

## Derim Öncesi Oksalik Asit Uygulamasının Market Koşullarında Depolanan Pırasada Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi

Mehmet Ali KOYUNCU<sup>1</sup>, Derya ERBAŞ<sup>\*1</sup>, Hüsnü ÜNLÜ<sup>1</sup>, Halime ÖZDAMAR ÜNLÜ<sup>1</sup>

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 38-47, 2024

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 38-47, 2024

**Öz:** Çalışmada derim öncesi oksalik asit (OA) uygulamasının market koşullarında depolama süresince minimal işlenmiş pırasaların kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla içerisinde 0 (kontrol), 1, 2 ve 3 mM OA ve % 0.1'lik Tween-20 içeren çözelti pırasalara tahmini derimden 6, 4 ve 2 hafta önce püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Optimum dönemde derilen pırasalar hızlı bir şekilde laboratuvara nakledilerek önce seçilmiş, yıkanmış ve minimal olarak işlenmiştir. Daha sonra pırasalar köpük kaselere yerleştirilerek üzerleri streç film (12 µ) ile kaplanmıştır. Paketlenmiş pırasalar 12±1°C ve % 90±5 oransal nemde 21 gün depolanmıştır. OA uygulaması kontrole göre minimal işlenmiş pırasalarda ağırlık kayıplarını azaltmış ve yalancı gövde sertliğini daha iyi korumuştur. Uygulama yapılan pırasalarda depolama boyunca solunum hızı net bir şekilde baskılanmıştır. Her ne kadar istatistik olarak önemli bulunmasa da OA uygulamaları kontrole kıyasla pırasaların görsel kalitelerini kısmen daha iyi korumuştur. Derim öncesi OA uygulamasının L\* değeri dışında renk değişimi üzerine bariz bir etkisi olmamıştır. Sonuç olarak, derim öncesi OA uygulanmış pırasaların belirtilen koşullarda 14 gün boyunca başarılı bir şekilde depolanabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Allium porrum* L., hasat sonu, market koşulları, taze kesilmiş

## Effect of Pre-Harvest Oxalic Acid Treatment on Physical and Chemical Properties of Leeks Stored Under Market Conditions

**Abstract:** In the present study, the effects of pre-harvest oxalic acid (OA) treatment on the quality of minimally processed leek during storage under marketing conditions were investigated. For this purpose, leek plants were treated with a solution containing 0 (control), 1, 2 and 3 mM OA and 0.1 % Tween 20 with a pump 6, 4 and 2 weeks before harvest. Leek samples, harvested at optimum stage, were immediately transferred to the laboratory and sorted, washed and minimally processed. After all these treatments, leeks were placed in foam plates and covered with stretch film (12 µ). The packaged leeks were stored at 12±1 °C and 90±5 % relative humidity (RH) for 21 days. The OA treatment decreased weight loss and preserved firmness of minimally processed leeks compared to control. The respiration rate of OA treated leeks was clearly suppressed during storage. Although it was not statistically significant, the OA treatments preserved the visual quality of the leeks relatively better than control samples during storage. The effect of preharvest OA treatment on the color change of leeks except for L\* value was not clear. As a result, it was determined that pre-harvest OA treated leeks could be stored for 14 days under marketing conditions (12±1°C and 90±5 % RH).

**Keywords:** *Allium porrum* L., postharvest, marketing conditions, fresh cut

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

Alınış (Received): 04/04/2024  
Kabul (Accepted): 18/04/2024

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

### 1. Giriş

Pırasa (*Allium porrum* L.) ülkemizde ve tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilmektedir (Salk vd., 2008). Büyük

