu kalorimetrik yöntemi modifiye edilerek spektrofotometre (VarianBio 100, Avustralya) ile saptanmıştır (Swain ve Hillis, 1959), gallik asit eşdeğeri (GAE) mg/100 ml olarak ifade edilmiştir. Antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde, Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) yöntemi kullanılmıştır (Benzie ve Strain, 1996), µmol trolox eşdeğeri (TE)/ml olarak verilmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, USA) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Her depolama dönemindeki ortalamalar arasındaki farklılıklar kendi içinde Duncan testi (P≤0.05) ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

MA2 ambalajında 4 aylık depolama sonunda O₂ oranındaki saptanan azalışlar önemli olmuş, depolama sonunda %14’ün altına düşmüştür. Bunda MA2 ambalajının gaz geçirgenliklerinin diğer MA ambalajlardan farklı

olması ve çürüklük gelişiminin yüksek olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim, MA ambalaj içerisindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları ürünün solunum hızı, ambalaj materyalinin geçirgenliği ve mikro perforasyonlara bağlıdır (Beaudry ve ark., 1992). Depolama süresince MA ambalajlardaki CO₂ oranı %3-5 arasında bir değişim göstermiştir.

Nar meyvelerinin ağırlık kaybına depolama süresince MA ambalajlarının etkisi istatistiksel anlamda önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. MA2 ve MA4 ambalajları, diğer MA ambalajlarına göre nar meyvelerinin ağırlık kaybını belirgin şekilde sınırlandırmıştır. Depolama sonrasında MA1 ve MA3 ambalajlarının ağırlık kaybı sırasıyla %15.6 ve %12.8 olarak saptanmıştır (Şekil 1). MA ambalajlarına göre ağırlık kaybında saptanan farklılıklarda, ambalajın nem geçirgenliğinin farklı olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü nar meyvelerinin ağırlık kaybında, meyvenin özellikleri yanında depolama koşulları ve kullanılan MA ambalajının nem geçirgenliği önem arz ettiği bildirilmektedir (Kader ve ark., 1984). Nitekim MA ambalajlar arasında saptanan ağırlık kaybındaki farklılıkların belirgin olması da bunu desteklemektedir. Ağırlık kaybının fazla olduğu MA1 ve MA3 ambalajlarında 5 aylık depolama sonrası nar meyvelerinin kabuklarında buruşma-kırışmaların görüldüğü, meyvelerin köşeleme yaptığı gözlenmiştir.

Depolama süresince nar meyvelerinde çürüklük gelişimi MA2 ambalajında en yüksek, MA1 ve MA3 ambalajlarında ise en düşük bulunmuştur. MA4 ambalajındaki çürüklük oranı bu iki grup arasında yer almıştır. Depolama süresince MA1 ve MA3 ambalajlarındaki çürüklük gelişimi %10'un altında olmuştur. Depolama sonunda MA2 ve MA4 ambalajlarında çürüklük gelişimi %73 ve %29 olarak saptanmıştır. Su kaybını sınırlandıran MA ambalajlarında çürüklük gelişiminin fazla olmasında, ambalaj içinde yüksek nemli koşulların etkili olduğu düşünülmektedir (Şen ve ark., 2013). Nitekim, Karaca ve Şen (2014) nar meyvelerinde ağırlık kaybı ile çürüklük gelişimi arasında lineer ters bir ilişki ($R^2=0.81$) bulunduğunu bildirmişlerdir.

Nar meyvelerinin kabuk ve tane renk değerlerinde (C* ve h°) depolama süresince görülen değişimler Şekil 2'de verilmiştir. Nar

kabuğu ve tane rengine MA ambalajlarının etkileri depolama süresince birbirine benzerlik göstermiştir. Nar kabuklarının C* ve h° değeri 5 aylık depolama sonunda sırasıyla 42.8-45.9 ve 43.2-53.4 arasında değişmiştir. Depolama süresince nar meyvelerinin tane C* değerindeki değişimler çok sınırlı iken, depolamanın son döneminde h° değerinde hafif bir artış gözlenmiştir. Depolama sonunda tanenin C* değeri 18.8-22.2 arasında değişirken, h° değeri ise 20.8-24.8 arasında bir değişim göstermemiştir. Depolama süresince nar tanesinin C* ve h° değeri kararlı bir değişim göstermemiştir. Meyve kabuk ve tane rengi, yetiştiricilik aşamasındaki iklim koşulları, bakım işlemleri ve hasat olgunluğu ile yakından ilişkilidir (Karaçalı, 2012).

