

## Ozon Uygulanmış Nar Tanelerinin Soğukta Depolanması

Damla BAYAR AYDINOĞLU<sup>1</sup>, Mehmet Ali KOYUNCU<sup>1,\*</sup>, Derya ERBAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta  
\*koyuncu.ma@gmail.com (Sorumlu Yazar)

### Özet

Çalışmada ozon gazı ve farklı ambalaj uygulamalarının Hicaznar nar tanelerinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Optimum derim zamanında toplanan meyveler vakit kaybetmeden laboratuvara taşınarak 1 °C'de (6 saat) ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Ön soğutma işleminden sonra meyveler sodyum hipoklorit (200 ppm) çözeltisine 10 saniye boyunca daldırılmış ve el ile tanelenmiştir. Tanelenen narlar uygulamalar için dört gruba ayrılmıştır. 1-Plastik kap (K): Taneler kontrol olarak plastik kaplara yerleştirilmiştir. 2- Plastik kap+Ozon (K+O<sub>3</sub>): Tanelere steril kabin içerisinde, ozon uygulanmış ve plastik kaselere yerleştirilmiştir. 3- Vakumlu poşet (V): Taneler vakum poşetlerine yerleştirilerek hemen vakumlama işlemi yapılmıştır. 4- Vakum + Ozon (V+O<sub>3</sub>): Taneler vakum poşetlerinde ağzı açık şekilde ozon uygulanmış ve hemen vakumlama işlemi yapılmıştır. Uygulamalardan sonra bütün taneler 2 °C'de %90± 5 nem koşullarında 20 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Ozon uygulanarak depolanan nar tanelerinin ağırlık kaybı kontrol grubuna kıyasla daha düşük olmuş ancak ozon uygulaması nar tanelerinin tatlarına ve nispeten renklerine olumsuz etki etmiştir. Vakumlanmış nar taneleri dış görünüş puanları bakımından yüksek puanlar almışlardır. Hicaznar çeşidi tanelerinin vakum ve plastik kap (kontrol) uygulamasıyla belirtilen depo koşullarda 10-12 gün, vakum+ozon ve plastik kap+ozon uygulamasıyla ise 8 gün depolanabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ozon, vakum, nar, kalite, depolama

## Cold Storage of Pomegranate Arils Treated with Ozone Gas

### Abstract

This study was performed to determine the effects of ozone treatment and different packaging materials on the storage life and quality of Hicaznar pomegranate. After optimum harvest, pomegranates were transferred to laboratory immediately and were pre-cooled by using forced air at 1 °C temperature (within 6 hours). After pre-cooling, fruit were dipped into sodium hypochlorite solution (200 ppm) during 10 s. Arils of fruit were hand-separated and divided into four groups. 1-Plastic boxes: Arils were packaged into plastic boxes as control group. 2- Plastic boxes+Ozone: Arils exposed to ozone in sterile and gas tight cabinet were placed into plastic boxes. 3- Vacuum bags: Arils were vacuumed in bags without ozone treatment. 4- Vacuum bag+ Ozone: Arils exposed to ozone in sterile and gas tight cabinet were vacuumed in bags. After treatments all samples were stored at 2 °C and 90± 5 % relative humidity during 20 days. Weight losses of arils treated with ozone were lower than control group but their sensory quality losses (taste and color) were higher than those of non-ozonated arils. Vacuumed arils had higher external appearance scores compared to other samples. Non-ozonated arils of Hicaznar pomegranate could be stored up to 10-12 days but ozone treated ones only 8 days at 2 °C and 90± 5 % relative humidity.

**Keywords:** Ozone, vacuum, pomegranate, quality, storage

### 1. Giriş

Myrtiflorae (Myrtales) takımının Punicaceae alt familyasına ait olan nar (*Punica granatum* L.) bilinen en eski meyve türlerinden birisidir. Nar çok yıllık, çalı formunda bir bitki olup çok kuvvetli bir kök sistemine sahiptir. Bitki çok gövdeli ve sık dallıdır (Artes vd., 2000). Narın anavatanı olarak çeşitli kaynaklarda Güney Batı Asya ya da Güney Kafkasya tanımlarıyla Anadolu kastedilmekte, daha geniş anlamda ise İran, Irak, Suriye, İsrail gibi Orta Doğu ülkeleri de belirtilmektedir (Bayram, 2007). Türkiye'de toplam nar

