

Farklı Depolama Sıcaklıklarının Narda Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 17, Sayı 1,
Sayfa 26-33, 2022

Derya ERBAŞ^{*1}, Mehmet Ali KOYUNCU¹, Gamze ATAKAN¹

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 17, Issue 1,
Page 26-33, 2022

Özet: Çalışmada, depolama boyunca farklı depo sıcaklıklarının 'Hicaznar' nar çeşidinde meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Türkiye'de yaygın olarak üretimi yapılan 'Hicaznar' nar çeşidi ticari derim zamanında derilerek hemen laboratuvara nakledilmiştir. Laboratuvarında, narlar üç gruba ayrılarak plastik kasalara yerleştirilmiş ve 20±1, 12±1 ve 6±1 °C'de 30 gün depolanmıştır. Sıcaklık değeri arttıkça beklendiği gibi depolama sırasında kalite kayıpları artmıştır. Depolamanın 10. gününde 20 °C'lik depoda çoğu meyve türü için sınır değer kabul edilen % 5'lik ağırlık kaybının aşılması, narların muhafazasında ortam sıcaklığı ve ambalaj malzemesinin ne denli önemli olduğunu göstermiştir. Çalışmada meyvelerin plastik kasalarda depolanması ağırlık kayıplarının 30 günlük sürede genel olarak yüksek olmasına neden olmuştur. Soğuk odada (6 °C) depolanan narlarda usare ve suda çözünebilir kuru madde (ŞÇKM) miktarının daha iyi korunduğu ve titre edilebilir asitliğin (TEA) daha yavaş azaldığı belirlenmiştir. Depo sıcaklığı arttıkça narlarda görsel kalite kayıplarının hızının arttığı gözlemlenmiştir. Soğuk odada bile meyvelerin 30. günde dış görünüş bakımından pazarlanabilir kalitenin (≥ 5) altında kalması, uzun süreli nar depolanmasında belirli bir su buharı geçirgenliği olan ambalaj malzemelerinin gerekli olduğunu göstermiştir. Çalışmada ağırlık kayıpları ve görsel kalite dikkate alındığında, 'Hicaznar' çeşidinin plastik kasa içerisinde 6 °C 'de 25 gün, 12 °C'de 20 gün ve 20 °C'de 10-15 gün kaliteli olarak depolanabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Depolama, kalite kayıpları, ortam sıcaklığı, *Punica granatum* L.

Effects of Different Storage Temperature on Fruit Quality of Pomegranate

Abstract: In the present study, it was aimed to determine the effects of different storage temperatures on fruit quality of pomegranate cv. 'Hicaznar' during storage. 'Hicaznar' pomegranate, widely grown in Turkey, harvested at commercial stage and transported to laboratory immediately. After dividing into three groups, fruit were packaged in plastic boxes and stored at 6, 12 and 20 °C for 30 days. Effects of storage temperature on all investigated quality parameters of pomegranate except for h value and TA were statistically important. As expected, the quality losses of fruit decreased with increasing storage temperature. Reaching the weight loss of 5 %, which is considered a threshold for many fruit, at the 10th day of storage in room condition (20 °C) showed the importance of packaging and storage temperature. In general, storage of pomegranate in plastic boxes caused higher weight loss over the 30-day period. It was determined that the fruit stored at 6 °C maintained fruit juice, SSC and TA better than those of other temperatures. The sensory quality losses of pomegranates increased as the storage temperature increased. The fact that the fruit lost marketable quality (≥ 5) for external appearance at 30th days of storage, even in the cold room, showed that packaging materials with certain water vapor permeability are required for long-term storage of pomegranate. Considering the weight loss and visual quality, 'Hicaznar' variety could be stored with good quality in plastic boxes for 25 days at 6 °C, 20 days at 12 °C and 10-15 days at 20 °C.

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
deryaerbas@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 14/03/2022
Kabul (Accepted): 13/06/2022

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
Isparta, Türkiye.

Keywords: Storage, quality loss, atmosphere temperature, *Punica granatum* L.

1. Giriş

Bilinen en eski meyve türlerinden birisi olan nar (*Punica granatum* L.), *Punicaceae* familyasına ait çalı formunda ve kuvvetli kök yapısına sahip bir türdür. Genellikle tropik ve subtropik bölgelerde yetişmekte olan nar, ülkemizde de çok soğuk bölgeler dışında hemen her bölgede ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir (Yalçınçıray ve Anlı, 2015). Ülkemizde 2000'li (\cong 59.000 ton) yıllardan itibaren nar üretim miktarında sürekli bir artış olmuş ve 2021 yılında üretim miktarı 647.676 tona kadar çıkmıştır (TUIK, 2022). Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan birçok nar çeşidi bulunmakla birlikte en yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan renk, irilik ve lezzeti ile yüksek bir albeniye sahip olan 'Hicaznar' çeşididir (Golkarian, 2015).

Taze olarak tüketilmesinin yanı sıra nar, son zamanlarda meyve suyu, nar ekşisi, likör, reçel gibi farklı şekillerde de işlenmektedir. Bu sebeple tüketim miktarında da artışlar meydana gelmektedir (Sarica, 2011; Roukas ve Kotzekidou, 2020). Ayrıca son yıllarda yürütülen çalışmalarda narın yüksek antioksidan kapasitesi ve fenolik içeriğinden dolayı insan sağlığı üzerine (özellikle kardiyovasküler hastalıklar, iltihaplanmalar, alzheimer ve kanser gibi hastalıklara karşı) olumlu etkilerinin ortaya konulması (Mantzourani vd., 2020) ve gıda endüstrisinde narın çeşitli türevlerinin (nar kabuk tozu, nar suyu tozu ve nar kabuk ekstraktı gibi) bazı gıda ürünlerine eklenmesi de tüketim miktarında artışa neden olmuştur (Çil vd., 2020).

