



## Hasat Sonrası Kitosan ve Salisilik Asit Uygulamalarının Danelenmiş 'Hicaznar' Çeşidinde Muhafaza Süresi ve Kalite Üzerine Etkileri

Effects of Postharvest Chitosan and Salicylic Acid Treatments on Storage Duration and Quality of Minimally Processed 'Hicaznar' Pomegranate Varieties

Sevil Ünal<sup>1</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 28.05.2025

Kabul Tarihi (Accepted): 09.07.2025

Yayın Tarihi (Published): 29.08.2025

**Öz:** Nar yetiştiriciliği ülkemizde ve dünyada son yıllarda çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Hasat edilen nar miktarındaki artışa bağlı olarak muhafazası da aynı oranda önem kazanmıştır. Bu çalışmada danelenmiş narlara kitosan, salisilik asit ve bu uygulamaların birlikte kullanımı olan kitosan+salisilik asitin hasat sonrası soğukta muhafaza süresince kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Daneleme işlemi yapılan narlar uygulamalar yapıldıktan sonra 4 °C ve %90 oransal nem içeren soğuk hava deposunda 16 gün süreyle depolanmıştır. Muhafaza süresince 4 gün arayla danelerde ağırlık kaybı, dane rengi (hue açısı), suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asitlik miktarı (TEA), toplam fenolik madde miktarı (TFM), toplam antioksidan aktivite miktarı (TAA), askorbik asit (C vitamini) miktarı (AsA) ve toplam antosiyanin miktarı (TA) analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda kitosan (Ch) ve salisilik asit (SA) uygulamasının kontrol ile karşılaştırıldığında danelerde kalite özelliklerini korumada etkili olduğu, bu etkinin birlikte kullanıldığında (Ch+SA) daha da arttığı saptanmıştır. Ch+SA uygulamasının ağırlık kaybının azaltılması, dane rengi, SÇKM, TEA değerlerindeki değişimin yavaşlatılmasında etkili bir uygulama olduğu görülmüştür. Ayrıca TAA, TFM, AsA ve TA kapsamalarında oluşan değişimlerin yavaşlatılmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak 16 gün muhafaza edilen nar danelerinde hasat sonrası Ch ve SA uygulamalarının birlikte kullanımının kalite özelliklerini korumada etkili olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nar, Taze kesilmiş, Muhafaza, Kitosan, Salisilik asit

&

**Abstract:** In recent years, pomegranate cultivation has significantly increased both in Turkey and worldwide. Consequently, the importance of postharvest preservation has grown in parallel with the rising volume of harvested pomegranates. This study aimed to investigate the effects of chitosan (Ch), salicylic acid (SA), and their combined application chitosan+salicylic acid (Ch+SA) on the quality attributes of pomegranate arils during cold storage. Following aril extraction, treatments were applied, and the arils were stored at 4 °C and 90% relative humidity for 16 days. At 4 day intervals during the storage period, samples were analyzed for weight loss, aril color (hue angle), total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), total phenolic content (TPC), total antioxidant activity (TAA), ascorbic acid (vitamin C) content (AsA), and total anthocyanin content (TA). Results indicated that both Ch and SA treatments were effective in maintaining the quality attributes of the arils compared to the control, with the combined application (Ch+SA) showing enhanced effectiveness. The Ch+SA treatment was particularly effective in reducing weight loss and slowing changes in hue angle, TSS, and TA. Additionally, it has been determined that postharvest application of chitosan+salicylic acid could be an effective method for keeping quality attributes in pomegranate arils during a cold storage period of 16 days.

**Keywords:** Pomegranate, Minimally processed, Storage, Chitosan, Salicylic acid

**Atıf/Cite as:** Ünal, S. (2025). Hasat sonrası kitosan ve salisilik asit uygulamalarının danelenmiş 'Hicaznar' çeşidinde muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 11(2), 178 – 187, doi: 10.24180/ijaws.1708247

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Etik:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Dr. Sevil ÜNAL, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, sozcelik@selcuk.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

## GİRİŞ

Nar (*Punica granatum L.*) besin değeri açısından zenginliği ile insan sağlığına olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda önemi ve buna bağlı olarak üretim miktarı artan bir meyve türüdür. Ülkemizde 2024 yılında 294.013 da alanda 703.425 ton nar üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2024). Nar taze olarak tüketilmesinin yanı sıra nar suyu, reçel, konserve, şarap ve şurup yapımı olarak farklı ürünlere işlenmektedir. Nar meyvesi flavonoidler, fenolik asitler, reçeneli maddeler, polifenolik maddeler, antioksidanlar, alkaloidler, C vitamini içeriği bakımından çok zengin olmasından dolayı kanser ve kalp damar hastalıkları gibi önemli hastalıkları önlemede olumlu etkiler göstermektedir. İnsan beslenmesi açısından pozitif etkileri nedeniyle nar dünya çapında "süper meyve" olarak kabul edilmektedir (Holland vd., 2009; Viuda-Martos vd., 2010; Mwelase vd., 2022).

Nar meyvelerinin kabuklarının sert olması ve daneleme işleminin zorluğu nedeniyle minimal işlenmiş (danelenmiş) nar daneleri tüm meyvelere kıyasla tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Ayrıca nar meyvelerinde hasat öncesi dönemde oluşan çatlama, buruşma ve meyve kabuklarında güneş yanığı gibi dışsal zararlanmalar, ürünün sofralık olarak pazarlanmasını sınırlandırmaktadır. Bu yüzden dış kabuğu hafif zararlanmış ve taze tüketime uygun olmayan nar meyvelerinin danelenmiş olarak kullanımı ticari olarak önem kazanmaktadır (Gil vd., 1996; Erkan ve Doğan, 2018).

