

## Ekşi, Mayhoş ve Tatlı Nar Genotiplerine Ait Meyvelerin Depolama Süresince Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Deniz EROĞUL<sup>1</sup>, Halil İbrahim OĞUZ<sup>2</sup>, Fatih ŞEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova/İZMİR

<sup>2</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, NEVŞEHİR  
denizerogul@gmail.com (Sorumlu Yazar)

### Özet

Çalışma Adıyaman ilinde yetiştirilen ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyvelerin depolama süresince kalite değişimlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Meyveler hasattan sonra modifiye atmosfer ambalajlarına yerleştirilerek 6°C sıcaklıkta ve %90 oransal nemde 4 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Genotipler içerisinde, tatlı nar meyvelerinin ağırlığı, eni, boyu ve tane ağırlığı en yüksek değerlerde olup, sırasıyla 498.5 g, 10.31 cm, 9.81 cm ve 0.50 g, olarak saptanmıştır. Nar kabuğunun C\* ve h° değeri mayhoş, nar tanesinin C\* değeri ekşi, h° değeri ise tatlı nar meyvelerinde en yüksek bulunmuştur. Ekşi nar meyvelerinin suda çözünür kuru madde miktarının (%17.15), mayhoş (%14.13) ve tatlı (%14.18) nar meyvelerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Titre edilebilir asit miktarı ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine göre farklılık göstermiştir. En yüksek toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi ekşi nar meyvelerinde bulunmuş (111.54 mg GAE 100 ml<sup>-1</sup>, 12.96 µmol TE ml<sup>-1</sup>), onu mayhoş ve tatlı nar genotipleri izlemiştir. Tatlı nar meyvelerinde depolama sonunda çürüklük gelişiminin yüksek olması, bu nar genotipinin depolanabilirliğini sınırlandırmıştır. Ekşi ve mayhoş nar genotiplerine ait meyvelerin 4 ay süreyle kalitesini koruyarak başarıyla depolanabileceği saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Nar, muhafaza, asitlik, fiziksel özellikler, biyokimyasal bileşim.

## Determination of Certain Physical and Chemical Properties of Pomegranate Fruits of Sour, Sweet-Tart and Sweet Genotypes during Storage

### Abstract

This study aims to determine changes in quality parameters during storage of pomegranate fruits with sour, sweet-tart and sweet genotypes cultivated in Adıyaman Province. The fruits of the mentioned genotypes were placed into modified atmosphere packages following the harvest and stored at 6°C and 90% relative humidity for 4 months. The highest values of fruit weight, width, height and aril weight amongst the genotypes were for the sweet pomegranate fruits, determined as 498.5 g, 10.31 cm, 9.81 cm, 0.50 g, respectively. C\* and h° values of the pomegranate peel were the highest in sweet-tart pomegranate, whereas C\* value was the highest in sour pomegranate and h° value was the highest in sweet pomegranate fruits. Total soluble solids values of the sour pomegranate fruits (17.15%) were higher than those of sweet (14.13%) and sweet-tart (14.18%) pomegranate fruits. Titratable acidity values differed depending on genotype. The highest total phenolic compound value and antioxidant activity were determined in sour pomegranate fruits (111.54 mg GAE 100 ml<sup>-1</sup>, 12.96 µmol TE ml<sup>-1</sup>), followed by sweet-tart and sweet pomegranate genotypes. Higher decay development in sweet pomegranate fruits at the end of storage limited the storability of this pomegranate genotype. It was determined that fruits of sour and sweet-tart pomegranate genotypes can be successfully preserved and stored for 4 months.

**Keywords:** Pomegranate, storage, acidity, physical parameters, biochemical composition

### 1. Giriş

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, narın (*Punica granatum* L.) insan sağlığı üzerindeki faydalarının ortaya konulmasına, dünyada ve ülkemizde nara olan ilginin artmasına ve tüketiminin hızla yükselmesine neden olmuştur. Nar, antioksidanlar, polifenolik maddeler, C vitamini, alkaloidler gibi içerikler bakımından oldukça zengin olup, başta kanser ve kalp damar hastalıkları olmak üzere birçok hastalığa karşı koruyucu ve önleyici etkisi bilimsel olarak kanıtlanmış, fonksiyonel gıdalar sınıfına dahil edilmiştir

(Viuda-Martos vd., 2010; Tapias vd., 2014).