üretim alanı ve miktarı yıllara göre sürekli artış göstermektedir. Son yıllarda narın insan sağlığına olan faydası konusunda yapılan çalışmalarla tüketicilerin bilinçlenmeleri, dünyada ve ülkemizde nara olan ilginin artmasına ve alternatif ürünler içerisinde tüketiminin hızla yükselmesine neden olmuştur (Bolel, 2017). Nar, çiçeğinden meyve kabuğuna, meyve suyundan posasına kadar her türlü ürünün değerlendirilmesinde kullanılan bir meyve türüdür (Abbasi vd., 2008). Özellikle antioksidant içeriği yüksek meyveler içerisinde değerlendirilmesi, C vitamini, alkaloidler ve flavonoid içerikleri bakımından oldukça

zengin olması son yıllarda nar tüketimine olan talebi arttırmaktadır (Seeram vd. 2008). Üretimi ve tüketimine paralel olarak narların bütün ya da minimal işlenmiş olarak ambalajlanması ve soğukta depolanmasıyla ilgili çalışma sayısının istenen ölçüde arttığını söylemek oldukça zordur.

Gelişen dünya ve buna paralel olarak insanların iş yoğunluğunun artışı, zamanlarının sınırlılığı ve ekonomik seviyelerindeki yükselme nedeni ile hazır ürünlere talep giderek artmıştır (Kaur vd., 2011; Kasım ve Kasım, 2016). Ayrıca bu ürünlerin sağlıklı, pratik ve tüketiminin çok kolay olması gibi diğer faktörler de onların cazibesini artıran faktörlerdendir (Ergun vd., 2008). Ancak minimal işlenmiş ürünler en büyük problem kesim, doğrama, taneleme gibi işlemler sırasında meydana gelen doku hasarları mikrobiyal gelişme için ideal bir ortam sağlamakta, dolayısıyla derim sonrası ömürleri kısa olmaktadır. Mikrobiyal kontaminasyonu azaltmak amacıyla, minimal işlenmiş ürünlerde dezenfeksiyon ajanlarının kullanılması kaçınılmaz olmaktadır (Kasım ve Kasım, 2016).

Ozon, pek çok uygulama alanı olan güçlü bir dezenfektan olarak bilinmektedir. Kendiliğinden parçalanması, ürünlerde zararlı bileşik bırakmaması tüketime hazır ürünlerde kullanımını güvenli hale getirmektedir (Kuşcu ve Pazır, 2004). Bu bilgiler ışığında çalışmada, ozon gazı ve farklı ambalaj uygulamalarının Hicaznar nar tanelerinin muhafaza süresine ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1. Meyve Materyali, Derim ve Uygulamalar

Denemede meyve materyali olarak Hicaznar nar çeşidi kullanılmıştır. Hicaznar çeşidi Antalya yöresinde yaygın olarak yetiştirilen ve ihracatı her geçen yıl artmakta olan bir çeşittir (Bolel, 2017). Meyve iriliği ortalama 400-500 gram arasındadır. Kabuk rengi sarı zemin üzerine %95 koyu parlak kırmızıdır. Tane rengi koyu kırmızı olup, çekirdekleri orta derecede serttir.

Optimum derim zamanında (irilik, renk ve asitlik durumları dikkate alınarak) usulüne uygun olarak derim meyveler vakit kaybetmeden Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına taşınarak 1 °C'de (6 saat) hava ile ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Ön soğutma işleminden sonra meyvelerin tamamı sodyum hipoklorit (200 ppm) çözeltisine 10 saniye daldırılmış ve steril koşullarda tanelenmiştir. Tanelenen narlar uygulamalar için dört gruba ayrılmıştır. 1-Plastik kap (K): Tanelenmiş narlar plastik kaplara yerleştirilerek kapakları hemen kapatılmıştır. 2- Plastik kap+ Ozon (K+O<sub>3</sub>): Tanelenmiş narlar steril gaz sızdırmaz

kabin içerisinde, plastik kaplarda ağzı açık şekilde, ozon jeneratörü (Opal, OGH-03, Türkiye) (3 ppm dozunda 3 saat) ile uygulanmış ve uygulama sonunda kapakları hemen kapatılmıştır. 3-Vakum (V): Tanelenmiş narlar vakum poşetlerine yerleştirilerek hemen vakumlama (Orwed, WM-18) işlemi yapılmıştır. 4- Vakum + Ozon (V+O<sub>3</sub>): Tanelenmiş narlar steril gaz sızdırmaz kabin içerisinde, vakum poşetlerinde ağzı açık şekilde ozon jeneratörü (Opal, OGH-03, Türkiye) (3 ppm dozunda 3 saat) ile uygulanmış ve uygulama sonunda hemen vakumlama (Orwed, WM-18) işlemi yapılmıştır. Uygulamalardan sonra bütün taneler 2 °C'de %90± 5 nem koşullarında 20 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerürde yaklaşık 300 gram nar tanesi kullanılmıştır. Depodan 4'er gün aralıklarla çıkarılan örneklerde aşağıda belirtilen fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