'Katrbaşı' nar çeşidi meyvelerinin el ile tanelenerek deliksiz 250 g'lık şeffaf plastik kaselerde 5 °C'de 18 gün süre ile depolandığı bir çalışmada, tane narlarda soğukta muhafaza sırasında herhangi bir mantarsal bozulma meydana gelmemiş, renkte solma ve pörsümenin 12. günden sonra ve tat bozulması ve su sızmasının 15. günden sonra başladığı gözlemlenmiş olup, tane meyvelerin kalite özelliklerini koruyarak deliksiz şeffaf plastik kaselerde 5 °C'de 12 gün süre depolanabileceği bildirilmiştir (Çandır vd., 2020).

Yenilebilir doğal kaplamalar minimal işlenmiş ürünlerde kalitenin korunmasını sağlayarak, metabolizma hızını ve su kaybını yavaşlatarak depolama ömrünün korunmasını sağlamaktadır (Wu vd., 2021). Bu kaplama materyalleri gaz ve su buharına karşı seçici geçirgenlik sağlayarak metabolik aktivite hızını azaltmakta, bunun sonucunda da taze ürünlerin olgunlaşmasını yavaşlatarak yaşlanmasını geciktirmektedir (Zarbakhsh vd., 2020). Kitosan kitinin deasetilasyonu ile elde edilen, yaygınlık, biyolojik olarak parçalanabilirlik, toksik olmama, film oluşturma yeteneği ve aktif bileşenlerin taşıyıcısı olma gibi çok çeşitli özellikleri nedeniyle en çok kullanılan polisakkarit bazlı kaplama materyallerinden birisidir (Jiao vd., 2019). Hasattan sonra depolama süresince kitosan uygulanan ürünlerde solunum oranı ve ağırlık kaybındaki artışın yavaşladığı ve daha yüksek biyokimyasal içeriğe sahip olduğu belirtilmektedir (Sivakumar vd., 2016). Ancak kitosanın düşük antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri nedeniyle pratikliği sınırlı olup, işlevselliği antioksidanlar, antimikrobiyaller, bakteriyostatik maddeler, uçucu yağlar ve diğer özelliklere sahip bileşiklerin eklenmesi ile genişletilerek ürünlerde daha fazla koruma sağlanabilmektedir (Mwelase vd., 2022).

Hasat sonrası salisilik asit uygulamalarının tek başına veya diğer hasat sonrası işlemlerle birlikte kullanılması depolama ömrünü uzatmakta ve hasattan sonra kayıpların kontrolünde olumlu etkiler göstermektedir (Sabir ve Sabir, 2017). Salisilik asit ve türevleri bitkilerde özellikle biyotik ve abiyotik stres koşullarında fizyolojik değişimlere ve hastalıklara karşı dayanımı düzenlemek için üretilen bitkisel bir hormondur (Giménez vd., 2017). Salisilik asit uygulaması hasattan sonra ürünlerde etilen sentezini engelleyerek meyvenin olgunlaşmasını geciktirerek kaliteyi korumada ve kayıpları kontrol etmede önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca ürünlerde solunum hızını yavaşlatarak olgunlaşma ve yaşlanmanın geciktirilmesine, sertliğin korunması ve hücre duvarına zarar veren enzimlerin aktivitesinin önlenmesine neden olmaktadır (Asghari ve Aghdam, 2010). Salisilik asit uygulanan minimal işlenmiş narlarda renk daha iyi muhafaza edilmekte, dane sertliği, toplam fenol miktarı, antosiyanin miktarı ve antioksidan aktivitesinde yükselme meydana gelmektedir (Bhatia ve Asrey, 2018).

Bu çalışmada danelenmiş narlarda hasat sonrası kitosan ve salisilik asit uygulamalarının tek başına veya birlikte kullanımının soğukta depolama süresince kalite özellikleri ve muhafaza süresine etkileri incelenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmada Hatay'da yetiştiriciliği yapılan 'Hicaznar' çeşidi kullanılmıştır. Ticari olum aşamasında [SÇKM ~%17, TEA %1.78 (sitrik asit)] hasat edilen meyveler uygun koşullarda Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Kabuk rengi ve ağırlıklarına göre bir örnek meyveler seçilerek çeşme suyu ile yıkanmış ardından 100 mg L-1 sodyum hipoklorit içeren çözeltide 3 dakika bekletilmiştir. Meyveler uç kısımlarından kesilip 4 eşit parçaya bölündükten sonra saf su içerisine danelenmiştir, tüm meyvelerde daneleme işlemi bittikten sonra tüm daneler karıştırılarak 4 gruba ayrılmıştır. İlk grup danelere hiçbir uygulama yapılmadan saf suya batırılmıştır. İkinci grup %1 kitosan (Ch) uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla 10 g kitosan bir miktar asetik asit içerisinde çözündürüldükten sonra saf su ile 1000 ml'ye tamamlanarak çözelti tamamen çözününceye kadar manyetik karıştırıcıda tutulmuştur. Elde edilen çözeltiye meyveler 5 dakika süreyle batırılmıştır. Üçüncü grup 2 mM salisilik asit (SA) ve dördüncü grup daneler kitosan+salisilik asit (Ch+SA) çözeltilerine 5 dakika süre ile batırılmıştır.