Türkiye nar üretiminde, Akdeniz Bölgesi %61'lik payla birinci sırada yer alırken, onu %28'lik üretimle Ege Bölgesi ve %10'luk üretimle Güneydoğu Anadolu Bölgesi izlemektedir (TÜİK, 2016). Bu bölgelerdeki nar üretimi son 10 yıllık dönemde belirgin bir şekilde artarak 2015 yılında 445.750 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2016). Türkiye'de birçok nar çeşidinin yetiştiriciliği yapılmakla birlikte yaygın olarak; rengi ve iriliği ile daha iyi bir albeniye sahip olan, depolamaya uygun 'Hicaznar' nar çeşidi yetiştirilmektedir. Nar yetiştiriciliği açısından Güneydoğu Anadolu

Bölgesi önemli bir bölge olup, birçok nar çeşidi ve genotipi yetiştirilmektedir (Onur ve Tibet, 1993; Yılmaz vd., 1993). Adıyaman yöresinde, özellikle Kâhta ve Gerger ilçelerinde uzun süre depolamaya uygun ve farklı tatlara (ekşi, mayhoş ve tatlı) sahip nar genotipleri ile yetiştiricilik yapılmaktadır. Nar meyvelerinin suyunda titre edilebilir asit miktarı %1'den az ise tatlı nar, %1-2 arasında ise mayhoş nar, %2'den fazla ise ekşi nar olarak tanımlanmaktadır (Onur ve Kaşka, 1985).

Son yıllarda yerel nar genotiplerinin bulunduğu bölgelerden biri olan Adıyaman ili ve çevresinde de Hicaznar nar çeşidi ile kurulan bahçe sayısının hızla artması, yerel nar genotiplerinin varlığını tehdit etmektedir. Çok talep gören tescil edilmiş bu yerel nar genotiplerinin meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi ve depolanabilirliğinin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bu nar genotiplerinin meyveleri, üreticiler tarafından uzun süre adi depolarda saklanmakta ve kendi tüketimleri için kullanılmaktadır. Fakat depolamaya uygun olduğu görülen genotiplerin, büyük miktarlarda depolanması istendiğinde uygun depolama koşulları ve depolama süreleri henüz bilinmemektedir. Ayrıca bölgede yetiştirilen tatlı, mayhoş ve ekşi nar genotiplerinin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi de önemlidir.

Bu çalışmada Adıyaman ilinde yetiştirilen ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyvelerin depolama süresince kalite değişimleri, fizyolojik ve patolojik bozukluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### Materyal

Adıyaman ilinin Kâhta ilçesindeki nar bahçelerinden ticari olgunlukta hasat edilen ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyveler mukavva kutulara konarak Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesine götürülmüştür. Nar meyveleri delikli plastik kasalara MA ambalajlar (LifePack®, Aypek Ambalaj, Bursa) içinde ağzı açık şekilde konarak hava ile ön soğutmaya alınmıştır. Ön soğutma tamamlandıktan sonra MA ambalajların ağzı klipsle kapatılarak 6°C sıcaklık ve %90 oranında nemde 4 ay süreyle muhafazaya alınmıştır (Şen et al., 2013). Ağırlık kaybı ve çürüklük geli-

şimi aylık aralıklarla izlenmiştir. Depolama öncesi ve 4 aylık depolama sonrası çıkarılan örneklerde kalite değişimleri belirlenmiştir. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 12 adet meyve olacak şekilde planlanmıştır.

### Fiziksel parametreler

Ortalama meyve ağırlığı; her tekerrürden 12 nar meyvesi tartılarak hesaplanmış, sonuçlar g olarak verilmiştir. Ortalama tane ağırlığı; nar meyvelerinden alınan 50 adet tanenin 0.001 g'a duyarlı dijital teraziyle tartılması ile hesaplanmış, sonuçlar g tane olarak ifade edilmiştir. Meyve eni ve boyu; her tekerrürden alınan 12 nar meyvesinin eni, en geniş kısmından, boyu ise sap ile taç uç kısmı arasındaki mesafe kullanılarak 0.01 mm'ye duyarlı dijital kompas (SC-6, Mitutoyo, Japonya) ile ölçülerek hesaplanmış, sonuçlar mm olarak ifade edilmiştir. Kabuk kalınlığı; dijital kompas ile ölçülmüş, sonuçlar mm olarak sunulmuştur.