Nar üretiminde ve tüketiminde meydana gelen artışlara paralel olarak, ürünün iç ve dış piyasada pazarlamasında bazı sıkıntılarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların başında uygun koşullarda muhafaza edilmeme gelmektedir (Karaca ve Şen, 2014). Bu durum narların hem ihracatının hem de iç piyasadaki tüketiminin arttırılması ya da yıl içerisinde düzenli olarak piyasaya sürülebilmesi için, meyvelerin işlenmesi ya da belirli bir süre kalitesinin korunarak muhafaza edilebilmesini gerekli kılmaktadır. Ülkemizde birçok bahçe ürünü olduğu gibi narlar da hala uygun olmayan muhafaza koşullarında depolanmakta ve bunun sonucunda da uzun süreli depolanabilecek ürünler bile kısa sürede bozulmakta ya da hemen pazara sürülmektedir. İç piyasaya sürüldüklerinde de manav ve market koşullarında meydana gelen kayıplar dikkat çekmektedir. Manav ya da market koşullarında da uygun olmayan ortamlarda narların kalite kayıplarının artmasının neden olduğu bilinmektedir (Selçuk, 2012). Ayrıca uygunsuz koşullarda bekletilen narlarda bazı mekanik hasarlanmaların olduğu dolayısıyla metabolik aktivitenin hızlandığı, bozulma/çürümelerinin arttığı ve sonuç olarak raf ömürlerinin önemli derecede azaldığı bildirilmiştir (Venkataramudu vd., 2018). Ancak söz konusu bu kayıpların hangi depolama koşulunda ne ölçüde olduğu ve ne zaman ne kadar kalite kaybı olduğu net olarak bilinmemektedir.

Bütün bu bilgiler doğrultusunda çalışmada, derimden sonra doğrudan pazara sunulan 'Hicaznar' nar çeşidinin, farklı sıcaklıklarda depolanması ile kalite değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada meyve materyali olarak kullanılan 'Hicaznar' nar çeşidi Antalya ilinden kültürel uygulamaların (budama, sulama, gübreleme vb.) düzenli ve eksiksiz olarak yürütüldüğü, ticari üretim yapan bir üretici bahçesinden temin edilmiştir. Derimin yapıldığı ağaçlar sıra üzeri ve sıra arası 5 x 5 m olacak şekilde dikilmiş ve 9 yaşındadır. 'Hicaznar' çeşidi, gerek iç gerekse dış pazarda talep gören ve Antalya bölgesinde de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bir çeşittir. Türkiye nar ihracatının büyük bölümünü oluşturan 'Hicaznar' çeşidi, geççi ve depolamaya oldukça uygun bir çeşittir. Kabuk rengi kırmızı, tane rengi koyu kırmızı, usare randımanı % 48.91, tane randımanı % 50 ve çekirdekleri orta sertlikte olup yeme kalitesi oldukça iyidir (Türk, 2015).

Deneme için optimum derim döneminde irilik, şekil ve titreedilebilir asit miktarı ($2.21 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$) dikkate alınarak derilen narlar, özel araçla, vakit kaybetmeden Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Derim Sonrası Fizyolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Bereli ya da zarar görmüş narlar seçildikten sonra homojen haldeki narlar üç gruba ayrılmıştır. 1. Grup: Narlar $6 \pm 0.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ve % 90 ± 5 oransal nemde 30 gün depolanmıştır (soğukta muhafaza koşulları). 2. Grup: Narlar $12 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ve % 75 ± 5 oransal nemde 30 gün depolanmıştır. Bu depolama sıcaklığı market koşullarını temsil etmesi amacı ile seçilmiştir. 3. Grup: Narlar $20 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ve % 60 ± 5 oransal nemde 30 gün depolanmıştır. Bu depolama sıcaklığı raf ömrü (manav) koşullarını temsil etmesi amacı ile seçilmiştir. Bütün gruplardaki meyveler, plastik kasalarda ($50 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} \times 13 \text{ mm}$) ve normal atmosfere koşullarına (% 21 O_2 ve % 0.03 CO_2) sahip, sıcaklık ve nem yalıtımı yapılmış depolarda muhafaza edilmiştir. Depolama boyunca bütün narlara denemenin başlangıcında (0. gün) ve 5'er gün aralıklarda aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

2.1. Ağırlık kaybı

Denemenin başında tek tek tartılarak etiketlenen narlar (tekerrürde 12 adet) ayrı kasalarda depoya yerleştirilmiş ve her analiz döneminde etiketlenen bu narlar depodan çıkartılıp ölçülerek tekrar depolara konulmuştur. Ağırlık kayıpları, 0.01 g hassasiyetteki terazi (Scaltec SBA51 model) ile tartılmış ve (İlk ağırlık - Dönem ağırlığı / İlk ağırlık) $\times 100$ formülüne göre hesaplanmıştır (Bolel vd., 2019a). Elde edilen sonuçlar % olarak sunulmuştur.

2.2. Usare miktarı

Deneme başlangıcında ve her analiz döneminde (tekerrürde 12 adet) narların başlangıç ağırlığı tartılmış ve suları sıkılmıştır. Daha sonra sıkılan narlar tekrar tartılarak posa ağırlığı belirlenmiştir. Usare miktarı ise ((Başlangıç Ağırlığı- Posa Ağırlığı) / Başlangıç Ağırlığı) × 100 formülüne göre hesaplanmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.

2.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Narların (tekerrürde 12 adet) suyu narenciye sıkacağı ile çıkartılmıştır. Elde edilen meyve suyunda SÇKM dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) ile ölçülerek sonuçlar % olarak verilmiştir (Koyuncu vd., 2019).