Uygulama yapılan daneler filtre kağıtlarının üzerine çıkarılarak kurutma işlemi yapıldıktan sonra tartılarak 250 g'lık kapaklı polietilen tereftalat kaselere kurutma işlemi tamamlanan danelenmiş narlar yerleştirilmiş ve 4 °C ve %90 oransal nem koşullarında 16 gün soğuk depoda muhafaza edilmiştir. Muhafaza edilen danelerde başlangıç ile 4, 8, 12 ve 16. günlerde bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin analizleri yapılarak kalite değişimleri belirlenmiştir.

Muhafaza başlangıcında danelerin tartılarak konulduğu kaselerin analiz günlerinde tekrar tartılıp başlangıç ağırlığına göre meydana gelen farklılıklar ağırlık kayıpları (%) olarak belirlenmiştir. Danelerde muhafaza süresince meydana gelen renk değişimlerini belirlemek için depodan çıkartılan örneklerde ölçüm işlemi petri kaplarına ortalama 100 gram dane alınarak 3 farklı noktadan L\*, a\* ve b\* değerleri okunarak (CR 400, MinoltaCo, Japonya) gerçekleştirilmiştir. Renk değişimlerinin belirlenmesi amacıyla hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır (McGuire, 1992). Katı meyve sıkacağı kullanılarak danelerden elde edilen meyve suyunda el refraktometresi (Atago, 9313) kullanılarak suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) % olarak belirlenmiştir. Titre edilebilir asitlik (TEA) 5 mL meyve suyu üzerine 45 mL saf su eklenerek elde edilen elde edilen karışım 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile pH 8.1 oluncaya kadar titre edilmiş ve sitrik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

Toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite analizlerinde kullanılmak üzere nar danelerinden elde edilen 5 mL meyve suyu 25 mL metanol ile homojenize edilerek 4 °C'de 16 saat inkübe edildikten sonra santrifüj edilmiş ve analiz yapılmaya kadar -20 °C'de saklanmıştır (Thaipong vd., 2006).

Toplam fenolik madde miktarı spektrofotometrik yöntem ile Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak belirlenmiştir. Ekstrasyon sonucu elde edilen örnekten 100 µL alınarak üzerine saf su eklenerek balon jöjeye aktarılmıştır. Folin-Ciocalteu ayracı eklenen karışım çalkalanmış ve oda sıcaklığında 3 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda %20 doymuş sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) çözeltisi ilave edilmiş ve üzeri saf su ile tamamlanmıştır. 2 saat 25 °C'de inkübe edilen çözeltide spektrofotometrede okuma yapılmıştır ve sonuçlar mg 100 g-1 olarak verilmiştir (Singleton vd., 1999).

Toplam antioksidan aktivite miktarının belirlenmesinde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu kullanılmıştır. Ekstrakte edilen örnek üzerine FRAP çözeltisi eklenerek 30 dakika karanlıkta inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar µmol kg-1 taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

Askorbik asit miktarı boya çözeltisi kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. 5 mL meyve suyu üzerine %0.4 oksalik asit (45 mL) eklenerek karıştırılarak filtre edilmiştir. Elde edilen süzüntüden 1 mL alınarak üzerine 9 mL 2,6-Diklorofenolindofenol (C<sub>12</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>-Na) boya çözeltisi eklenerek spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda absorbans değerlerinde okuma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar mg 100 mL-1 olarak verilmiştir (Pearson vd., 1970).

Toplam antosiyanin miktarının belirlenmesinde pH differansiyel metodu kullanılmıştır. Potasyum klorit (KClO<sub>2</sub>) pH 1.0 ve sodyum asetat (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub>) pH 4.5 çözeltileri buffer çözeltisi olarak kullanılmıştır. Farklı spektrofotometre kuvvetlerine 10.000 x g'de 10 dakika santrifüj edilen dane sularında 0.1 mL

konularak üzerlerine 1.9 mL pH 1.0 ve pH 4.5 çözeltilerden ilave edilerek seyreltme işlemi yapılmıştır. 20 dakika karanlık ortamda tuttuktan sonra 520 nm ve 700 nm'de saf suya karşı absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar siyanidin-3-rutinozid'e (mg kg<sup>-1</sup>) göre değerlendirilmiştir (Cheng ve Breen, 1991).