### Ağırlık kaybı (%) ve çürüme oranı (%)

Ağırlık kaybı, depolama öncesi ağırlıkları belirlenen aynı örneklerin, aylık olarak ağırlıkları tartılarak yüzde (%) olarak saptanmıştır. Çürüme oranı, sağlam ve çürük meyveler ayrılıp sayılarak belirlenmiş ve yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

### Meyve kabuk ve tane rengi

Meyvenin kabuk rengi, nar meyvelerinin ekvator bölgesinin 4 tarafından, tane rengi ise meyveler kesilerek parçalara ayrılıp, tanelenmeden önce değişik noktalarından Minolta kolorimetresi (Minolta CR-300) ile CIE L\* a\*,b\* cinsinden ölçülmüştür. Elde edilen a\* ve b\* değerlerinden hue açısı (h°) değeri  $h^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$  eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır (McGuire, 1992).

### Meyve suyu kimyasal analizleri

Meyve suyundaki suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı dijital refraktometre (Atago ATC -1) ile saptanmıştır. Titre edilebilir asit (TA) miktarı 0.1 N NaOH ile titre edilerek g sitrik asit 100 ml<sup>-1</sup> cinsinden hesaplanmıştır. Meyve suyu pH değeri, pH metre ile ölçülerek saptanmıştır (Karaçalı, 2012).

### Toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi

**Çizelge 1.** Ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyvelerin ortalama meyve ağırlığı, tane ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve kabuk kalınlığı değerleri.

**Table 1.** Average fruit weight, aril weight, fruit diameter, fruit height and peel thickness values of pomegranate fruits of sour, sweet-tart and sweet genotypes.

	Meyve ağırlığı (g)	Tane ağırlığı (g)	Meyve eni (cm)	Meyve boyu (cm)	Kabuk kalınlığı (mm)
Ekşi	346.9 c <sup>***</sup>	0.37 b <sup>**</sup>	8.66 b <sup>*</sup>	8.42 b <sup>*</sup>	2.39 b <sup>*</sup>
Mayhoş	438.6 b	0.44 ab	9.78 a	9.60 a	2.65 ab
Tatlı	498.5 a	0.50 a	10.31 a	9.82 a	3.08 a

<sup>z</sup> Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

<sup>\*</sup>,  $P < 0.05$ ; <sup>\*\*</sup>,  $P < 0.01$ 'e göre önemlidir.

**Çizelge 2.** Farklı nar genotiplerine ait meyvelerin depolama süresince ağırlık kaybı (%) değerleri.

**Table 2.** The weight loss value (%) of different pomegranate genotypes during storage.

	Depolama süresi (gün)			
	1	2	3	4
Ekşi	3.46 <sup>ö.d.</sup>	5.78 <sup>ö.d.</sup>	7.05 b <sup>z*</sup>	8.32 b <sup>**</sup>
Mayhoş	3.11	5.23	6.89 b	7.96 b
Tatlı	3.94	6.32	8.17 a	9.78 a

<sup>z</sup>Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

<sup>ö.d.</sup>, önemli değil\*,  $P < 0.05$ ; \*\*,  $P < 0.01$ 'e göre önemli.

Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu metodu ile belirlenmiştir (Zheng ve Wang, 2001). Bu yöntemde standart olarak gallik asit kullanılmış ve sonuçlar meyve suyunda bulunan toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (GAE) 100 ml<sup>-1</sup> olarak verilmiştir. Antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi FRAP metoduna göre yapılmış ve sonuçlar µmol trolox eşdeğeri (TE) ml<sup>-1</sup> meyve suyu olarak verilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

### İstatistiksel analiz

Denemeden elde edilen veriler IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, USA) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Depolama öncesi ve sonrası ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ( $P < 0.05$ ) ile belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyvelerin ortalama meyve ve tane ağırlığı, meyve eni ve boyu ile kabuk kalınlığı değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Nar genotiplerinde incelenen fiziksel parametrelere genotipin etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur. Tatlı nar genotipine ait meyvelerin ortalama meyve ağırlığı (498.5 g), tane ağırlığı (0.50 g), meyve eni (10.31 cm), meyve boyu (9.82 cm) ve kabuk kalınlığı (3,08 mm), ekşi narlara göre sırasıyla %44, %35, %19, %17 ve %29 daha yüksek bulunmuştur. Mayhoş narlar, meyve eni ve boyu bakımından tatlı narlara benzerlik göstermiştir. Bu nar genotiplerinde incelenen bu fiziksel parametreler, diğer bazı nar çeşitleri ve genotiplerine benzerlik göstermiştir (Cam vd., 2009; Oğuz vd., 2014).