ölçekli yetiştiricilik yapan ülkeler arasında Türkiye, Fransa, Belçika ve Polonya yer almaktadır (Bernaert vd., 2013). Ülkemizin hemen her bölgesinde yetiştirilen pırasanın yıllık üretim miktarı 160.853 tondur (TÜİK, 2024). Önemi

bir lif kaynağı olan pırasa beslenmede son derecede önemlidir (Gülal ve Koyuncu, 2023). Lif yanında amino asitler (glutamin, glutamik asit, arginin), organik asitler (malik asit ve askorbik asit), biyoaktif bileşikler (saponinler,  $\beta$ -karoten, tokoferoller, polifenoller) ve vitaminler (A, B ve C) bakımından da son derece zengindir (Golubkina vd., 2019). Sahip olduğu bu bileşenler pırasayı antikanserojen, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özellikler bakımında önemli kılmaktadır. Kendine has lezzeti ve zengin besin değeri nedeniyle pişmiş, kızartılmış veya taze olarak salatalarda kullanılmaktadır (Poojary vd., 2017; Pourzand vd., 2018; Putnik vd., 2019). Taze olarak tüketilen bahçe ürünlerinde olduğu gibi pırasada da derimden tüketici sofrasına ulaşıncaya kadar geçen süreçte ciddi kalite kayıpları olabilmektedir. Özellikle derim, taşıma, paketlenme ve depolama aşamalarında yeterli özenin gösterilmemesi, biyoaktif bileşenleri ve besin içeriğini etkileyecek düzeyde kayıpları arttırmaktadır. Teknolojik olarak değerlendirme aşamalarında ısı işleme tabii tutulduğunda, pırasaya antioksidan özellik kazandıran askorbik asit, tokoferol, polifenoller ve karotenoid gibi temel bileşenlerin içeriği azalmaktadır (Gabrić vd., 2018). Bu nedenle bütün yada taze kesilmiş olarak pırasanın depolanması ve pazara hazırlanması aşamalarında özenli olmak gerekmektedir.

Günümüzde tüketicilerin sağlıklı beslenmenin önemini fark etmesi ve yemek hazırlamak için daha az zamana sahip olması nedeniyle taze kesilmiş veya minimal düzeyde işlenmiş bahçe ürünleri her geçen gün daha önemli hale gelmektedir (Yousuf vd., 2018; Erbaş vd., 2024). Gelişmiş toplumlarda tüm bu gelişmeler tüketicilerin gıda güvenliğine ilgisini arttırmıştır (Çolakoğlu vd., 2022). Gıda güvenliği tüketicilerin gıdaya bakış açısını ve gıda tercihlerini etkilemektedir (Niyaz ve Demirbaş, 2018). Ülkemizde de son yıllarda tüketicilerin gıda güvenliği ve taze kesilmiş bahçe ürünlerine karşı ilgisi artmaktadır. Uluslararası Taze Kesilmiş Ürün Birliği taze kesilmiş ürünleri % 100 kullanılabilir özelliğe sahip soyulmuş, kesilmiş veya parçalara ayrılarak paketlenmiş, tazeliğini koruyan ve besin değeri yüksek meyve ve sebzeler olarak tanımlamaktadır (Küçükbasmacı Sabır, 2017). Bahçe ürünleri farklı özellikleri nedeniyle minimal işleme aşamalarında değişik işlemlere tabii tutulurlar (Siddiqui ve Rahman, 2015). Taze kesme ya da minimal işleme aşamalarındaki bu farklılıklar meyve ve sebzelerde derim sonrası dönemde kalite kayıplarını da farklılaştırmaktadır. Örneğin pırasada minimal işleme ve taze kesim işlemleri kükürtlü bileşikler, polifenol ve vitamin içeriğinde değişikliğe yol açmaktadır (Bernaert vd., 2013; Gülal ve Koyuncu, 2023). Pırasaların minimal işlenmesi aşamasında kökler kesilir, dış tabakadaki yeşil yaprakların ya da çürük yaprakların bir kısmı uzaklaştırılır ve saplar belli bir uzunluğa kadar kesilir (Vandekinderen vd., 2009). Bu işlemler ürün yüzeyinde oksidasyona ve polifenol içeriğinde azalmalara neden olmaktadır (Bernaert vd., 2013). Ayrıca taze kesim işlemleri, ürüne