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü her tekerrürde 250 gramlık kaseler olacak şekilde kurulmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen veriler JMP (Pro 16) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamalar arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine (p<0.05) göre gruplandırılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Muhafaza süresinin uzaması ile birlikte danelerde ağırlık kaybında artış görülmüştür (Çizelge 1). Ch ve SA uygulamalarının tek başına ve birlikte kullanımının ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada etkili olduğu saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda en yüksek ağırlık kaybı kontrol grubunda meydana gelirken (%0.71), bunu sırasıyla istatistiksel olarak aynı grupta yer alan SA (%0.53) ve Ch (%0.50) takip etmiştir. En düşük ağırlık kaybı ise Ch+SA grubunda (%0.45) meydana gelmiştir. Ağırlık kaybı hasattan sonra soğukta depolama süresince ürünlerde kalite değişimlerine neden olan önemli kalite kriterlerinden biridir. Taze kesilmiş ürünlerde ürünün bütünlüğü bozulması sonucunda dokularda zararlanma meydana gelmekte bunun sonucunda da su ve ağırlık kaybı daha fazla olmaktadır (Garcia ve Barrett, 2002). Kitosan, uygulandığı yüzeyde film oluşturma yeteneğinin iyi olması ile O<sub>2</sub> geçirgenliğinin azalması ve bunun sonucunda da solunum hızının yavaşlaması ile depolama sırasında ağırlık kaybını kısıtlarken, dane yüzeyinde bir bariyer oluşturarak ürünün nem kaybını geciktirmektedir (Opara vd., 2015; Mwelase vd., 2022). Elde ettiğimiz bulgular kitosan uygulamasının danelenmiş narlarda ürün ağırlık kaybını geciktirdiğini belirten çalışmalarla da desteklenmektedir (Zarbaksh vd., 2020). SA uygulaması ürünlerde solunum hızını yavaşlatarak depolama esnasında ağırlık kaybını azaltmaktadır (Opara vd., 2015; Shafiee vd., 2010). Kitosanın ağırlık kaybını azaltmadaki etkisinin salisilik asit ile birlikte kullanıldığında daha da arttığı belirlenmiştir. Nitekim benzer şekilde kitosan ve melatonin uygulamasının minimal işlenmiş narlarda ağırlık kaybını geciktirmede etkili olduğu ancak kitosanın tek başına ağırlık kaybındaki artışı 18 gün geciktirebileceği, melatonin ile birlikte kullanımda ise 21. günde en düşük ağırlık kaybının gerçekleştiği bildirilmiştir (Mwelase vd., 2022).

Meyve ve sebzelerin pazarlanmasında renk en önemli kalite parametrelerinden biri olarak bilinmektedir. Danelerde meydana gelen renk değişimlerini belirlemek için gözün algılayabileceği renk tonu olarak ifade edilen aç değeri muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte tüm uygulamalarda azalma meydana gelmiştir (Çizelge 1). Muhafaza süresi sonunda hue aç değerinin korunmasında Ch+SA uygulaması etkili uygulama olarak belirlenmiştir (32.77°). Bunu sırasıyla Ch (32.47°), SA (31.07°) takip etmiştir. En düşük hue aç değeri kontrol grubunda (30.69°) ölçülürken, bu gruptaki danelerde meydana gelen kararmaya bağlı olarak değerde azalma meydana geldiği saptanmıştır. Depolama öncesi SA (Bhatia ve Asrey, 2018; Onursal vd., 2016), SA+MAP (Mahdi, 2020), kitosan (Can Çetin, 2012; Munhuweyi vd., 2017) kitosan+askorbik asit (Kumar ve Deb, 2019) uygulamalarının depolama sırasında nar danelerinin kahverengileşmesini geciktirdiği belirtilmiştir. Elde ettiğimiz bulgularda da Ch ve SA uygulamalarının dane rengindeki değişimleri yavaşlatmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte hasat sonrası uygulamaların danelerde SÇKM değerindeki değişimi geciktirmiştir (Çizelge 1). 16 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek SÇKM kitosan uygulaması yapılan danelerde ölçülürken (%16.06), bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan kontrol grubu (%16.00) ve Ch+SA (%16.00) uygulaması takip etmiştir. En düşük değer ise SA (%15.93) uygulamasında ölçülmüştür. 16 günlük soğukta muhafaza süresince TEA miktarındaki değişimi yavaşlatmada Ch+SA uygulaması diğer uygulamalara göre daha etkili olmuştur. Muhafaza süresi başlangıcında %1.780 olan değerde muhafaza süresinin sonunda tüm uygulamalarda başlangıca göre azalma kaydedilmiştir. Muhafaza süresi sonunda en yüksek TEA değeri Ch+SA uygulamasında belirlenirken (%1.622), bu uygulamayı sırasıyla SA (%1.509) ve Ch (%1.405) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 1). TEA değerinde en fazla kayıp ise kontrol grubunda (%1.148) gerçekleşmiştir. Narlarda yapılan çalışmalarda Ch uygulamasının muhafaza süresince SÇKM değerinde artış, TEA değerinde ise azalışa neden olduğu belirtilmiştir. Nar meyvesinin kabul edilebilirliği açısından asitliğin yüksek olması olumlu

bir özellik olarak değerlendirilmiştir (Ghasemnezhad vd., 2013; Martínez-Romero vd., 2013; Munhuweyi vd., 2017). SA uygulamasının farklı meyve türlerinde asitliğin korunmasında etkili olduğu belirtilmiştir (Sabir, 2016; Onursal vd., 2016; Mahdi, 2020).

**Çizelge 1.** 'Hicaznar' çeşidi danelerinde kitosan ve salisilik asit uygulamalarının tek başına ve birlikte kullanımının soğukta muhafaza süresince ağırlık kaybı, h açısı değeri, SÇKM ve TEA değerleri üzerine etkileri.

Table 1. The effects of chitosan and salicylic acid applications, both individually and in combination, on weight loss, hue angle value, SSC and TEA values during cold storage in 'Hicaznar' pomegranate variety arils.