### 2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Ağırlık kaybı, her analiz döneminde depodan alınarak 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi (Scaltec SBA51) ile tartılarak ağırlıkları alınmış ve aşağıdaki formüle göre ağırlık kayıpları (%) belirlenmiştir.

$$\text{Ağırlık Kaybı (\%)} = \frac{[(\text{İlk ağırlık} - \text{Son Ağırlık}) / \text{İlk ağırlık}] \times 100}{1}$$

Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM): Meyvelerin suyu sıkıldıktan sonra SÇKM, dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) ile ölçülmüş ve sonuçlar % olarak verilmiştir.

Titre edilebilir asitlik miktarı (TEA) ise 10 mL meyve suyunun 0.1 N'lik sodyum hidroksit (NaOH) ile pH değeri 8.1 oluncaya kadar (WTW Inolab Marka dijital pH metre) titre edilmesi ile belirlenmiştir. Sonuçlar harcanan baz (NaOH) üzerinden sitrik asit cinsinden hesaplanarak g 100 mL<sup>-1</sup> olarak verilmiştir.

Depolama boyunca tane renginde meydana gelen değişimler renk ölçüm cihazı (Minolta CR-300) ile belirlenmiştir. Renk cihazının bu gibi ürünler için geliştirdiği kaplara, taneler sıkıca yerleştirilerek iki noktadan ölçümler yapılmıştır. Renk değerleri L\*, a\*, b\* cinsinden ölçülmüş ve kroma (C\*) ile hue (h°) buna göre hesaplanmıştır. L\* değeri parlaklığı, a\* değeri kırmızıdan yeşile, b\* değeri ise sarıdan maviye renk değişimlerini göstermektedir. C\* ve h° değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

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

Depolama başlangıcında ve her analiz döneminde depolardan çıkartılan meyvelerde, 7 panelist tarafından dış görünüş ve tat bakımından duyu-sal değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendir-

mede her bir panelist uygulamalardaki meyveleri 3 tekerrürlü olmak üzere dış görünüş ve tat bakımından değerlendirmiştir. Narların, dış görünüşü 1-9 skalasına (1-3:pazarlanamaz, 5: pazarlanabilir, 7: iyi, 9: çok iyi) göre tat değerleri ise 1 - 5 skalasına (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) göre değerlendirilmiştir.

### 2.3. İstatistik Analiz

Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve elde edilen sonuçlar JMP istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalara ilişkin farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır ( $p < 0.05$ ).