göre değişmekle beraber fizyolojik bozulmalara, biyokimyasal değişikliklere ve mikrobiyolojik bozulmalara neden olmaktadır (Suttirak ve Manurakchinakorn, 2010). Taze kesim işlemlerinden sonra artan enzim aktivitesi bu süreçte önemli rol oynamaktadır. Metabolik aktivite ve mikrobiyal yükteki artış ile tat ve renkteki değişiklikler, taze kesilmiş sebzelerin depolanmasını ciddi şekilde kısıtlayan faktörlerdir (Hosseinezhad vd., 2023). Bunun yanında minimal işlenmiş pırasalarda yaprak büyümesi, renk değişiklikleri ve ağırlık kaybı kalite kaybının temel nedenleri arasında yer almaktadır (Tsouvaltzi vd., 2007). Başta taze kesme işlemi olmak üzere, derimden tüketici sofrasına kadar geçen dönemde gösterilen özen ve doğru depolama tekniklerinin kullanılması bu aşamadaki kayıpların azaltılmasında önemlidir. Bu nedenle depolama sürecinde taze kesilmiş veya minimal işlenmiş ürünlerde metabolik faaliyetleri yavaşlatmaya yönelik uygulamalar tercih edilmelidir. Son yıllarda minimal işlenmiş ürünlerde, depolama boyunca kalite kayıplarının azaltılması için oksalik asit (OA) gibi maddelerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Ruiz-Jimenez vd., 2014; Cefola ve Pace, 2015; Barberis vd., 2019). Yapılan literatür taramasında minimal işlenmiş enginar (Ruiz-Jimenez vd., 2014), kuşkonmaz (Barberis vd., 2019) ve ıspanak (Cefola ve Pace, 2015) gibi ürünlerde derim sonrası OA uygulamasının etkileri üzerine araştırmalar olmasına rağmen, taze kesilmiş pırasada derim öncesi OA uygulamasının depolama süresince kalite değişimi üzerine etkisi henüz araştırılmamıştır. Bütün bu bilgiler doğrultusunda mevcut çalışmada, derim öncesi farklı dozda OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların depolanması süresince kalite değişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Bitki materyali ve derim öncesi uygulamala

Isparta (Yalvaç)'da Mart ayı başında ekilen pırasa (*Allium porrum* L. cv. İnegöl 92) tohumlarından elde edilen fideler, Temmuz ayının ikinci haftasında tarla koşullarına dikilmiştir. Pırasalara tahmini derim tarihinden 6, 4 ve 2 hafta önce sırt pompası yardımıyla (püskürtme şeklinde) 0 mM (kontrol, saf su), 1 mM (OA1), 2 mM (OA2) ve 3 mM (OA3) konsantrasyonlarında oksalik asit (OA) ve % 0.1 Tween 20 içeren çözelti uygulanmıştır.

### 2.2. Derim, minimum işleme ve depolama

Pırasalar, yalancı gövde uzunluğu ve çapı dikkate alınarak elle derilmiştir. Derilen pırasalar 4 grup halinde (kontrol, 1 mM, 2 mM ve 3 mM) bir saat içerisinde laboratuvara nakledilmiştir. Yaprak ve yalancı gövdeleri zarar görmüş pırasalar ayrılarak deneme dışı bırakılmış ve 2.5 – 3.5 cm çapındaki kusursuz pırasalar araştırmada kullanılmak üzere ayrılmıştır. Sararmış dış yapraklar çıkarılarak kökler kesilmiştir. Toz vb. kalıntıları uzaklaştırmak için çeşme suyuyla yıkandıktan sonra pırasalar keskin bir bıçakla 12-

15 cm uzunluğunda kesilmiştir. Minimal işlemeye tabii tutulmuş pırasa örnekleri, dezenfeksiyon için sodyum hipoklorit çözeltisine ( $100 \mu\text{L L}^{-1}$ ) 10 saniye daldırılmış ve ardından saf suya daldırılarak dezenfektan kalıntısı uzaklaştırılmıştır. Tüm bu işlemlerden sonra pırasalar oda koşullarında ( $21 \pm 1^\circ\text{C}$  ve %  $50 \pm 5$ ) kurutma kağıdı üzerinde 30 dk kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan pırasa örnekleri yaklaşık 450-500 g olacak şekilde köpük kaselere ( $18.5 \text{ cm} \times 13.5 \text{ cm} \times 3.0 \text{ cm}$ ) yerleştirilip üzeri streç film ( $12 \mu$ ) ile kaplanmıştır. Tüm derim sonrası işlemler steril koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Pırasanın işlenmesinde kullanılan ekipmanlar etil alkol (% 96) ile sterilize edilmiştir. Paketlenen pırasalar  $12 \pm 1^\circ\text{C}$  ve %  $90 \pm 5$  oransal nemde 21 gün depolanmıştır.