	Ağırlık kaybı (%)	h açısı değeri (°)	SÇKM (%)	TEA (%)
<b>0. Gün</b>	0.00±0.00*m	33.05±0.45 ab	16.53±0.12	1.780±0.03 a
<b>4. Gün</b>				
Kontrol	0.23±0.03 jk	33.65±0.37 a	16.33±0.12	1.513±0.02 f
Ch	0.18±0.02 l	33.48±0.39 ab	16.46±0.12	1.752±0.05 ab
SA	0.22±0.02 k	32.76±0.50 ab	16.20±0.00	1.768±0.02 a
Ch+SA	0.27±0.01 hu	33.54±1.25 ab	16.26±0.23	1.786±0.01 a
<b>8. Gün</b>				
Kontrol	0.35±0.04 ef	31.48±0.44 cd	16.00±0.00	1.380±0.03 g
Ch	0.26±0.03 ij	33.60±1.02 ab	16.26±0.12	1.681±0.03 cd
SA	0.31±0.01 fgh	33.45±0.36 ab	16.26±0.12	1.618±0.03 e
Ch+SA	0.29±0.02 ghi	33.25±0.34 ab	16.20±0.20	1.702±0.01 bc
<b>12. Gün</b>				
Kontrol	0.50±0.05 bc	31.32±0.06 cd	16.06±0.12	1.256±0.08 h
Ch	0.35±0.02 e	33.81±0.39 a	16.13±0.23	1.633±0.03 de
SA	0.46±0.04 cd	31.10±1.72 d	16.00±0.00	1.685±0.01 cd
Ch+SA	0.30±0.02 efg	33.19±0.40 ab	16.26±0.12	1.674±0.01 cde
<b>16. Gün</b>				
Kontrol	0.71±0.03 a	30.69±0.56 d	16.00±0.00	1.148±0.06 i
Ch	0.50±0.01 b	32.47±1.20 bc	16.06±0.12	1.405±0.01 g
SA	0.53±0.01 b	31.07±0.56 d	15.93±0.12	1.509±0.05 f
Ch+SA	0.45±0.01 d	32.77±0.77 ab	16.00±0.00	1.622±0.03 e

LSD<sub>0.05</sub>: Ağırlık kaybı: 0.04, hue açısı: 1.18, SÇKM: Ö.D, TEA: 0.58.

\* Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir. Ö.D.= Önemli değil

Muhafaza süresi sonunda en yüksek TFM miktarı kontrol grubunda belirlenirken (778.58 mg 100 g<sup>-1</sup>), bunu sırasıyla Ch (728.58 mg 100 g<sup>-1</sup>) ile SA (628.58 mg 100 g<sup>-1</sup>) uygulamaları takip etmiştir. En düşük TFM miktarı Ch+SA uygulamasında (583.58 mg 100 g<sup>-1</sup>) saptanmıştır. Soğukta muhafaza süresi ilerledikçe TAA'da azalma meydana gelmiştir. Başlangıçta 6.15 µmol kg<sup>-1</sup> olarak ölçülen değer, 16 günlük muhafaza süresinin sonunda 5.23 µmol kg<sup>-1</sup> (kontrol) ile 5.70 µmol kg<sup>-1</sup> (Ch+SA) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Soğukta depolama boyunca hasat sonrası uygulamaların TAA miktarını korumada etkili olduğu belirlenmiştir. Fenolik bileşikler meyvelerde tat ve renk gelişiminden sorumlu olan ikincil metabolitlerdir. Nar meyvesi yüksek fenolik bileşiklere sahip olması ile bağlantılı olarak antioksidan içeriği de yüksektir. Danelenmiş narlarla yapılan çalışmalarda (Mirdehghan vd., 2006; Ayhan ve Eştürk, 2009; Munhuweyi vd., 2017; Bhatia ve Asrey, 2018; Mahdi, 2020) muhafaza süresince toplam fenol ve antioksidan değerlerinde önce artış daha sonra azalışlar meydana geldiği ve bu değişimlerin oldukça farklılık gösterdiği belirtilmektedir. Zahran vd. (2015)'nin kitosanın danelenmiş nar meyvesi üzerine yaptığı çalışmada soğukta depolama süresinin sonunda kitosan uygulamalarının kontrole kıyasla toplam antioksidan aktivite ve fenolik bileşiklerde artış tespit edilmiştir. Bu tüm bulgular bizim çalışmamızla benzerlik gösterip danelenmiş nar meyvelerinin raf ömrünü uzatmada ve biyokimyasal kalitesini korumada faydalı olabileceğini düşündürmektedir.

Soğukta depolama başlangıcında danelerde 15.48 mg 100 g<sup>-1</sup> olarak ölçülen AsA miktarı muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte azalma göstermiştir (Çizelge 2). Soğukta muhafaza süresi sonunda AsA

miktarındaki azalışı yavaşlatmada Ch+SA ve Ch en etkili uygulamalar olurken (13.18 mg 100 g<sup>-1</sup>), bunu SA (12.86 mg 100 g<sup>-1</sup>) uygulaması izlemiştir. AsA miktarındaki kayıp en yüksek kontrol grubu danelerde meydana gelmiştir (9.32 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Çizelge 2). AsA olgunlaşma sırasında meyvenin bozulmasını önleyen güçlü bir serbest radikal temizleyici olup insan beslenmesinde de önemli bir yere sahip olan besinsel bir ögedir. Ancak hasat sonrası işlemler ile depolama sürecinde diğer besin maddeleri ile karşılaştırıldığında yapısında daha çabuk bozulma meydana gelmektedir (Shaarawi vd., 2016). Depolama süresince AsA düzeyinde meydana gelen azalma askorbik asit oksidaz enziminin etkisiyle askorbik asidin dehidroaskorbik aside dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Anean vd., 2023). Narlarla ilgili yapılan çalışmalarda kitosan (Ruoyi vd., 2005; Zahran vd., 2015) ve SA (Shaarawi vd., 2016) uygulamalarının soğukta depolama sırasında AsA miktarının azalmasının kontrol edilmesinde etkili olduğu görülmüştür. Zorbakhsh vd. (2020) danelenmiş narlarda kitosan uygulamasının askorbik asit miktarındaki değişimi etkilemediğini belirtirken, uçucu yağ eklenmiş nanopartikül kitosan (Amiri vd., 2021) ve melatonin ile zenginleştirilmiş kitosan (Mwelase vd., 2022) uygulamalarının nar danelerinde askorbik asit kaybını yavaşlattığı vurgulanmıştır. SA uygulamasının fizyolojik aktiviteyi yavaşlatarak parçalanma reaksiyonlarını geciktirdiği, kitosan uygulamasının da yüzeyden su kaybını engelleyerek oksidasyon olaylarını yavaşlattığı düşünülmektedir.