Depolama sonunda ekşi, mayhoş ve tatlı nar meyvelerinde meydana gelen ağırlık kayıpları Çizelge 2'de verilmiştir. Ekşi, mayhoş ve tatlı nar meyvelerinin ağırlık kaybı değerleri arasındaki farklılık depolamanın ilk iki ayında önemsiz olurken, 3. ve 4. aylarda istatistiksel ( $P < 0.05$ ) olarak önemli bulunmuştur. 3 ve 4 aylık depolama sonunda tatlı nar meyvelerinin ağırlık kaybı, ekşi ve mayhoş nar meyvelerine göre daha yüksek olmuştur. 4 aylık depolama sonrası tatlı, ekşi ve mayhoş nar meyvelerinin ağırlık kaybı sırasıyla %9.78, %8.32 ve %7.96 olarak saptanmıştır. Tatlı nar meyvelerinde ilerleyen depolama dönemle-

rinde ağırlık kaybının yüksek olmasında kabuk kalınlığı ve bileşiminin etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim meyvelerin ağırlık kaybında ürünün kabuğunun yapısal özelliklerinin etkili olduğu bildirilmektedir (Kader, 2002; Karaçalı, 2012).

3 ve 4 aylık depolama sonunda tatlı nar meyvelerinin çürüklük gelişimi, ekşi ve mayhoş nar meyvelerine göre daha yüksek bulunmuştur. Tatlı nar meyvelerinin 3 ve 4 aylık depolama sonunda çürüklük gelişimleri sırasıyla %23.33 ve %43.55 olarak saptanmıştır (Çizelge 3).

Nar meyvelerinde saptanan çürüme oranı, ekşi, mayhoş ve tatlı nar meyvelerine göre daha yüksek bulunmuştur. Tatlı nar meyvelerinin 3 ve 4 aylık depolama sonunda çürüklük gelişimleri sırasıyla %23.33 ve %43.55 olarak saptanmıştır (Çizelge 3). 4 aylık depolama sonunda ekşi ve mayhoş nar meyvelerinde saptanan çürüme oranı birbirine benzerlik göstermiş, sırasıyla %13.33 ve %16.67 olarak bulunmuştur. Nar meyvelerinde 1 aylık depolama sonunda çürüme olmadığı gözlenirken, 2 aylık depolama sonunda mayhoş, ekşi ve tatlı narlarda çürüme oranı sırasıyla %3.33, %1.67 ve %11.67 olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Depolama süresince nar meyvelerinde saptanan çürüklüklerde kurşuni küf (*Botrytis cinerea*) etmeninden kaynaklanan bozun çürüklüğünün hakim olduğu gözlenmiştir. Ekşi ve mayhoş narlarda çürüklük gelişiminin

**Çizelge 3.** Ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyvelerde depolama süresince çürüme oranları (%)

**Table 3.** Decay rate (%) of different pomegranate genotypes during storage.

	Depolama süresi (gün)			
	1	2	3	4
Ekşi	0.00 <sup>ö.d.</sup>	3.33 <sup>ö.d.</sup>	6.67 b <sup>z*</sup>	13.33 b <sup>**</sup>
Mayhoş	0.00	1.67	8.33 b	16.67 b
Tatlı	0.00	11.67	23.33 a	43.55 a

<sup>z</sup>Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

<sup>ö.d.</sup>, önemli değil\*,  $P < 0.05$ ; \*\*,  $P < 0.01$ 'e göre önemli.

sınırlı olmasında, nar meyvelerinin kabuklarının tanenlerce zengin olması etkili olmuştur (Pekmezci ve Erkan, 2004). Çürüklük gelişimleri tatlı narların depolanabilirliğini sınırlandırmaktadır. Depolama süresinin uzamasıyla özellikle tatlı narlarda çürüklük gelişiminin hızla artması meyvelerin yaşlanmasıyla uyumludur.