2.4. Titre edilebilir asit miktarı (TEA)

Narenciye sıkacağı ile SÇKM için elde edilen meyve suyundan (tekerrürde 12 adet) behere 10 mL alınmıştır. TEA değeri % 1 N'lik sodyum hidroksit ile pH'sı 8.1 oluncaya kadar pH metre (Hanna) kullanılarak titre edilmesi ile belirlenmiştir. Sonuçlar harcanan baz üzerinden hesaplanarak, sitrik asit cinsinden g 100 mL⁻¹ olarak verilmiştir (Koyuncu vd., 2019).

2.5. Meyve kabuk rengi

Depolama süresince meyve kabuğunda meydana gelen renk değişimlerini belirlemek amacıyla ağırlık kaybı için etiketlenen meyveler (tekerrürde 12 adet) kullanılmıştır. Bu amaçla her analiz döneminde depodan çıkartılan meyve örneklerinde, etiketlenen noktanın altı kısmından renk cihazı (CR 300 model Minolta) ile ölçümler yapılmış ve CIE L*a*b* cinsinden belirlenmiştir. Elde edilen CIE L*a*b* ölçümlerinden sonra, Chroma (C*) değerinin hesaplanmasında $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ formülü ve hue açısının (h°) hesaplanmasında ise $\tan^{-1} (b^*/a^*)$ formülü kullanılmıştır. Sonuçlar L*, C* ve h° olarak sunulmuştur (Koyuncu vd., 2019).

2.6. Dış görünüş ve tat

Depolama başlangıcında ve her analiz döneminde (tekerrürde 12 adet) 6 panelist tarafından depodan çıkartılan narlarda kabuk yüzeyindeki buruşma, kırışma ve köşeleme gibi bozukluklar dikkate alınarak dış görünüşleri 1-9 skalasına (1-3: pazarlanamaz, 5:pazarlanabilir, 7: iyi, 9: çok iyi) göre değerlendirmiştir. Narların tat değerleri ise 1 - 5 skalasına (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) göre puanlandırılmıştır (Bolel, 2019b).

2.7. Çürük meyve miktarı ve üşüme zararı

Her dönem depolardan çıkartılan narların hepsinde çürüme olup olmadığı kontrol edilmiş ve çürüyen narların sayıları belirlenmiştir. Depolama sonunda çürüyen meyve

sayıları başlangıçtaki meyve sayısına oranlanmış ve % olarak hesaplanmıştır. Üşüme zararının belirlenmesinde de 0 - 5 skalası kullanılmıştır. Bu skalaya göre. 0 puan kahverengileşme yok, 1 puan % 10, 2 puan % 25, 3 puan % 50, 4: puan % 75 ve 5 puan % 100 kahverengileşme olarak değerlendirilmiştir (Selçuk, 2012).

2.8. İstatistik analizler

Deneme tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü (her tekerrürde 12 meyve) olarak kurulmuş ve elde edilen sonuçlar varyans analizine (SPSS v.18.0) tabi tutulmuştur. Uygulamaların ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde ise Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır ($P < 0.05$).

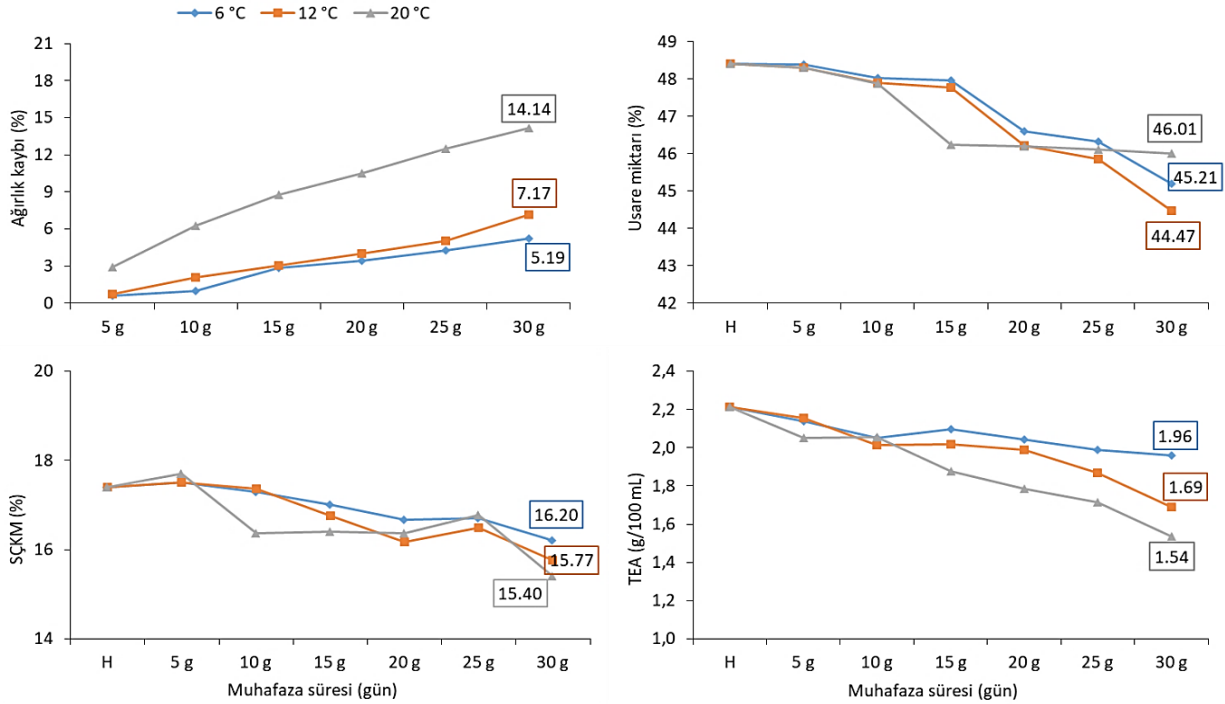
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ağırlık kaybı