**Çizelge 2.** 'Hicaznar' çeşidi danelerinde kitosan ve salisilik asit uygulamalarının tek başına ve birlikte kullanımının soğukta muhafaza süresince TFM, TAA, AsA ve TA üzerine etkileri.

Table 2. The effects of chitosan and salicylic acid applications, both individually and in combination, on TPC, TAA, AcA, and TAC during cold storage in 'Hicaznar' pomegranate variety arils.

	TFM (mg 100g <sup>-1</sup> )	TAA (µmol kg <sup>-1</sup> )	AsA (mg 100g <sup>-1</sup> )	TA (mg kg <sup>-1</sup> )
<b>0. Gün</b>	510.25±62.80*ef	6.15±0.04	15.48±0.87 ab	222.60±6.99
<b>4. Gün</b>				
Kontrol	640.25±69.33 cd	6.05±0.17	12.08±0.76 fg	204.05±2.56
Ch	541.91±5.20 e	6.13±0.09	15.92±0.83 a	223.10±7.55
SA	443.58±16.65 f	6.10±0.20	14.93±0.30 abc	212.17±11.67
Ch+SA	345.25±6.61 g	6.17±0.08	15.83±0.71 a	220.49±3.03
<b>8. Gün</b>				
Kontrol	692.75±100.84 bc	5.71±0.15	10.73±0.89 gh	197.44±5.88
Ch	629.41±32.24 cd	6.14±0.01	15.84±0.56 a	210.17±7.56
SA	541.91±33.94 e	6.05±0.08	14.21±0.26 bcde	211.37±13.66
Ch+SA	522.75±9.01 e	6.07±0.34	14.42±0.25 bcd	209.57±0.80
<b>12. Gün</b>				
Kontrol	755.25±43.95 ab	5.46±0.07	10.17±1.94 hı	199.64±9.89
Ch	633.58±38.27 cd	5.81±0.15	14.70±0.92 abc	205.96±5.80
SA	583.58±15.28 de	5.92±0.07	13.54±1.34 cde	203.45±3.59
Ch+SA	579.41±33.29 de	5.92±0.15	13.68±0.10 cde	204.35±5.30
<b>16. Gün</b>				
Kontrol	778.58±51.01 a	5.23±0.08	9.32±0.46 ı	180.00±20.36
Ch	728.58±42.52 ab	5.48±0.01	13.18±1.06 def	196.44±0.63
SA	628.58±10.10 cd	5.43±0.19	12.86±0.40 ef	193.33±12.93
Ch+SA	583.58±5.20 de	5.70±0.02	13.18±0.54 def	201.25±11.10

LSD<sub>0.05</sub>: TFM: 76.20, TAA: Ö.D, AAM: 1.39, TA: Ö.D

\* Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir. Ö.D.= Önemli değil

Antosiyaninler nara rengini veren fenolik bileşiklerdir. Soğukta depolama boyunca hasat sonrası uygulamaların TA miktarını korumada etkili olduğu belirlenmiştir. Muhafaza başlangıcında TA 222.60 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenirken, muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte başlangıç değerine göre tüm uygulamalarda azalışlar meydana gelmiştir. 16 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek değer Ch+SA uygulamasında ölçülürken (201.25 mg kg<sup>-1</sup>), bunu sırasıyla Ch (196.44 mg kg<sup>-1</sup>) ve SA (193.33 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer kontrol grubunda belirlenmiştir (180.00 mg kg<sup>-1</sup>) (Çizelge 2).

Nar meyvesinde antioksidan aktivitesinden sorumlu ana bileşiklerin fenolikler ve antosiyaninler olduğu düşünülmektedir (Gil vd., 2000; Ayhan ve Eştürk, 2009). Antosiyaninler narlarda tipik kırmızı renkten sorumlu olan fenolik bileşiklerdir (Mena vd., 2011). Kitosan kaplama, konsantrasyona bakılmaksızın antosiyaninler, flavonoidler ve toplam fenoliklerin içeriğindeki değişiklikleri geciktirmektedir (Caro ve Joas, 2005; Can Çetin, 2012; Zahran vd., 2015). Yapılan çalışmalarda danelenmiş narlarda SA uygulamaları depolama süresinin uzamasıyla antosiyanin miktarındaki azalmayı yavaşlatmada etkili olmuştur (Özdemir ve Gökmen, 2017; Bhatia ve Asrey 2018). Elde ettiğimiz bulgularda da Ch ve SA uygulamalarının antosiyanin miktarını korumada kontrole kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu etkinin özellikle kitosan uygulamasında antosiyaninler gibi polifenollerin parçalanmasına yol açan polifenol oksidaz ve peroksidaz aktiviteleri ile ilişkili olduğu, baskılanmış oksijen geçişi sonucunda antosiyaninlerin korunduğu sonucuna varılmıştır (Sogvar vd., 2016).