## 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

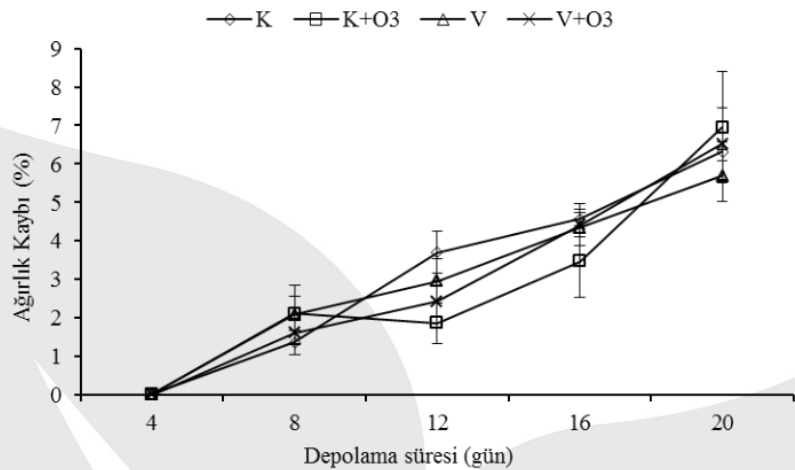
### 3.1. Ağırlık Kaybı

Ağırlık kaybı direk ürünlerden su kaybı ile ilişkili olup muhafaza süresini kısıtlayan en önemli faktörlerdendir. Minimal işlenmiş ürünlerde, kabuğun uzaklaştırılması, bütünlüğün bozulması, hücre ve dokularda yaralanmadan kaynaklanan hasarların olması nedeni ile su ve ağırlık kaybı fazla almaktadır (Piagentini ve Guemes, 2002). Tüm uygulamalarda muhafaza süresince ağırlık kayıplarında artış olmuştur. Muhafaza sonunda genel ortalamalar dikkate alındığında, en düşük ağırlık kaybı K-O<sub>3</sub> (% 2.88) uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla V-O<sub>3</sub> (% 2.99), V (% 3.02) ve K (% 3.19) uygulamaları takip etmiştir (Şekil 1). Ozon uygulanan gruplarda ağırlık kaybı diğer iki uygulamaya göre nispeten daha az olmuştur. Bunu ozon gazının antimikrobiyal etkisi sayesinde bozulmaları azaltmış ve dolaylı olarak üründen meydana gelen su kayıplarını da azaltmış olması şeklinde yorumlayabiliriz. Yi-ne mikrobiyal yükü düşürmesine bağlı olarak hücresel bütünlüğün daha iyi muhafaza edilebileceği aklı gelmektedir. Benzer şekilde Nadas vd. (2003), ozon uygulamasının çileklerde depolama boyunca ağırlık kaybını ve hastalık gelişimini engellediğini belirtmişlerdir. Öte yandan vakumlu örneklerin kontrole göre ağırlık kayıplarını az da olsa sınırlandırdığı görülmektedir (Şekil 1). Bunun daha çok ambalaj malzemelerinin su buharı geçirgenliğinden kaynaklandığı

düşünülmektedir. Nitekim Ergun vd. (2008) minimal işlenmiş ürünlerin muhafazasında, su kaybını sınırlandırdığı için, plastik kapların kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir.

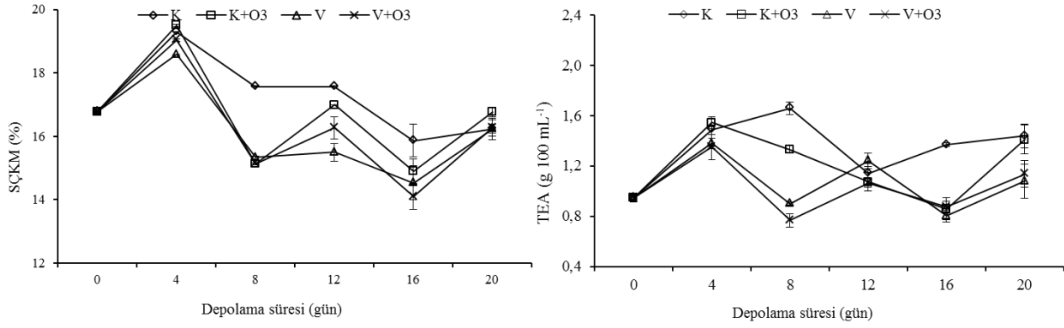
### 3.2. Suda Çözünür Kuru Madde ve Titre Edilebilir Asitlik Miktarı

Depolama boyunca SÇKM ve TEA miktarlarında meydana gelen değişimler Şekil 2.'de sunulmuştur. Depolama süresi, uygulamalar ve bunların interaksyonları hem SÇKM üzerine hem de TEA miktarındaki değişim üzerine etkili olmuştur ( $p < 0.05$ ). Muhafaza süresince narların SÇKM miktarlarında dalgalanmalar olmasına rağmen depolama sonunda bütün uygulamalarda başlangıç değerlerine göre kısmen azalmalar saptanmıştır. Bu azalışları şekerlerin solunumda kullanılması ile açıklayabiliriz. Genel ortalamalar dikkate alındığında en düşük (%16.16) SÇKM değeri V uygulamasından elde edilirken en yüksek (%17.22) SÇKM değeri de K uygulamasında elde edilmiştir. Vakumlanarak depolanan narlardaki SÇKM miktarı, plastik kaplardaki uygulamalara oranla genel olarak daha düşük çıkmıştır. Bu durum vakumlu nar tanelerinde depolama sonlarına doğru oksijensiz solunumun da devreye girmiş olabileceğini aklı getirmektedir. Nitekim vakumlu örneklerde depolamanın ikinci yarısından itibaren istenmeyen tat gelişiminin olması bu görüşü desteklemektedir. Depolama boyunca TEA değerleri de SÇKM miktarına benzer şekilde dalgalanmış fakat depolama periyodu sonunda başlangıç değerlerine oranla bir miktar artmıştır. En düşük asitlik değeri (1.02 g 100 mL<sup>-1</sup>) V+O<sub>3</sub> uygulamasından elde edilirken en yüksek asitlik değeri (1.34 g 100 mL<sup>-1</sup>) K uygulamasından elde edilmiştir. Organik asitlerin solunumda kullanılmasından dolayı TEA