Narda ağırlık kaybı büyük oranda meyve kabuğundan kaybedilen su kaybından kaynaklandığı için ağırlık kaybı sadece meyve ağırlığındaki azalmayı değil aynı zamanda görsel kaliteyi de olumsuz etkilemektedir. Meyve kabuğundaki yüksek gözenekli yapı narları su kaybına karşı hassas kılmaktadır (Selçuk ve Erkan, 2015; Koyuncu vd., 2019). Çalışmamızda depolama boyunca ağırlık kayıpları ortam sıcaklığına göre değişmekle beraber, tüm uygulama gruplarında düzenli olarak artmış ve bu artışlar istatistik olarak da önemli ($P < 0.05$) olmuştur (Tablo 1). Ancak, 20 °C depoda ağırlık kaybı depolamanın 10. gününde, çoğu meyve için sınır değer kabul edilen % 5'i geçmiştir. 12 °C'ye sahip depoda meyveler bu sınır değere 25. günde ulaşırken, soğuk odada (6 °C) 30. günde ağırlık kaybı % 5.19 olmuştur (Şekil 1). Meyvelerde sıcaklık artışına bağlı olarak, ağırlık kaybının da depolama süresince arttığı bilinmekle (Koyuncu, 2017) beraber, narlarda bu denli bariz olması onların kabuk yapısıyla ilişkilendirilmiştir (Hiçyılmaz ve Öz, 2018). Ortam sıcaklığına bağlı olarak değişen solunum hızı farklılıkları da ağırlık kaybındaki artışa kısmen neden olmuştur. Soğuk depoda bile ağırlık kayıplarının hızlı olması meyvelerin üstü açık delikli plastik kasalarda muhafaza edilmesiyle açıklanabilir. Bu sonuçlar günümüz koşullarında nar meyvesinin uzun süreli depolanmasında su buharı geçirgenliği düşük ambalaj malzemelerinin önemini göstermektedir. Narlarda önceki yıllarda yürüttüğümüz depolama çalışmalarında zamana bağlı olarak ağırlık kayıplarının arttığı bildirilmekle (Bolel vd., 2019a; Koyuncu vd., 2019; Büllüç ve Koyuncu, 2021) beraber, bu çalışmamızda depo sıcaklığı ve oransal nem miktarına bağlı olarak bariz farklılıkların oluşabileceği saptanmıştır.

3.2. Usare miktarı

İnsan sağlığı için kıymetli bileşenler içeren nar suyuna (Barman vd., 2014) olan ilgi son yıllarda arttığı için meyve



Şekil 1. Farklı depolama sıcaklıklarında muhafaza edilen 'Hicaznar' nar çeşidinde meydana gelen ağırlık kaybı, usare miktarı, SÇKM miktarı ve TEA miktarı değişimleri.

suyu miktarındaki değişim önemlidir. Denemede depolama sıcaklıkları ve süresinin meyvelerin usare miktarı üzerine etkisi önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 1). Depolama öncesi ortalama % 48.42 olarak hesaplanan usare miktarı her üç sıcaklıkta da azalarak 30. günde ortalama % 45.23 olmuştur. Ortalama usare miktarı 12 ve 20 °C'lik depolarda aynı değerleri (% 47.00 ve % 47.02) alırken, soğukta depolanan meyvelerde bu değer istatistik olarak daha yüksek bulunmuştur (% 47.27). Yüksek sıcaklıklarda (12-20 °C) meyvelerin ortalama usare miktarlarının daha fazla azalması su kaybının bu meyvelerde fazla olmasıyla açıklanabilir. Nitekim depolama boyunca nar meyvelerdeki su kaybı, hem başta SÇKM miktarı olmak üzere meyve suyu içeriği (Artes vd., 1996) hem de % usare miktarı üzerine etkili olmaktadır.

3.3. Suda çözünen kuru madde miktarı

Depo sıcaklıkları ve muhafaza süresinin SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistik olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 1). Depolamanın ilk 5 gününde tüm koşullarda bir miktar artış gösteren SÇKM miktarı, muhafazanın geri kalan dönemlerde azalarak deneme sonunda ortalama % 15.79 olmuştur. Ortalama değerler incelendiğinde, muhafaza sonunda en yüksek SÇKM değeri soğukta depolanan meyvelerde (% 16.20) saptanırken, bunu sırasıyla % 15.77 ve % 15.40'lık değerlerle 12 ve 20 °C'de saklanan nar örnekleri takip etmiştir (Şekil 1). Görüldüğü gibi depolama sıcaklıklarındaki artışa paralel olarak SÇKM miktarlarındaki kayıplar artmıştır. Bu durum artan depolama sıcaklıklarına bağlı olarak solunumla tüketilen şeker miktarındaki artışla

açıklanabilir. Meyve gelişme döneminde meyvede sentezlenen şekerlerin derim sonrası dönemde solunumla parçalanarak karbondioksit, su ve enerji olarak açığa çıktığı bilinmektedir. Önceki yıllarda narlarla yürütülen depolama çalışmalarında da solunum yoluyla tüketiler SÇKM miktarında benzer azalışların olduğu rapor edilmiştir (Elyatem ve Kader, 1984; Artes vd., 1998; Bayram vd., 2010; Selçuk ve Erkan, 2015; Koyuncu vd., 2019). Çalışmamızda depolama sıcaklıklarındaki artışla uyumlu olarak SÇKM değerlerindeki azalışların çok bariz olmasını, klimakterik bir meyve olmayan narlarda hasat sonrası olgunlaşmadan kaynaklı SÇKM birikimi olmayıp, sadece tek yönlü solunumla parçalanma sürecinin devam etmesiyle açıklanabilir (Bolel vd., 2019b). Diğer taraftan depolama sırasında nar meyvesinde ağırlık kaybının büyük oranda kabuktan gerçekleşip nar tanesinden olmaması, oransal olarak SÇKM miktarındaki artışa engel olabildiği rapor edilmiştir (Nanda vd., 2001). Bununla birlikte önceki yıllarda yürütülen bazı çalışmalarda (Köksal, 1989; Ghafir vd., 2010), narlarda yüksek oranda gerçekleşen su kaybına bağlı olarak depolama sonunda SÇKM miktarlarında oransal olarak artış olduğunu bildirilmiştir.