Depolama öncesi ve sonrası ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotipine ait meyvelerin kabuk ve tane C\* ve h° değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Depolama öncesi mayhoş nar meyvelerinin kabuk C\* ve h° değerinin, ekşi narlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tatlı narların kabuk h° değeri, mayhoş narlara benzerlik göstermiştir.

**Çizelge 4.** Farklı nar genotiplerine ait meyvelerin depolama öncesi ve sonrası kabuk ve tane renk değerleri (a\*, C\* ve h°).

**Table 4.** Peel and aril color values (a\*, C\* ve h°) of different pomegranate genotypes before and during storage.

	Kabuk C*		Kabuk h°		Tane C*		Tane h°	
	0. Ay	4. Ay	0. Ay	4. Ay	0. Ay	4. Ay	0. Ay	4. Ay
Ekşi	38.32 b <sup>*</sup>	36.40 <sup>ö.d.</sup>	71.19 b <sup>*</sup>	82.52 <sup>ö.d.</sup>	24.32 a <sup>*</sup>	22.47 a <sup>*</sup>	64.30 b <sup>*</sup>	64.40 <sup>ö.d.</sup>
Mayhoş	40.68 a	37.40	91.12 a	87.74	19.15 b	17.74 ab	70.05 ab	65.93
Tatlı	39.06 ab	36.34	92.02 a	81.87	18.60 b	15.01 b	82.31 a	67.47

<sup>\*</sup> Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.  
<sup>ö.d.</sup>, önemli değil; <sup>\*</sup>,  $P < 0.05$ 'e göre önemli.

Mayhoş nar meyvelerinin kabuk C\* ve h° değeri sırasıyla 40.68 ve 91.12 olarak saptanmıştır. Depolama sonunda ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyvelerin kabuk C\* ve h° değerleri birbirine benzerlik göstermiş, kabuk C\* ve h° değerleri sırasıyla 36.34-37.40 ve 81.87-87.74 arasında değişmiştir. Kabuk C\* ve h° değerlerinin nar genotiplerine göre farklılık göstermesi beklenen bir gelişmedir. Oğuz vd. (2014), nar meyvelerinin kabuk renginin genotiplere göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Depolama öncesi ve sonrası ekşi narların tane C\* değeri, depolama öncesi diğer nar genotiplerine, depolama sonrası ise tatlı nara göre daha yüksek bulunmuştur. Depolama öncesi tatlı nar meyvelerinin tane h° değeri ekşi narlara göre daha yüksek bulunmuş, ancak bu farklılık depolama sonrası kaybolmuştur. Tatlı narların tane h° değeri, depolama sonunda başlangıca göre bir azalış göstermiş, h° değeri 82.31'den 67.47'e gerilemiştir. Nar meyvelerinin kabuk ve tane renk değerlerindeki depolama süresince olan değişimler genellikle sınırlı olmuştur. Bunda nar meyvesinde kabuk ve tane renklenmesinde hasat sonrası değişimlerin sınırlı olması ve düşük sıcaklıkta muhafaza edilmesi de etkili olmuştur (Looney, 1996; Karaçalı, 2012).

Depolama süresince SÇKM miktarı, ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine göre önemli ( $P < 0.05$ ) farklılıklar göstermiştir. Depolama öncesi ve sonrası ekşi nar meyvelerinin SÇKM miktarı, mayhoş ve tatlı narlara göre daha yüksek bulunmuştur. Ekşi nar meyvelerinin SÇKM miktarı depolama öncesi ve sonrası sırasıyla % 17.15 ve %16.05 olarak saptanmıştır (Çizelge 5). Depolamanın sonunda, başlangıca göre SÇKM miktarında hafif bir azalış eğilimi görülmüştür. Benzer değişim 'Hicaznar' (Bayram vd., 2010; Şen ve Eroğul, 2012), 'Bhagwa' ve

'Ruby' (Fawole ve Opara, 2013a), 'Mollar' (Artes vd., 1998, 2000a, 2000b) ve 'Wonderful' (Eroğul vd., 2012) nar çeşitlerinde de gözlenmiştir.