## SONUÇ

Ticari olum aşamasında hasat edilen 'Hicaznar' çeşidinde daneleme işlemi yapıldıktan sonra Ch ve SA uygulamalarının tek başına ve Ch+SA uygulamasının birlikte kullanımının soğukta depolama süresince kalite özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hasat sonrası uygulamalar kontrol ile karşılaştırıldığında ağırlık kaybının azaltılması, dane rengi, TEA, AsA, TAA ve TA düzeylerindeki düşüşün geciktirilmesinde, SÇKM ve TFM değişimlerinin korunmasında etkili olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, 16 günlük soğukta muhafaza süresince uygulamaların birlikte kullanımının tek başına kullanımlara göre danelenmiş narda kalite özelliklerini korumada daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ch+SA uygulamasının danelenmiş narda soğukta depolama süresince kalite özelliklerindeki değişimi yavaşlatarak muhafaza ömrünü uzatmada etkili olduğu belirlenmiştir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar herhangi bir kurum, kuruluş veya kişi ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## YAZAR KATKISI

Makalenin veri toplama, istatistik analiz, literatür taraması ve bilimsel makaleye dönüştürme işlemlerinin tamamı yazar Sevil ÜNAL tarafından gerçekleştirilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Amiri, A., Ramezani, A., Mortazavi, S. M. H., Hosseini, S. M. H., & Yahia, E. (2021). Shelf-life extension of pomegranate arils using chitosan nanoparticles loaded with Satureja hortensis essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(9), 3778-3786. <https://doi.org/10.1002/jfsa.11010>
- Anean, H. A., Mallasiy, L. O., Bader, D. M., & Shaat, H. A. (2023). Nano edible coatings and films combined with zinc oxide and pomegranate peel active phenol compounds has been to extend the shelf life of minimally processed pomegranates. *Materials*, 16(4), 1569. <https://doi.org/10.3390/ma16041569>
- Anonim, (2024). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <http://www.tuik.gov.tr>. [Erişim tarihi: 03.03.2025].
- Asghari, M., & Aghdam, M. S. (2010). Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10), 502-509. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.07.009>
- Ayhan, Z., & Eştürk, O. (2009). Overall quality and shelf life of minimally processed and modified atmosphere packaged "Ready-to-Eat" pomegranate arils. *Journal of Food Science*, 74(5), 399-405. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01184.x>
- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Bhatia, K., & Asrey, R. (2018). Effect of salicylic acid pre-treatment on functional and sensory quality of minimally processed pomegranate (*Punica granatum* L) arils. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 77, 125-130. <http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/43538>
- Can Çetin, A. (2012). *Effects of edible chitosan coating on quality parameters of pomegranate (Punica granatum) arils* [Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.

- Caro, Y., & Joas, J. (2005). Postharvest control of litchi pericarp browning (cv. Kwai Mi) by combined treatments of chitosan and organic acids: II. Effect of the initial water content of pericarp. *Postharvest Biology and Technology*, 38(2), 137–144. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.06.012>
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34, 168-171.
- Cheng, G. W., & Breen, P. J. (1991). Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(5), 865-869. <https://doi.org/10.21273/jashs.116.5.865>
- Çandır, E., Özdemir, A.E., Göv, T., Kanak, A., & Özçelik, H. (2020). Minimum işlenmiş 'Katırbaşı' nar çeşidinin soğukta muhafazası. *Alatırım Dergisi* 19 (1) 9–15.
- Erkan, M., & Doğan, A. (2018). *Pomegranate/Roma—Punica granatum*. In : *Exotic Fruits* (Ed:Rodrigues, S., Silva, E.O., Brito, E.S.) In, Eds, Elsevier, United Kingtom, p. 355-361. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00049-6>
- Garcia, E., & Barrett, D. (2002). *Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables*. In O. Lamiranka (Ed.), *Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market*. Boca Raton: CRC Press.
- Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M., & Sajedi, R. H. (2013). Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality: microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Tarom) at cold storage temperature. *Journal Science Food Agriculture*, 93, 368–374. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5770>.
- Gil, I., Toma, F. A., Hess-pierce, B., Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4581–4589. <https://doi.org/10.1021/jf000404a>.
- Gil, M. I., Artés, F., & Tomas-Barberan, F. A. (1996). Minimal processing and modified atmosphere packaging effects on pigmentation of pomegranate seeds. *Journal of Food Science*, 61(1), 161-164. <https://doi.org/10.1111/j.1365-621.1996.tb14749.x>
- Giménez, M. J., Serrano, M., Valverde, J. M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D., & Guillen, F. (2017). Preharvest salicylic acid and acetylsalicylic acid treatments preserve quality and enhance antioxidant systems during postharvest storage of sweet cherry cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(4), 1220-1228. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7853>
- Holland, D., Hatib, K., & Bar-Ya'akov, I. (2009). *Pomegranate botany, horticulture breeding*. Horticultural Reviews. 35: 127–191.
- Jiao, W., Shu, C., Li, X., Cao, J., Fan, X., & Jiang, W. (2019). Preparation of a chitosan-chlorogenic acid conjugate and its application as edible coating in postharvest preservation of peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 154, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.05.003>
- Kumar, A., & Deb, P. (2019). Effect of edible coating on fresh pomegranate arils. *Journal of Postharvest Technology*, 7(1), 25-32.
- Mahdi, E. M. M. (2020). *Danelemiş 'Hicaznar' (Punica granatum) çeşidinde farklı hasat sonrası uygulamaların kalite özellikleri üzerine etkileri* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Valero, D., & Serrano, M. (2013). *Aloe vera* gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biology Technology*, 86, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.022>
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- Mena, P., Garcia-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D. A., Bartual, J., Saura, D., & Marti, N. (2011). Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 91(10), 1893–1906. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4411>
- Mirdehghan, S. H., Rahemi, M., Serrano, M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., & Valero, D. (2006). Prestorage heat treatment to maintain nutritive and functional properties during postharvest cold storage of pomegranate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(22), 8495–8500. <https://doi.org/10.1021/jf0615146>
- Munhuweyi K., Cheryl L., Lennox, C. L., Meitz-Hopkins, J. C., Calebc, O. J., Sigge, G. O., & Umezuruike Linus Oparaa, U. L. (2017). Investigating the effects of crab shell chitosan on fungal mycelial growth and postharvest quality