3.4. Titre edilebilir asitlik miktarı

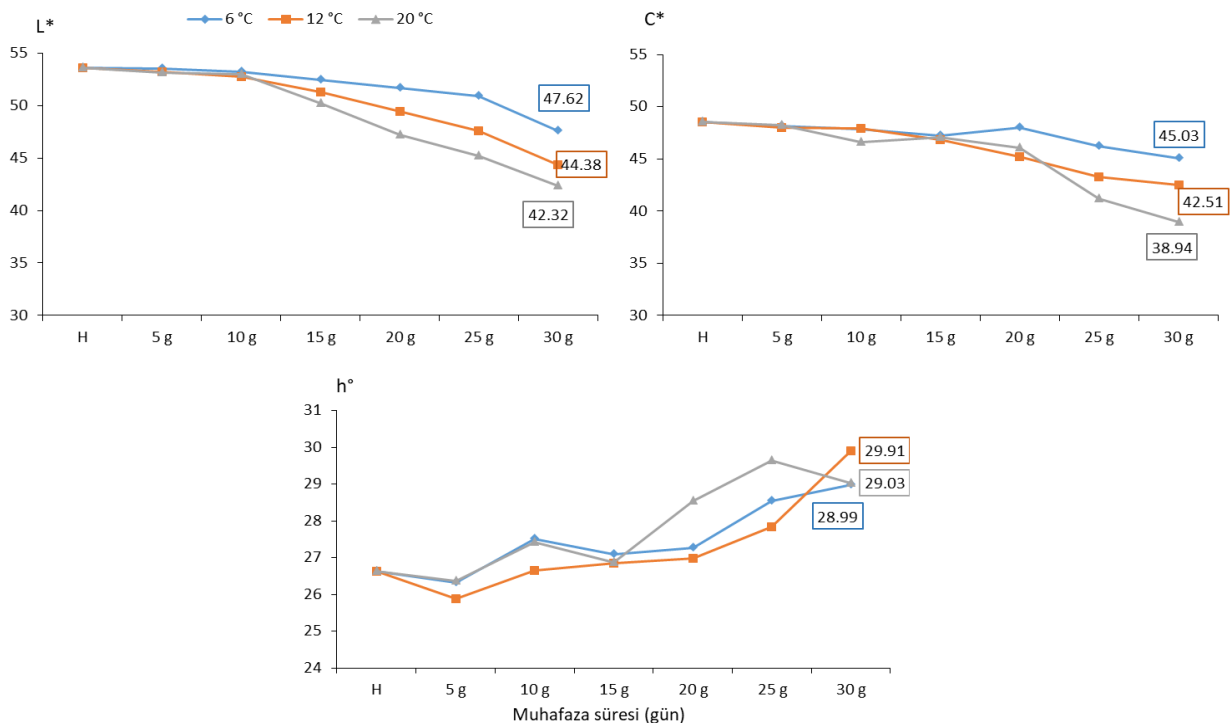
Çalışmada nar meyvesinde depolama süresinin TEA miktarları üzerine etkisi istatistik olarak önemli ($P < 0.05$) olurken, sıcaklık uygulamalarının etkisi önemsiz ($P < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 1). Her ne kadar sıcaklıkların etkisi önemsiz bulunsa da depo sıcaklığı arttıkça TEA değerlerinin daha fazla azaldığı görülmektedir. Soğuk odada depolanan narlarda deneme sonunda TEA miktarı

1.96 g 100 mL⁻¹ iken, 12 ve 20 °C'lik depolarda bu veri sırasıyla 1.69 ve 1.54 g 100 mL⁻¹ olarak saptanmıştır (Şekil 1). Depolama sıcaklığı arttıkça meyvelerdeki metabolik aktivitelerin de hız kazandığı bilinmektedir. Dolayısıyla yüksek sıcaklıklarda depolanan narlarda TEA miktarının daha çok azalması, meyvelerdeki organik asitlerin artan solunumla daha hızlı tüketilmesiyle açıklanabilir. Nitekim organik asitlerin meyvelerde solunumda kullanılan temel bileşiklerden biri olduğu bilinmektedir (Echeverria ve Valich, 1989). Çalışmamızda narlardaki TEA miktarlarının her üç ortamda da depolama süresince düzenli olarak azalması literatür (Artes vd., 1996; Barman vd., 2011; Oğuz vd., 2014) bulgularıyla paralellik göstermektedir. Ülkemizde 'Hicaznar' çeşidi ile yapılan muhafaza çalışmalarında bölge ve derim zamanına göre değişmekle beraber TEA değerleri genellikle % 1-2 arasında yer almıştır. Çalışmamızda TEA değerlerinin kısmen yüksek çıkması derim zamanı ile ilişkilendirilebilir.