### 2.3. Fiziksel ve biyokimyasal analizler

**Solunum hızı:** Yaklaşık 120-140 g pırasa örneği tartılarak 0.5 L'lik gaz geçirmez kavanozlara konulmuş ve oda koşullarında ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ) 2-3 saat bekletilmiştir. Gaz sızdırmaz bir şırınga ile kavanozlardan alınan 10-15 mL gaz numunesi, gaz kromatografisine (Agilent, GC-6890N) enjekte edilmiştir. Sonuçlar  $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Altıkardeş vd., 2018).

**Paket içi gaz bileşimi:** Paket içi  $\text{CO}_2$  ve  $\text{O}_2$  oranları gaz analizörü (Systec Instrument Gaspacer) yardımıyla yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

**Ağırlık kaybı:** Ağırlık kaybı, bu amaçla ayrılan paketlenmiş pırasa örneklerinin her dönem tartılıp başlangıç ağırlığına kıyaslanması yoluyla belirlenmiştir. Tartımı yapılan örnekler bir sonraki dönem tartılmak üzere tekrar soğuk odaya yerleştirilmiştir. Depolama boyunca her dönem çıkarılan paketler 0.01g hassasiyetteki terazi ile ölçülmüş ve ağırlık kaybı % olarak hesaplanmıştır (Erbaş, 2023).

**Yalancı gövde sertliği:** Yalancı gövdenin (10 pırasada) beyaz ve hafif yeşilimsi kısımlarında iki sertlik ölçümü yapılmıştır. Ölçümler tekstür analiz cihazı (Lloyd-LF) ve 5 mm çapındaki paslanmaz silindirik prob (6 mm batırılmış) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Newton (N) cinsinden verilmiştir (Erbaş vd., 2024).

**Yalancı gövde rengi:** Renk değişimi renk ölçüm cihazı (Minolta, CR-300) ile saptanmıştır. Her bir pırasa diliminde, baş ve orta kısımdan iki ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ , değerleri cinsinden belirlenmiş ve buna göre kroma ( $C^*$ ) ve hue ( $h^\circ$ ) değerleri hesaplanmıştır (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

**Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı:** Pırasa örneklerinin suyu katı meyve sıkacağı yardımıyla çıkartılmış ve SÇKM dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) kullanılarak yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

**Dış görünüş:** Pırasanın dış görünüşü, 5 eğitimli panelistten oluşan bir grup tarafından 1-9 hedonik skalası (1-4 puan: pazarlanamaz, 9 puan: çok iyi) kullanılarak değerlendirilmiştir. Panelistler pırasa dilimlerinin bütününde ve kesim yüzeylerindeki renk değişimi, solma-sararma, büzüşme ve gözle görülebilir mikroorganizma oluşumlarını dikkate alarak değerlendirme yapmışlardır (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

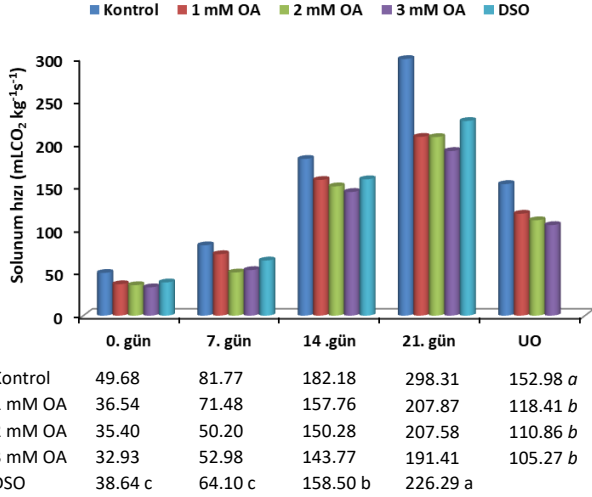
### 2.4. İstatistik analiz

Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve verilerin istatistik analizleri JMP 7 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde Tukey Testi kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Solunum hızı