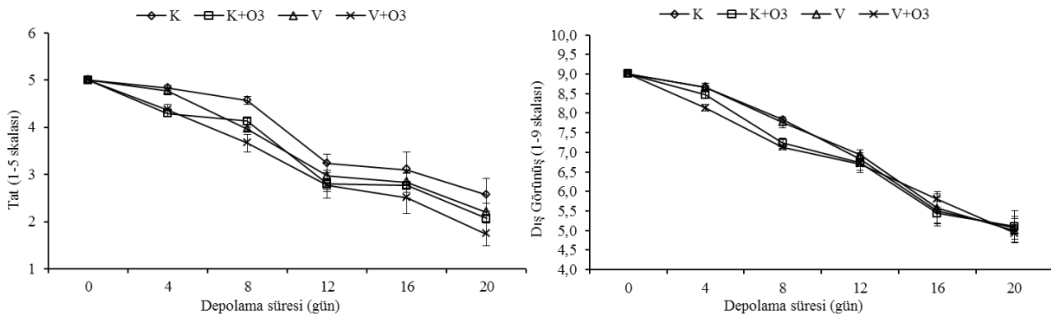
Hata barları: Ortalama  $\pm$  standart hata ( $n=3$ ), K: Plastik kap; K+O<sub>3</sub>: Plastik Kap + Ozon; V: Vakum; V+O<sub>3</sub>: Vakum + Ozon.

Şekil 1. Tanelenmiş narlarda depolama boyunca meydana gelen ağırlık kayıpları  
Figure 1. Weight loss of pomegranate arils during cold storage



Hata barları: Ortalama  $\pm$  standart hata (n=3), K: Plastik kap; K+O<sub>3</sub>: Plastik kap + Ozon; V: Vakum; V+O<sub>3</sub>: Vakum + Ozon

**Şekil 2.** Tanelenmiş narlarda depolama boyunca meydana SÇKM ve TEA değerlerindeki değişimler  
**Figure 2.** The change of SSC and TA values of pomegranate arils during cold storage



Hata barları: Ortalama  $\pm$  standart hata (n=3), K: Plastik kap; K+O<sub>3</sub>: Plastik kap + Ozon; V: Vakum; V+O<sub>3</sub>: Vakum + Ozon. Dış görünüş 1 - 9 skalesi; 1- 3: pazarlanamaz, 5: pazarlanabilir, 7: iyi, 9: çok iyi. Tat değerleri 1 - 5 skalesi; 1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi

**Şekil 3.** Tanelenmiş narlarda depolama boyunca meydana dış görünüş ve tat değerlerindeki değişimler  
**Figure 3.** The change of external appearance and taste scores of pomegranate arils during cold storage

miktarının depolama süresince azalması beklenmektedir (Karaçalı, 2009). K uygulamasında asitliğin daha az değişmesi bu gruptaki ürünlerin duyuşsal puanlarıyla da uyum içerisindeydi.

### 3.3. Tane rengi

Rengin, meyve ve sebzelerin pazarlanması sırasında en dikkat çeken kalite parametrelerinden biri olduğu bilinmektedir. Parlaklığı ifade eden L\* değeri depolama boyunca genellikle azalmıştır (Çizelge 1). Kap uygulamasında bu azalış diğer uygulamalara göre daha fazla olmuş olsa da, uygulamalar arasında L\* değeri bakımından istatistik olarak bir farklılık bulunamamıştır (Çizelge 2). Şen ve Eroğul (2012) Hicaznar nar çeşidinde muhafaza süresince renk değişiminin sınırlı olduğunu bildirmişlerdir. Pozitif değer aldığımda kırmızılığı ifade eden a\* (+ kırmızı, - yeşil) değeri ise depolama periyodu boyunca genellikle azalmıştır. Genel ortalamalara bakıldığında başlangıç değerine (18.52) göre en düşük pozitif a\* değerleri ozon uygulanmış gruplardan (V+O<sub>3</sub>- 16.93 ve K+O<sub>3</sub>- 17.96) elde edilmiştir. Bu durum ozon uygulamasının nar tanelerinde kırmızı rengin kaybında etken olduğunu göstermektedir. Ozonun oksitleme özelliğinin bu sonucu doğruladığı düşünülmektedir. Pozitif de-

ğerlerinin sarılığı ifade ettiği b\* değeri ise muhafaza periyodu boyunca dalgalanmalar göstermiştir. Bu dalgalanmaları uygulamalara değil nar tanelerinin hakim renginin kırmızı olmasına dayandırabiliriz.