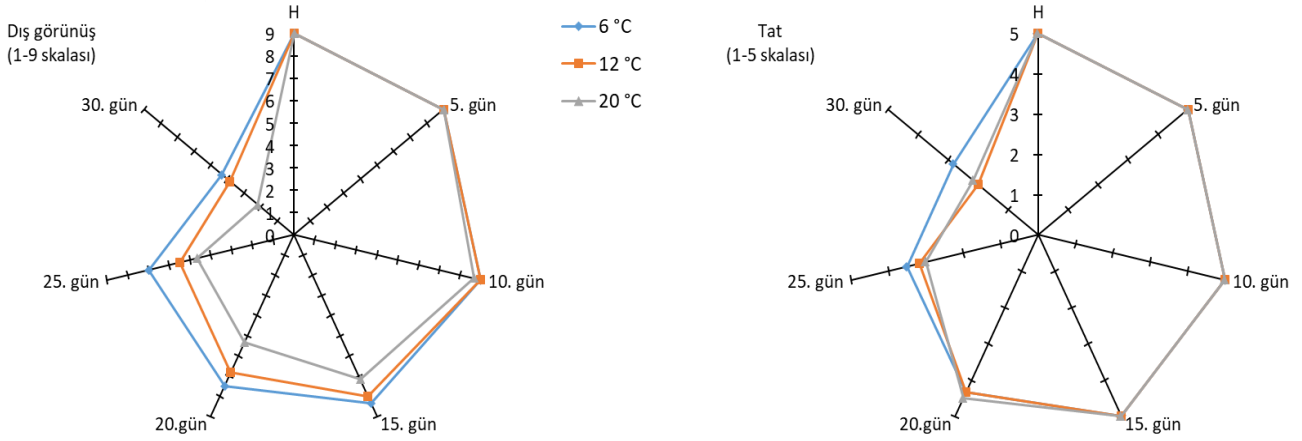
3.5. Meyve kabuk rengi

Renkte parlaklığı ifade eden L* değeri üzerine hem sıcaklıkların hem de depolama süresinin etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (Tablo 1). Başlangıçta 53.62 olan L* değeri, önceki yıllarda yürütülen çalışmalara uyumlu olarak (Shaarawi ve Nagy, 2017; Lufu vd., 2021) tüm örneklerde depolama boyunca azalmıştır. Ortam sıcaklığının L* değeri üzerine etkisi depolamanın 15-20. günlerinde daha bariz olmaya başlamış ve depolama sonunda 47.62 (6 °C) ile 42.32 (20 °C) arasında değişmiştir. Kabuk rengi L* değerlerindeki değişkenlik, ortam sıcaklığına bağlı olarak değişen su/ağırlık kaybına (Şekil 1)

ve kabuktaki renk pigmentlerinin parçalanma hızına dayandırılabilir. Narlarda su kaybındaki artışa bağlı olarak kabuk rengi L* değerinin azaldığı bilinmektedir (Bülüç ve Koyuncu, 2021). L* değerinde olduğu gibi renkte canlılığı ifade eden C* değeri depolama boyunca azalmıştır. Başlangıçta 48.57 olarak ölçülen kroma değeri, depolamanın 20. gününden itibaren daha belirgin olmak üzere sıcaklığa göre farklılaşmış ve depolama sonunda 38.94 (6 °C) ile 45.03 (20 °C) arasında değişmiştir (Şekil 2). Beklendiği gibi soğuk odada depolanan nar meyveleri kabuk rengindeki canlılıklarını daha iyi korumuşlardır. Bu durum yukarıda L* değeriyle ilişkili olarak ifade edildiği gibi düşük sıcaklıklarda depolanan narlarda su kaybı ve pigment parçalanma hızının yavaş olmasıyla açıklanabilir. Nitekim Bülüç ve Koyuncu, (2021) metabolik aktiviteyi baskılayan değişik uygulamaların depolama boyunca narlarda C* değerindeki azalmayı sınırlandırarak meyvelerin daha canlı kalmasına neden olduğunu rapor etmişlerdir. L* ve C* değerlerinin aksine h° değeri depolamanın 15. gününden sonra daha belirgin olmak üzere artmış ve deneme sonunda ortalama 29.31 olarak ölçülmüştür. Ortam sıcaklıklarının istatistik olarak etkisi olmamakla beraber 20 °C'de depolanan narlarda h° değeri ortalaması kısmen yüksek (27.79) bulunmuştur. Bunu yüksek sıcaklıklarda depolanan nar meyvelerinde yaşlanmaya bağlı olarak kırmızı rengi veren renk maddelerinin daha fazla parçalanmasıyla ilişkilendirebiliriz. Nar gibi kırmızı renkli meyvelerde diğer renk parametreleri göz ardı edildiğinde, h° değerinin artışı kırmızı rengin açıklığını ifade etmektedir. Ancak bu denemede olduğu gibi bariz farklılıklar olmadığı zaman sadece h° değerine dayanarak kesin ifadelerle yorum



Şekil 2. Farklı depolama sıcaklıklarında muhafaza edilen 'Hicaznar' nar çeşidinde meydana gelen meyve kabuk rengi L*, C* ve h° değeri değişimleri.



Şekil 3. Farklı depolama sıcaklıklarında muhafaza edilen 'Hicaznar' nar çeşidinde meydana gelen dış görünüş ve tat değişimleri.

yapmak yanıltıcı olabilir. Çalışmamızda depolama boyunca h° değerindeki artış önceki yıllarda narlarla yürütülen çalışma bulgularıyla (Bayram, 2007; Kirpi, 2010) uyumlu bulunmuştur.

3.6. Duyusal değerlendirmeler

Denemede sıcaklık uygulamaları ve depolama süresi nar meyvelerini dış görünüş ve tat puanlarını önemli ($P < 0.05$) düzeyde etkilemiştir (Tablo 1). 20 °C'lik depolarda denemenin 10., diğer iki depoda ise 15. gününde başlayarak depolama boyunca ortam sıcaklığıyla doğru orantılı olarak narlarda dış görünüş puanları azalmıştır. Depolamanın 25. gününde 20 °C'de depolanan narlar 4.67'lik puanla pazarlanamaz seviyeye ulaşırken, 12 °C'deki meyveler pazarlanabilir (5.50), 6 °C muhafaza edilenler ise iyi düzeyde (7.00) puan almıştır. Depolama sonunda farklı sıcaklıklarda depolanan meyveler arasında bariz puan farkları olmasına rağmen, narların tümü pazarlanabilir kalitenin (≥ 5) altında kalmışlardır (Şekil 3). Barman vd. (2014) narlarda depolama sıcaklığının meyvelerin dış görünüşü üzerine etkili olduğunu 5 °C'de depolananların deneme sonunda daha yüksek puan aldıklarını rapor etmişlerdir. Çalışmamızda ilk 15 gün boyunca panelistler muhafaza sıcaklığının meyve tadı üzerine etkisini belirleyememişler ve her üç grup meyveye de tam puan (5) vermişlerdir. 20. günden itibaren meyveler depolama sıcaklığına bağlı olarak kısmen farklı puanlarla değerlendirilseler de dış görünüş puanlarında olduğu gibi bariz farklılaşmalar gözlemlenmemiştir (Şekil 3). Bununla beraber depo sıcaklıklarının tat üzerine etkisi