Depolama öncesi ve sonrası TA ve pH miktarları, ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine göre saptanan farklılıklar istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 5). Ekşi narların TA miktarı depolama süresince en yüksek, tatlı narlarda ise en düşük bulunmuştur. Mayhoş narlarda ise TA miktarı bu iki grup arasında yer almış depolama öncesi ve sonrası sırasıyla 1.56 ve 1.10 g sitrik asit 100 ml<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Depolama öncesi 2.30 g sitrik asit 100 ml<sup>-1</sup> olan ekşi narların TA miktarı, depolama sonrası 2.08 g sitrik asit 100 ml<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm genotiplerin TA miktarında bir azalış görülmüş, bu azalış ekşi narlarda daha sınırlı olmuştur. Değişik nar çeşitlerinde de depolama süresince TA miktarında benzer şekilde azalışlar görülmüştür (Bayram vd., 2010; Şen ve Eroğul, 2012; Eroğul vd., 2012). Bu azalmada organik asitlerin solunumda kullanılması, pektin parçalanmasıyla ortaya çıkan katyonlarla nötrleşmesinin etkili olduğu bildirilmektedir (Karaçalı, 2012).

Depolama süresince tatlı narların pH değeri en yüksek, ekşi narlarda ise en düşük bulunmuş, mayhoş narların pH değeri bu iki grup arasında yer almıştır. 4 aylık depolama sonunda tatlı, mayhoş ve ekşi narların pH değeri sırasıyla 3.71, 3.20 ve 3.02 olarak saptanmıştır. Ekşi, mayhoş ve tatlı narların pH değeri depolama sonrası, başlangıca göre saptanan kısmi artış, TA miktarındaki değişimler ile uyumludur.

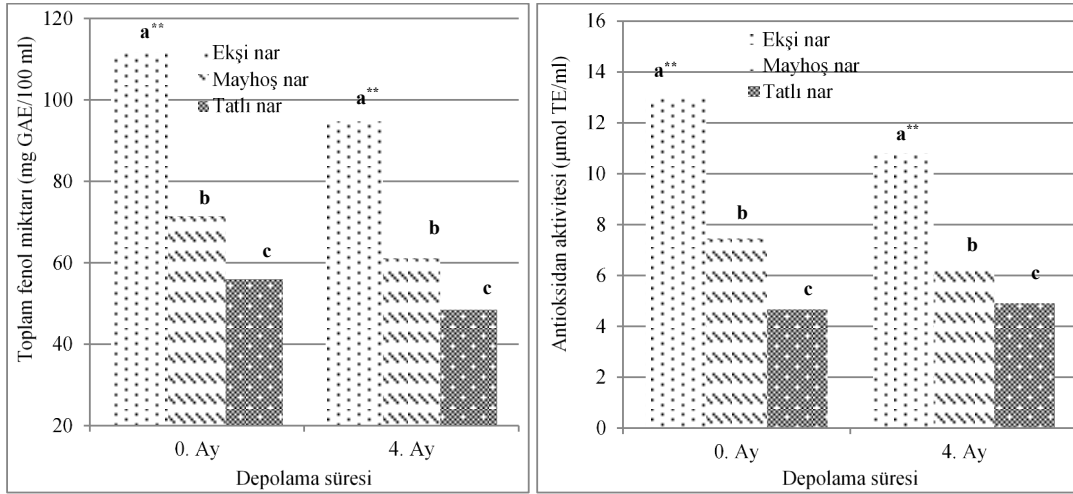
Nar suyu, birçok meyve suyuna göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Gil vd., 2000). Nar suyunun güçlü bir antioksidan olmasında, içerdiği fenolik bileşiklerin büyük önemi-

**Çizelge 5.** Ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyvelerin depolama öncesi ve sonrası SÇKM, TA miktarı ve pH değeri.

**Table 5.** TSS, TA content and pH values of sour, sweet-tart and sweet pomegranate genotypes at the beginning and during storage.