Renkteki donukluğu veya canlılığı ifade eden C\* değeri depolama boyunca bütün uygulamalarda başlangıç değerine (22.97) göre genellikle azalmıştır. C\* değerindeki bu azalış muhafaza süresinin ilerlemesiyle ve ürünün yaşlanmasıyla uyumlu görünmektedir.

Hue açısı 0° - 360° arasında aldığı açı değeri ile renk dairesi (tekeri) üzerinde gözle algılayabildiğimiz renklerin yerini ifade etmektedir. Kırmızı-mor renge sahip ürünlerde h° değerinin 0'a yaklaşması, rengin yoğunlaştığını (koyulaştığını) ifade etmektedir. Depolama başlangıcında 36.33 olan h° değeri 20 günlük muhafaza periyodu sonunda K uygulamasında 35.94, K+O<sub>3</sub> 'de 33.68, V'de 36.99 ve V+O<sub>3</sub> 'de de 36.00 olarak tespit edilmiştir. K+O<sub>3</sub> uygulaması dışında başlangıç değerine göre çok büyük değişiklikler gözlemlenmemiştir. Plastik kaplarda muhafaza edilen taneler vakumlu paketlerdekilere oranla nispeten daha düşük değerler almıştır. Bu durumu plastik kaplardaki tanelerin kırmızı renginin



**Çizelge 1.** Tanelenmiş narlarda depolama boyunca meydana tane rengi değişimleri  
**Table 1.** The change of color of pomegranate arils during cold storage

		Depolama süresi (gün)						
Uygulamalar		0	4	8	12	16	20	Ort.
L*	K	31.85±0.3	27.30±0.3	25.37±2.1	25.57±1.3	24.24±0.2	21.23±0.3	25.93
	K+O <sub>3</sub>	31.85±0.3	27.49±2.6	24.80±0.6	25.77±2.0	25.02±1.3	23.98±0.9	26.48
	V	31.85±0.3	28.37±1.8	25.78±0.2	24.15±0.1	24.49±1.3	23.16±0,9	26.30
	V+O <sub>3</sub>	31.85±0.3	26.40±1.3	26.37±1.8	25.72±0.7	25.25±1.2	24.68±0,5	26.71
	Ort.	31.85	27.39	25.58	25.30	24.75	23.26	
a*	K	18.52±0,8	20.29±2,9	19.28±0,5	18.48±0,9	17.41±0,6	17.39±0,2	18.56
	K+O <sub>3</sub>	18.52±0,8	16.37±1,5	17.33±0,4	19.73±2,4	16.62±0,8	19.23±0,2	17.96
	V	18.52±0,8	18.29±0,5	17.87±0,6	19.81±0,8	18.76±1,6	17.25±0,4	18.42
	V+O <sub>3</sub>	18.52±0,8	16.68±1,9	15.42±0,6	16.88±0,9	16.38±0,5	17.72±0,7	16.93
	Ort.	18.52	17.90	17.47	18.73	17.29	17.90	
b*	K	13.59±0,3	16.04±1,5	13.21±1,0	14.81±0,7	13.07±0,3	12.61±0,3	13.89
	K+O <sub>3</sub>	13.59±0,3	13.48±0,8	11.72±0,6	19.18±1,3	13.13±0,2	12.82±0,4	13.99
	V	13.59±0,3	13.69±0,3	11.04±0,2	13.88±0,5	13.92±0,2	12.98±0,2	13.18
	V+O <sub>3</sub>	13.59±0,3	13.04±0,6	10.68±0,5	12.89±0,5	13.94±0,1	12.85±0,4	12.83
	Ort.	13.59	14.06	11.66	15.19	13.51	12.82	
C*	K	22.97±0,8	25.91±3,1	23.40±1,0	23.69±1,2	21.78±0,6	21.49±0,2	23.21
	K+O <sub>3</sub>	22.97±0,8	21.21±1,7	20.93±0,7	26.43±1,2	21.19±0,7	23.12±0,4	22.64
	V	22.97±0,8	22.86±0,3	21.01±0,6	24.19±0,9	23.40±1,4	21.60±0,3	22.67
	V+O <sub>3</sub>	22.97±0,8	21.21±1,9	18.76±0,7	21.24±1,0	21.52±0,3	21.90±08	21.27
	Ort.	22.97	22.80	21.03	23.89	21.97	22.03	
h°	K	36.33±0,5	39.11±2,1	34.22±1,7	38.72±0,3	36.96±0,9	35.94±0,9	36.88
	K+O <sub>3</sub>	36.33±0,5	39.75±1,1	34.00±0,8	37.12±7,9	38.42±1,1	33.68±0,7	36.55
	V	36.33±0,5	36.86±1,4	31.76±0,7	35.02±0,1	36.97±2,0	36.99±1,0	35.65
	V+O <sub>3</sub>	36.33±0,5	38.65±2,1	34.68±1,1	37.42±0,3	40.44±1,0	36.00±0,8	37.25
	Ort.	36.33	38.59	33.66	37.07	38.20	35.65	