deneme sonunda istatistik olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 1). Dış görünüşte olduğu gibi artan depo sıcaklığına bağlı olarak meyvelerin tat puanları daha fazla azalmıştır. Deneme sonunda 6 °C'de depolananlar kısmen daha yüksek puan (2.83) alırken, her üç sıcaklıkta depolanan narlar orta seviyenin (3 puan) altında kalmışlardır (Şekil 3). Diğer kalite parametrelerinde olduğu gibi duyu kalitenin korunması bakımından 6 °C'lik depo koşulu en iyi sonucu vermiştir.

3.7. Çürük meyve miktarı ve üşüme zararı

Deneme boyunca nar meyvelerinde herhangi bir çürük meyveye rastlanmamıştır. Bunun depolama süresinin kısa olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Bolel vd. (2019b) 6 °C'de depolanan 'Hicaznar' çeşidi meyvelerinde ilk 90 gün meyve çürümesi olmadığını bildirmişlerdir. Denememizde seçilen depolama sıcaklıklarının 'Hicaznar' çeşidinde üşüme zararı için eşik değer olarak kabul edilen 5 °C'nin üzerinde olması bu fizyolojik bozukluğun ortaya çıkmasını engellemiştir. Kaldı ki narlarda kritik seviyenin altındaki sıcaklıklarda bile 30 gün içerisinde meyvelerde üşüme zararı beklenmemektedir.

4. Sonuç

Çalışmada depo sıcaklıkları depolama boyunca narlarda meyve kalite değişimini bariz şekilde etkilemiş, sıcaklık değeri arttıkça kalite kayıpları hızlanmıştır. Ortam sıcaklığı ve oransal nem değerlerine bağlı olarak ilk 10 ile 25 gün

Tablo 1. İncelenen parametrelere ait önemlilik dereceleri.

Parametreler	Muhafaza süresi (MS)	Depolama sıcaklıkları (DS)	MS × DS
Ağırlık kaybı (%)	**	**	**
Usare miktarı (%)	**	*	ÖD
SÇKM (%)	**	**	ÖD
TEA (g 100 mL ⁻¹)	*	ÖD	*
Meyve kabuk rengi L*	**	**	**
Meyve kabuk rengi C*	**	*	ÖD
Meyve kabuk rengi h°	*	ÖD	ÖD
Dış görünüş	**	**	**
Tat	**	**	**

içerisinde çoğu meyve türü için sınır değer kabul edilen % 5'lik ağırlık kaybının aşılması, narların muhafazasında ortam sıcaklığı ve ambalaj malzemesinin önemini göstermiştir. Genel olarak soğuk odada (6 °C) depolanan narlarda incelenen kalite kriterleri bakımından depolama boyunca daha iyi sonuçlar alınmıştır. 6 °C'de bile 25. günden sonra narların dış görünüş bakımından pazarlanabilir kalitenin (≥ 5) altında kalması, uzun süreli nar depolanmasında belirli bir su buharı geçirgenliği olan ambalaj malzemelerinin önemini ortaya koymuştur. Mevcut çalışmada başta ağırlık kayıpları ve görsel kalite olmak üzere incelenen kalite kriterleri dikkate alındığında, 'Hicaznar' çeşidinin plastik kasa içerisinde 6 °C 'de 25 gün, 12 °C'de 20 gün ve 20 °C'de 10-15 gün kaliteli olarak depolanabileceği belirlenmiştir.

Yazar Katkı Oranları

Derya Erbaş: Kavramsallaştırma, Araştırma, Orijinal Taslak Yazımı; Mehmet Ali Koyuncu: Kavramsallaştırma, Araştırma, İnceleme ve Düzenleme; Gamze Atakan: Araştırma