Nar meyvelerinin SÇKM miktarına, MA ambalajların etkisi önemli farklılıklar yaratmamış, depolama süresince değişimler sınırlı kalmıştır. Depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarı %14.3 ile %17.0 arasında bir değişim göstermiştir (Şekil 3). 5 aylık depolama sonunda genel olarak 3 aylık depolama sonrası SÇKM miktarında bir azalış eğilimi gözlenmiştir. Benzer sonuçlar Ganesh nar çeşidi meyvelerinde de saptanmıştır (Nanda ve ark., 2001). Depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarı %14.3 ile %17.0 arasında bir değişim göstermiştir. 5 aylık depolama sonunda genel olarak 3 aylık depolama sonrası SÇKM miktarında bir azalış eğilimi gözlenmiştir. Bunda şekerlerin solunumda kullanılması etkili olmuştur (Karaçalı, 2012). Hicaznar nar çeşidinde yapılan benzer çalışmalarda da depolama süresince SÇKM miktarında hafif düşüşler görülmüştür (Bayram ve ark., 2010; Şen ve Eroğul, 2012).

MA ambalajlarının nar meyvelerinin TA miktarına etkisi tüm depolama dönemlerinde birbirine benzerlik göstermiştir. 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası 1.55, 1.45 ve 1.38 g sitrik asit/100 ml olarak saptanmıştır (Şekil 3). Depolama sonunda, nar meyvelerinin TA miktarında depolama öncesine göre bir azalış görülmüştür. TA miktarında görülen bu azalışlar, nar meyvesinin yaşlanmasıyla uyumlu olup, organik asitler, solunumda ve pektin parçalanmasıyla ortaya çıkan katyonlarla nötrleşmesinde kullanılmaktadır (Karaçalı, 2012). Bu nar çeşidinde yapılan çalışmalarda da

benzer sonuçlar gözlenmiştir (Bayram ve ark., 2010; Şen ve Eroğul, 2012; Şen ve ark., 2013).

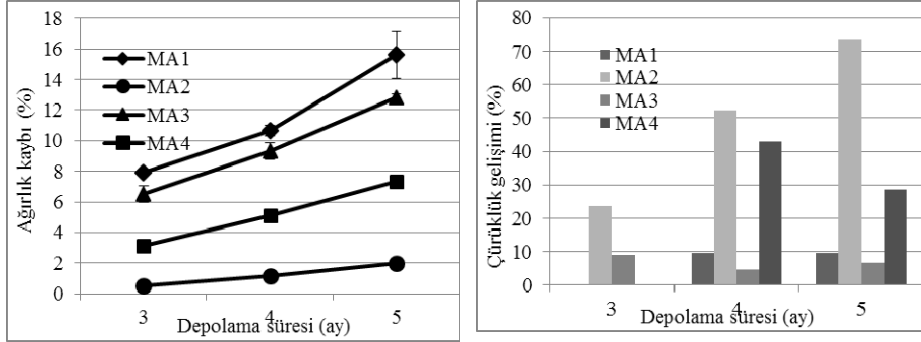
Depolama süresince MA ambalajlarının nar meyvelerinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesine etkisi kararlı bir değişim göstermemiş, birbirine yakın değerler vermiştir. Depolama sonunda nar meyvelerinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi sırasıyla 181-188 mg GAE/100 ml ve 21-30 µmol TE/ml olarak saptanmıştır. Genel olarak depolama süresince bu parametrelerdeki değişimler çok sınırlı olmuştur.

Sonuç

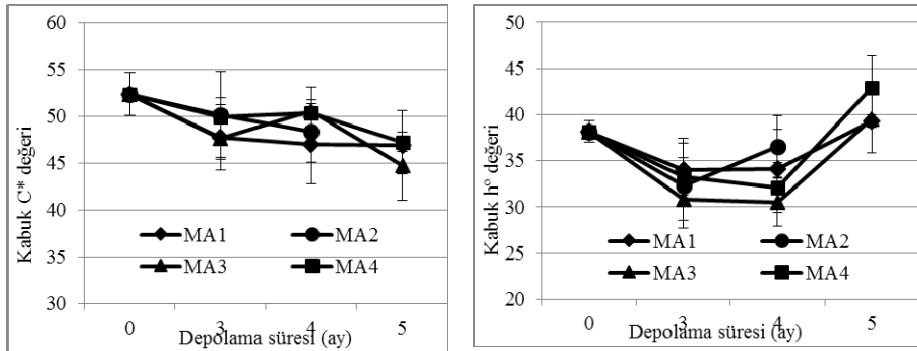
Nar muhafazasında kullanılan MA ambalajların seçimi, depolama süresini doğrudan etkilemektedir. Uzun süreli nar depolamalarında (4-6 ay) seçilen MA ambalajı, çürüklük gelişimi, ağırlık kaybını sınırlandırarak ve kaliteyi koruyacak özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu özellikle dikkate alındığında MA1 ve MA4 nolu MA ambalajlarının 5 aylık nar depolamasında daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır.