K: Plastik kap; K+O<sub>3</sub>: Plastik kap + Ozon; V: Vakum; V+O<sub>3</sub>: Vakum + Ozon. Dış görünüş 1 - 9 skalası; 1- 3: pazarlanamaz, 5: pazarlanabilir, 7: iyi, 9: çok iyi. Tat değerleri 1 - 5 skalası; 1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi. ± standart hata (n=3).

**Çizelge 2.** Kalite parametreleri için depolama süresi, uygulama ve bunların interaksyonlarının önemlilik dereceleri

**Table 2.** Significance levels of storage period, treatments and their interactions for quality parameters

	Ağırlık Kaybı	SÇKM	TEA	L*	a*	b*	C*	h°	Dış görünüş	Tat
DS	**	**	**	**	öd	öd	öd	*	**	**
U	öd	**	**	öd	öd	öd	öd	öd	öd	**
DS×U	öd	**	**	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

DS: Depolama süresi, U: Uygulamalar. \*: % 5 önemli, \*\*: % 1 önemli, öd: önemli değil.

nispeten daha fazla koyulaşması (siyaha doğru koyu kırmızı) ile ilişkilendirebiliriz. Özellikle ozon uygulanarak kaselerde depolanmış tanelerde renk koyulaşması daha belirgin olmuştur. Karaca ve Şen (2014), modifiye atmosfer koşullarında depoladıkları narların, depolama boyunca tane renklerinin canlılığının azaldığını, matlığının arttığını ve tanelerin koyu kırmızı renginin de kısmen arttığını belirtmişlerdir. Bu bilgiler

doğrultusunda çalışmada vakum uygulamalarının (V ve V+O<sub>3</sub>) tanelerin renklerinin korunmasında plastik kaplara oranla daha iyi sonuçlar verdiğini söyleyebiliriz.

### 3.4. Duyusal Değerlendirmeler

Nar tanelerinin 7 panelist tarafından yapılan dış görünüş ve tat parametrelerine göre aldığı genel beğeni puanları Şekil 3'te verilmiştir. Ürünlerin

muhafaza süresinin uzamasına bağlı olarak duysal özelliklerinin de etkilendiği bilinmektedir. Beklenildiği gibi uzayan depolama periyoduna paralel olarak nar tanelerinin hem dış görünüş puanları hem de tat puanlarında kararlı bir düşüş olmuştur. Ozon uygulanmaksızın vakumlanmış poşetlerde ve plastik kaplarda depolanan nar taneleri depolama sonunda hem tat hem de dış görünüş bakımından ozon uygulaması yapılanlara göre daha yüksek puan almışlardır. Oksitleyici özelliğiyle mikrobiyal yükü düşüren ozonun bu özelliği burada duysal kalite üzerine kısmen olumsuz sonuç doğurmuştur. Hem plastik kase hem de vakumlu poşet uygulaması başta ağırlık kaybı olmak üzere kimi kalite parametrelerini olumlu yönde etkileyerek duysal kalite kayıplarını sınırlandırmıştır. Karaca ve Şen (2014) modifiye atmosfer koşullarında muhafazanın ürünlerin su kaybını azaltarak görsel kalitesinin korunmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Tat değerleri bakımından depolamanın 12. gününde K ve V uygulaması dışındaki uygulamalar 3 puanın altına düşmüş, tatlarında bozulmalar başlamıştır. Depolamanın 16. gününden sonra K uygulaması dışındaki uygulamalar 2.83-2.50 arasında puan almış, 20. günde ise bu puanlar 1.73 ile 2.20 arasında değişmiştir. Depolama boyunca dış görünüş bakımından, V ve V+O<sub>3</sub> uygulamalarının puanları nispeten yüksek olsa da tat puanları bakımından aynı durum söz konusu olmamıştır. Vakum+ozon uygulaması hariç diğer uygulamalar, depolamanın 20. gününde bile hala pazarlanabilir puan almış olmalarına rağmen tat bakımından düşük puan almışlardır. Bu durumu vakum poşetlerindeki tanelerin belirli bir süreden sonra anaerobik solunum sonucu tadının bozulması ve ozon uygulaması sonunda oksitlenmeye bağlı olarak renklerde istenmeyen ölçüde değişimle açıklayabiliriz. Keza ozon uygulamasının en dikkat çekici yan etkisi, yüzeydeki mikroorganizmaları oksitleyerek etkisiz hale getirirken ürün kabuğundaki renk veren maddeleri de oksitleyerek istenmeyen renk değişimlerine sebep olmasıdır.