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Kaynakça

- Artés, F., Marin, J. G., & Martínez, J. A. (1996). Controlled atmosphere storage of pomegranate. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 203(1), 33-37. <https://doi.org/10.1007/BF01267766>
- Artés, F., Tudela, J. A., & Gil, M. I. (1998). Improving the keeping quality of pomegranate fruit by intermittent warming. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 207(4), 316-321. <https://doi.org/10.1007/s002170050339>
- Barman, K., Asrey, R., & Pal, R. K. (2011). Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 130(4), 795-800. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.09.005>
- Barman, K., Asrey, R., Pal, R. K., Kaur, C., & Jha, S. K. (2014). Influence of putrescine and carnauba wax on functional and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 51(1), 111-117. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0483-0>
- Bayram, E. (2007). Değişik ambalaj tiplerinde Hicaznar çeşidinin soğukta muhafazası üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Bayram, E., DüNDAR, O., & OZKAYA, O. (2010). The effect of different packing types on the cold storage of 'Hicaznar' pomegranates. *Acta Horticulturae*, 876, 197-200. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.876.25>
- Bolel, H., Koyuncu, M. A., & Erbaş, D. (2019a). Ozon ve fungusit uygulamalarının narda soğukta depolama boyunca meyve kalitesi değişimi üzerine etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 1841-1850. <http://dx.doi.org/10.21597/jist.551675>
- Bolel, H., Koyuncu, M. A., & Erbaş, D. (2019b). The combined effect of controlled atmosphere with ozone and prochloraz treatment on storage life and quality of pomegranate cv. Hicaznar. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(2), 195-202. <http://dx.doi.org/10.29278/azd.555195>
- Bülüş, O., & Koyuncu, M. A. (2021). Effects of intermittent ozone treatment on postharvest quality and storage life of pomegranate. *Ozone: Science & Engineering*, 43(5), 427-435. <https://doi.org/10.1080/01919512.2020.1816449>
- Çil, O., Erdem, F., & Aday, M. S. (2020). Nar (*Punica granatum*): Sağlığa yararı, ekonomik değeri ve hasat sonrası muhafaza metotları. *Gıda*, 45(5), 881-893. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20078>
- Echeverria, E., & Valich, J. (1989). Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia oranges. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114(3), 445-449.
- Elyatem, S. M., & Kader, A. A. (1984). Post-harvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 24(3-4), 287-298. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(84\)90113-4](https://doi.org/10.1016/0304-4238(84)90113-4)
- Fialho, L., Ramôa, S., Parenzan, S., Guerreiro, I., Catronga, H., Soldado, D., Guerreiro, O., Garcia, V. G., Silva, P. D., & Jerónimo, E. (2021). Effect of regulated deficit irrigation on pomegranate fruit quality at harvest and during cold storage. *Agricultural Water Management*, 251, 106869. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106869>
- Ghafir, S. A., Ibrahim, I. Z., Zaied, S. A., & Abusrewel, G. S. (2010). Response of local variety 'Shlefy' pomegranate fruits to packaging and cold storage. *Acta Horticulturae*, 877, 427-432. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.877.55>
- Golkarian, M. (2015). Önsoğutma ve modifiye atmosfer ambalajlarının nar (*Punica granatum* cv. Hicaznar) meyvelerinin depolamasına etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Hiçyılmaz, Ş., & Öz, A. T. (2018). 'Hicaznar' nar meyvelerinde derim sonrası fungal bozulmalar ve üşüme zararının kontrolü üzerine gammaaminobütirik asit uygulamasının etkisinin belirlenmesi. 3rd International Energy & Engineering Congress Proceedings Book, (pp. 799-825). Gaziantep University, Turkey.
- Karaca, S., & Şen, F. (2014). Nar meyvesinin muhafazasında farklı modifiye atmosfer ambalajlarının çürüklük gelişimi, ağırlık kaybı, renk ve duyu özellikleri üzerine etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 21-31.

- Kirpi, N. (2010). Derim sonrası sıcak su uygulamasının Hicaznar çeşidinde muhafaza kalitesi üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Koyuncu, M. A., Erbaş, D., Onursal, C. E., Seçmen, T., Güneşli, A., & Sevinç Üzümcü, S. (2019). Postharvest treatments of salicylic acid, oxalic acid and putrescine influences bioactive compounds and quality of pomegranate during controlled atmosphere storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 350-359. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3495-1>
- Koyuncu, M. A. (2017). Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazara hazırlanması, in: Türk R, Güneş Tuna N, Erkan M, Koyuncu MA (eds.), *Bahçe ürünlerinin depolanması* (s. 245-291), Somtaç Yayınları.
- Köksal, A. I. (1989). Research on the storage of pomegranate (cv. Gök Bahçe) under different conditions. *Acta Horticulturae*, 258, 299-302. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.258.33>
- Lufu, R., Ambaw, A., & Opara, U. L. (2021). The Influence of internal packaging (liners) on moisture dynamics and physical and physiological quality of pomegranate fruit during cold storage. *Foods*, 10(6), 1388. <https://doi.org/10.3390/foods10061388>
- Mantzourani, I., Terpou, A., Bekatorou, A., Mallouchos, A., Alexopoulos, A., Kimbaris, A., Bezirtzoglou, A., Athanasios, A. A., & Plessas, S. (2020). Functional pomegranate beverage production by fermentation with a novel synbiotic *L. paracasei* biocatalyst. *Food Chemistry*, 308, 125658. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125658>
- Nanda, S., Rao, D. S., & Krishnamurthy, S. (2001). Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest Biology and Technology*, 22(1), 61-69. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00181-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00181-2)
- Oğuz, H., Şen F., Eroğlu D. (2014). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde farklı lokasyonlarda yetiştirilen 'Katırbaşı' nar (*Punica granatum* L.) çeşidinin depolanma süresince bazı fiziksel ve biyokimyasal içeriklerindeki değişimlerin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3), 309-316. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236281>
- Roukas, T., & Kotzekidou, P. (2020). Pomegranate peel waste: a new substrate for citric acid production by *Aspergillus niger* in solid-state fermentation under non-aseptic conditions. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 13105-13113. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07928-9>
- Sarıca, Ş. (2011). Nar suyu yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanım olanakları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 97-101.
- Selçuk, N. (2012). Farklı asitlik seviyelerinde narlarda sıcak su ve modifiye atmosferde paketlenme uygulamalarının antioksidan bileşikler ve muhafaza üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Antalya.
- Selçuk, N., & Erkan, M. (2015). Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour-sweet pomegranates cv.'Hicaznar'during long-term storage under modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.018>
- Shaarawi, S. A., & Nagy, K. S. (2017). Effect of modified atmosphere packaging on fruit quality of "Wonderful" pomegranate under cold storage conditions. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 6(2), 495-505.
- Türk, B. (2015). Kalsiyum uygulaması ve hasat olgunluğunun depolama süresince nar meyvelerinin fizyolojik ve patolojik bozukluklar ile kalitesine etkilerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2022. İstatistik veri portalı-Tarım- Bitkisel istatistikler. Erişim adresi <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>
- Venkataramudu, K., Naik, S. R., Viswanath, M., & Chandramohan, G. (2018). Packaging and storage of pomegranate fruits and arils: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 6(6), 1964-1967.
- Yalçınçıray, Ö., & Anlı, R. E. (2015). Sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı nar ve nar ürünlerinin tüketimi günden güne artmakta ve önem kazanmaktadır. *Gıda*, 40(4), 209-216. <https://doi.org/10.15237/gida.gd1406>