- attributes of pomegranate whole fruit and arils. *Scientia Horticulturae* 220, 78–89. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.038>
- Mwelase, S., Opara, U. L., & Fawole, O. A. (2022). Effect of chitosan-based melatonin composite coating on the quality of minimally processed pomegranate aril-sacs during cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(12), e17096. <https://doi.org/10.1111/jfpp.17096>
- Onursal, C. E., Güneyli, A., Seçmen, T., Eren, İ., Koyuncu, M. A., & Erbaş, D. (2016). *Hasat sonrası salisilik asit uygulamasının Dr. Jules Guyot armut çeşidinde muhafaza ve raf ömrü kalitesi üzerine etkileri*. Bahçe Özel Sayı: VII Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri- Cilt I: Meyvecilik: 188-193.
- Opara, U. L., Hussein, Z., & Caleb, O. J. (2015). Phytochemical properties and antioxidant activities of minimally processed “Acco” pomegranate arils as affected by perforation-mediated modified atmosphere packaging. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(3), e12948. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12948>
- Özdemir, K., & Gökmen, V. (2017). Extending the shelf-life of pomegranate arils with chitosan-ascorbic acid coating. *LWT Food Science and Technology*, 76, 172-180. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.057>
- Pearson, D., Surry, J., & Churchill, A. (1970). *The chemical analysis of food national college of food technology*. University Of Reading, Weybridge Surry T and A Churchill.
- Ruoyi, K., Zhifang, Y., & Zhaoxin, L. (2005). Effect of coating and inter mittent warming on enzymes, soluble pectin substances and ascorbic acid of *Prunus persica* (cv. Zhonghuashoutao) during refrigerated storage. *Food Research International*. 38(3), 331–336. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.09.015>
- Sabır, F. K. (2016). *Erikte salisilik uygulamalarının soğukta depolama süresince kalite değişimlerine etkisi*. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. Cilt I: 40-45.
- Sabir, F. K., & Sabir, A. (2017). Postharvest quality maintenance of table grapes cv. 'Alphonse Lavallée' by exogenous applications of salicylic acid, oxalic acid and MAP. *Erwerbs-Obstbau*, 59(3), 211-219. <https://doi.org/10.1007/s10341-016-0314-6>
- Shaarawi, S. A., Salem, A. S., Elmaghraby, I. M., & Abd El-Moniem, E. A. (2016). Effect of salicylic acid, calcium chloride and calcium lactate applications on quality attributes of minimally-processed 'Wonderful' pomegranate arils. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 508-517. <https://doi.org/10.15835/nbha44210534>
- Shafiee, M., Taghavi, T. S., & Babalar, M. (2010). Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulture*, 124, 40-45. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.004>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent*. In: *Methods in Enzymology*, Eds: Elsevier, p. 152-178
- Sivakumar, D., Bill, M., Korsten, L., & Thompson, K. (2016). *Integrated application of chitosan coating with different postharvest treatments in the control of postharvest decay and maintenance of overall fruit quality*. In: *Chitosan in the Preservation of Agricultural Commodities*, Eds: Elsevier, p. 127-153. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802735-6.00005-7>
- Sogvar, O. B., Saba, M. K., Emamifar, A., & Hallaj, R. (2016). Influence of nano-ZnO on microbial growth, bioactive content and postharvest quality of strawberries during storage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 35, 168-176. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.05.005>
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Viuda-Martos, M., Fernandez-Lopez, J., & Perez-Alvarez, J. A. (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. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00131.x>
- Wu, D., Zhang, M., Bhandari, B., & Guo, Z. (2021). Combined effects of microporous packaging and nano-chitosan coating on quality and shelf-life of fresh-cut eggplant. *Food Bioscience*, 43, 101302. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101302>

- Zahran, A. A., Hassanein, R. A., & Abdelwahab, A. T. (2015). Effect of chitosan on biochemical composition and antioxidant activity of minimally processed 'Wonderful' pomegranate arils during cold storage. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88, 241–248. <https://doi.org/10.5073/jabfq.2015.088.035>
- Zarbakhsh, S., Kazemzadeh-Beneh, H., & Rastegar, S. (2020). Quality preservation of minimally processed pomegranate cv. Jahrom arils based on chitosan and organic acid edible coatings. *Journal of Food Safety*, 40(2), e12752. <https://doi.org/10.1111/jfs.12752>