Kaynaklar

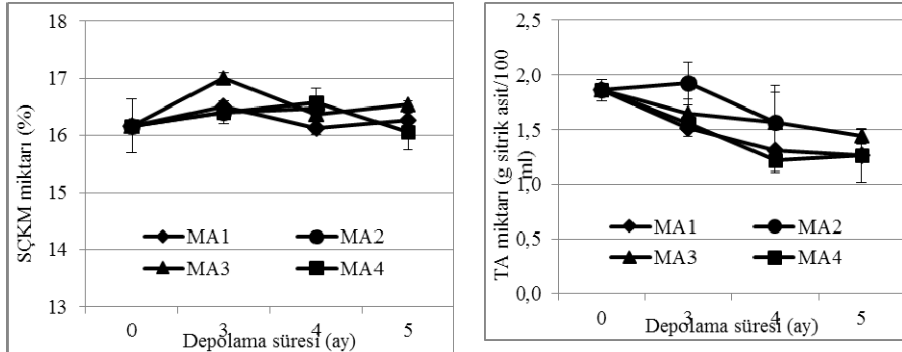
- Bayram, E., Dundar, O., Ozkaya, O., 2010. Effect of different packaging types on the cold storage of 'Hicaznar' pomegranate fruits. *Acta Hort*, 197-200.
- Beaudry, R.M., Cameron, A.C., Shirazi, A., Dostal-Lange, D.L., 1992. Modified-atmosphere packaging of blueberry fruit: Effect of temperature on package O₂ and CO₂. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117:436-441.
- Benzie, I.E.F., Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power. The FRAP assay. *Anal. Biochem*, 239:70-76.
- Karaca, S., Şen, F., 2014, Farklı modifiye atmosfer ambalajlarının depolama süresince nar meyvesinin bazı kimyasal ve biyokimyasal özelliklerine etkileri. VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Bahçe Bilimi No:5, 22-25 Eylül 2014, Bursa, 241-248.
- Karaçalı, İ., 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494 Bornova, İzmir:
- Kader, A.A., Sommer, N.F., Arpaia, M.L., 2002. Modified atmospheres during transport and storage. In: Kader, A. (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, University of California Agricultural and Natural Resources, Publication 3311, Oakland, California, 135-144.
- Nanda, S., Rao, D.V.S., Krishnamurthy, S., 2001. Effect of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest 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.
- Porat, R., Weiss, B., Kosto, I., Sandman, A., Shachnai, A., Ward, G., Agar, T., 2009. Modified atmosphere / modified humidity packaging for preserving pomegranate fruit during prolong storage and transport. *Acta Hort.* 818: 299-304.
- Padule, D.N., Keskar, B.G., 1988. Studies on post harvest treatments for increasing the shelf life of pomegranate fruits. *Maharashtra Journal of Agriculture Horticulture*, 4(2): 73-76.
- Swain, T., Hillis, W.E., 1959, the phenolic constituents of *prunus domestica* L.-The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 10, 63-68.
- Şen, F., Altun, A., Kınay Teksür, P., 2013. Effects of different modified atmosphere packing on storage quality and decay development of 'hicaznar' pomegranates (*Punica granatum* L.). *Acta Hort.* 1012: 972-978.
- Şen, F., Eroğul, D., 2012. Adıyaman ilinde yetiştirilen 'Hicaznar' nar çeşidinin depolama sürecindeki kalite değişiminin belirlenmesi. *SDÜ Zir. Fak. Dergisi*, 7(2):103-111.
- Thompson, A.K., 2003. *Fruit and vegetables harvesting, handling and storage*. Oxford, UK: Blackwell Publishing. 278s.



Şekil 1. Farklı MA ambalajlarının nar meyvesinin ağırlık kaybı ve çürüklük gelişimine etkileri



Şekil 2. Farklı MA ambalajlarının nar meyvesinin kabuk C* ve h° değerine etkileri



Şekil 3. Farklı MA ambalajlarının nar meyvesinin SÇKM ve TA miktarına etkileri