#### 4. SONUÇ

Sonuç olarak, ozon uygulanarak depolanan nar tanelerinin ağırlık kaybı daha düşük olmuş ancak ozon uygulaması nar tanelerinin tatlarına ve nispeten renklerine olumsuz etki yapmıştır. Ozon uygulanmaksızın vakumlanarak depolanan nar tanelerinde ağırlık kayıpları önemli ölçüde azaltılmış, dış görünüş puanları bakımından yüksek puanlar almıştır. Tat değerleri bakımından incelendiğinde sadece vakum ve sadece plastik kap uygulamaları tatmin edici sonuçlar vermiştir. Hicaznar çeşidi tanelerinin, vakum ve plastik kap (kontrol) uygulamasında 10-12 gün, vakum+ozon ve plastik kap+ozon uygulamasında ise 8 gün sınırlı bir kalite kaybı ile depolanabileceğini ifade edebiliriz.

#### Teşekkür

Çalışmaya olan maddi desteklerinden dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: 3885-M1-14) teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

Abbasi H, Rezaei K, Emamdjomeh Z, Mousavi SME, 2008. Effect of various extraction conditions on the phenolic contents of pomegranate seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110 (5): 435-440.

Artes F, Tudela JA, Villaescusa R, 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. *Postharvest Biology and Technology* 18 (3): 245-251.

Bayram E, 2007. Değişik Ambalaj Tiplerinin Hicaznar Çeşidinin Soğukta Muhafazası Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Adana.

Bolel H, 2017. Ozon Uygulanmış Narın Kontrollü ve Modifiye Atmosfer Koşullarında Depolanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Isparta.

Ergun M, Ergun N, Sütyemez M, 2008. Bazı kiraz çeşitlerinin taze kesme işlemine uygunluğu. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 11 (2): 92-96.

Karaca S, Şen F, 2014. Nar meyvesinin muhafazasında farklı modifiye atmosfer ambalajlarının çürüklük gelişimi, ağırlık kaybı, renk ve duysal özellikleri üzerine etkileri. *Anadolu: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 24 (2):21-31.

Karaçalı İ, 2009. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması (6. Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 494, 482s, İzmir-Türkiye.

Kasım MU, Kasım R, 2016. Taze kesilmiş ıspanaklarda farklı dalga boyundaki ultraviyole ışınlarının hasat sonrası kaliteye etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 26 (3): 348-359.

Kaur P, Rai DR, Paul S, 2011. Quality changes in fresh-cut spinach (*Spinacia oleracea*) under modified atmospheres with perforations. *Journal of Food Quality* 34: 10-18.

Kuşçu A, Pazır F, 2004. Gıda endüstrisinde ozon uygulamaları. *Gıda* 29 (2): 123-129.

Nadas A, Olmo M, Garcia JM, 2003. Growth of *Botrytis cinerea* and strawberry quality in ozone-enriched atmospheres. *Journal of Food Science* 68 (5): 1798-1802.

Piagentini AM, Guemes DR, 2002. Shelf life of fresh-cut spinach as affected by chemical treat-

ment and type of packaging film. Brazilian Journal of Chemical Engineering 19 (4): 383-389.

Seeram NP, Aviram M, Zhang Y, Henning SM, Feng L, Dreher M, Heber D, 2008. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56 (4): 1415-1422.

Şen F, Eroğul D, 2012. Adıyaman ilinde yetiştirilen 'Hicaznar' nar çeşidinin depolama sürecindeki kalite değişiminin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7 (2): 103-111.