	SÇKM miktarı (%)		TA miktarı (g 100 ml <sup>-1</sup> )		pH değeri	
	0. Ay	4. Ay	0. Ay	4. Ay	0. Ay	4. Ay
Ekşi	17.15 a <sup>z*</sup>	16.05 a <sup>*</sup>	2.30 a <sup>**</sup>	2.08 a <sup>**</sup>	2.80 c <sup>*</sup>	3.02 c <sup>*</sup>
Mayhoş	14.13 b	13.70 b	1.56 b	1.10 b	3.30 b	3.40 b
Tatlı	14.18 b	13.75 b	0.85 c	0.48 c	3.62 a	3.71 a

<sup>\*</sup> Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.  
<sup>\*</sup>,  $P < 0.05$ ; <sup>\*\*</sup>,  $P < 0.01$ 'e göre önemli.



**Şekil 1.** Ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine ait meyvelerin depolama öncesi ve sonrası toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi değerleri. \*,  $P < 0.05$ ; \*\*,  $P < 0.01$ 'e göre önemli.

**Figure 1.** Total phenol content and antioxidant activity of sour, sweet-tart and sweet pomegranate genotypes before and during storage. Significant at \*,  $P < 0.05$ , or \*\*, 0.01.

nin olduğu bildirilmektedir (Cerda vd., 2003; Maskan, 2004). Ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesinde depolama sürecinde görülen değişimler Şekil 1'de verilmiştir. Depolama süresince toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi, ekşi, mayhoş ve tatlı nar genotiplerine göre önemli ( $P < 0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Ekşi nar meyvelerinin depolama öncesi ve sonrası toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi en yüksek, tatlı narların ise en düşük bulunmuştur. Mayhoş narların toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi bu iki nar genotipi arasında yer almıştır. Depolama öncesi ve sonrası ekşi nar meyvelerinin toplam fenol miktarı sırasıyla 111.54 ve 94.73 g GAE 100 ml<sup>-1</sup>, antioksidan aktivitesi ise sırasıyla 12.96 ve 10.79 µmol TE ml<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. 4 aylık depolama sonunda tatlı narların ortalama toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesinin, ekşi narlarınkine göre sırasıyla %48.8 ve %54.5 oranında daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ekşi nar genotipinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesinin en yüksek olması, genotip özelliğinden ileri gelmektedir. Çünkü meyvelerin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesinin çeşit, ekolojik koşullar, bakım işleri, hasat zamanı, hasat sonrası işlemlere ve depolama koşullarına göre farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Fawole ve Opara, 2013b). Depolama süresinin ilerlemesiyle ekşi nar meyvelerinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesinde bir azalış gözlenirken, mayhoş ve tatlı narlardaki değişimler sınırlı olmuştur. Toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesinde depolama süresince çok belirgin azalışlar olmasında depolama koşullarının (sıcaklık, MA paketleme) olgunlaşmayı yavaşlatması etkili olmuştur (Díaz-Mula vd., 2011).

#### 4. Sonuç

SÇKM, TA, toplam fenol miktarı, antioksidan aktivitesi, tane C\* değeri ekşi nar meyvelerinde, meyve ve tane ağırlığı, meyve eni ve boyu, kabuk kalınlığı, kabuk ve tane h° ve pH değerleri ise tatlı nar meyvelerinde en yüksek bulunmuştur. Meyvenin kimyasal özelliklerinde saptanan farklılıklar genellikle 4 aylık depolama sonunda da korunmuştur. Tatlı narlar fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi bakımından ekşi ve mayhoş narlara göre belirgin şekilde daha düşük bulunmuştur. Sonuçlar, tatlı nar meyvelerinin 3 ve 4 aylık depolama sonrası yüksek oranda çürüklük gelişimi göstermesi nedeniyle 2 ay, ekşi ve mayhoş nar meyvelerinin ise 4 ay süreyle kalitelerini koruyarak başarıyla depolanabileceğini göstermiştir.

#### Kaynaklar

- Artés F, Tudela JA, Gil MI, 1998. Improving the Keeping Quality of Pomegranate Fruit by Intermittent Warming. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung* 207 (4): 316-321.
- Artés F, Tudela JA, Villaescusa R, 2000a. Thermal Postharvest Treatments for Improving Pomegranate Quality and Shelf Life. *Postharvest Biology and Technology* 18: 245-251.
- Artés FP, Villaescusa R, Tudela JA, 2000b. Modified Atmosphere Packaging of Pomegranate. *Journal of Food Science* 65 (7): 1112-1116.
- Bayram E, Dundar O, Ozkaya O, 2010. Effect of Different Packaging Types on the Cold Storage of Hicaznar Pomegranate Fruits (Second Year). *Acta Horticulturae* 876: 197-200.

- Benzie IEF, Strain JJ, 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239: 70-76.
- Cam M, Hisil Y, Durmaz G, 2009. Characterisation of Pomegranate Juices from Ten Cultivars Grown in Turkey. *International Journal of Food Properties* 12: 388-395.
- Cerda B, Llorach R, Cerón JJ, Espín JC, Tomàs-Barberán FA, 2003. Evaluation of the Bioavailability and Metabolism in the Rat of Punicalagin, an Antioxidant Polyphenol from Pomegranate Juice. *European Journal of Nutrition* 42: 18-28.
- Díaz-Mula HM, Zapata PJ, Guillén F, 2011. Modified Atmosphere Packaging of Yellow and Purple Plum Cultivars. 2 Effect on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity. *Postharvest Biology and Technology* 61: 110-116.
- Eroğul D, Şen F, Yıldız H, 2012. 'Wonderful' Nar Çeşidinin Bazı Kalite Özellikleri ve Depolama Süresince Değişimlerinin Belirlenmesi. 5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 18-21 Eylül 2012, 145-152, İzmir.
- Fawole OA, Opara UL, 2013a. Effects of Storage Temperature and Duration on Physiological Responses of Pomegranate Fruit. *Industrial Crops and Products* 47: 300-309.
- Fawole OA, Opara UL, 2013b. Developmental Changes in Maturity Indices of Pomegranate Fruit: A Descriptive Review. *Scientia Horticulturae* 159:152-161.
- Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA, 2000. Antioxidant Capacity of Pomegranate Juice and its Relationship with Phenolic Composition and Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 4581-4589.
- Kader AA, 2002. Modified Atmospheres During Transport and Storage. *In* A. Kader (Ed.). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, University of California Agricultural and Natural Resources, Publication 3311, Oakland, California, 135-144.
- Karaçalı, İ. 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın no: 494, 486 s, İzmir.
- Maskan M, 2006. Production of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Juice Concentrate by Various Heating Methods: Colour Degradation and Kinetics. *Journal of Food Engineering* 72: 218-224.
- McGuire RG, 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 27(12): 1254-1255.
- Oğuz Hİ, Fatih Ş, Eroğul D, 2014. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen 'Katurbaşı' Nar (*Punica granatum* L.) Çeşidinin Depolanma Süresince Bazı Fiziksel ve Biyokimyasal İçeriklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 24 (3): 309-316.
- Onur C, Tibet H, 1993. Antalya'da Nar Çeşit Adaptasyonu. *Derim*, 10 (1):3-18.
- Onur, C, Kaşka, 1985. Akdeniz bölgesi narlarının (*Punica granatum* L.) seleksiyonu. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 9(1): 23-33.
- Pekmezci M, Erkan M, 2004. Pomegranate. *In* Gross KC, Wang CY, Salveit M (Eds), *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks*. Agriculture Handbook Number 66, USDA, 417-420.
- Şen F, Eroğul D, 2012. Adıyaman İlinde Yetiştirilen 'Hicaznar' Nar Çeşidinin Depolama Süresindeki Kalite Değişiminin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7 (2): 103-111.
- 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 Horticulturae* 1012: 972-978.
- Tapias V, Cannon JR, Greenamyre, JT, 2014. Pomegranate Juice Exacerbates Oxidative Stress and Nigrostriatal Degeneration in Parkinson's Disease. *Neurobiology of Aging* 35 (5): 1162-1176.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, Bölgelerimize Ait İstatistik Veriler. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Viuda-Martos M, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA, 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.
- Yılmaz M, Özgüven AI, Ak BE, Çetiner S, 1993. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Değişik Nar Çeşitlerinin Adaptasyonu Üzerinde Araştırmalar. Ç.Ü.Z.F. Güneydoğu Anadolu Projesi Tarımsal Araştırma İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi Kesin Sonuç Raporu. Ç.Ü.Z.F.Genel Yayın No:72, 22s.
- Zheng, W, Wang, SY, 2001. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (49): 5165-5170.