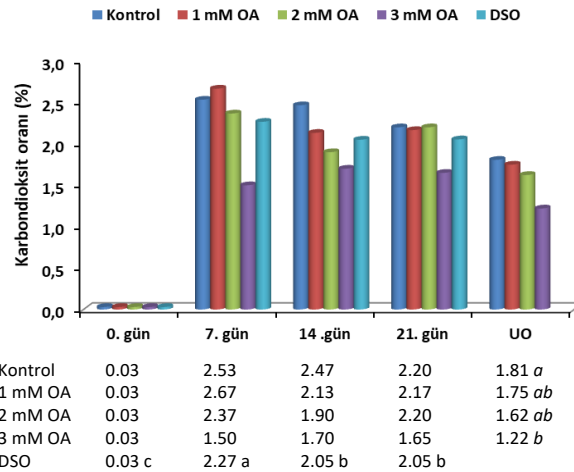
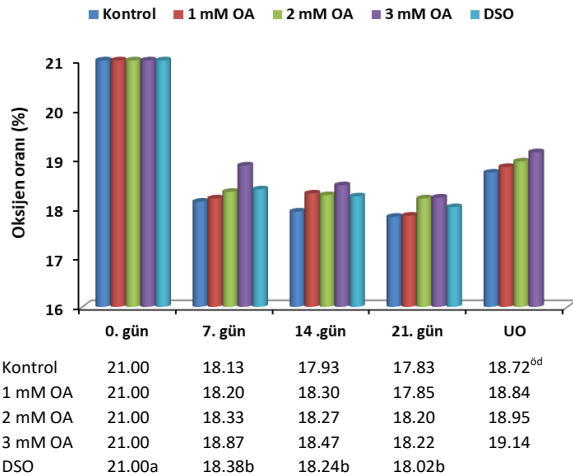
Solunum hızı bahçe ürünlerinde metabolik aktivitenin en önemli göstergesi olup, meyvelerin derim sonrası yaşam potansiyelini etkilemektedir. Genel olarak solunum hızı yüksek olan ürünlerin depolanma süreleri kısadır (Türk vd., 2017). Mevcut çalışmada minimal işlenmiş pırasaların solunum hızı üzerine OA uygulamaları ve muhafaza süresinin etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur (Şekil 1). Bütün uygulamalarda depolama boyunca solunum hızları artmış, ancak OA uygulamaları pırasaların solunum hızlarını önemli ölçüde baskılamıştır. Derim öncesi OA uygulamalarının solunum hızını azaltma etkisi derim anında görülmüş ve bu eğilim depolama boyunca devam etmiştir. Depolamanın 0. gününde OA uygulanan pırasaların solunum hızları  $32.93$  ( $3 \text{ mM}$ ) ile  $36.54$  ( $1 \text{ mM}$ )  $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$  arasında değişirken, kontrolde bu değer  $49.68 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Depolama süresince doz arttıkça OA'nın solunumu baskılama etkinliği artmıştır. Benzer şekilde Erbaş vd. (2024), taze kesilmiş pırasalarda OA dozları arttıkça soğukta depolama süresince solunum hızlarının daha fazla baskılandığını rapor etmişlerdir. Öte yandan OA uygulanmış erik (Erbaş ve Koyuncu, 2019) ve narlarda (Koyuncu vd., 2019) OA'nın depolama boyunca meyvelerin solunum hızlarını baskıladığı bildirilmiştir. OA'nın solunum hızını baskılaması, solunumda rol alan enzimlerin aktivitelerini yavaşlatmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Serna-Escorano vd. (2021) OA'nın bahçe ürünlerinde solunumu yavaşlatmasını doğrudan meyvelerin metabolik aktivitelerini baskılamasıyla açıklamışlardır. Benzer şekilde Martinez-Espla vd. (2017), derim öncesi OA uygulanmasının kuşkonmazlarda olgunlaşma ve yaşlanma ile ilgili metabolik değişimleri hücresel düzeyde yavaşlatarak solunum hızını baskılamış olabileceğini kaydetmişlerdir.



**Şekil 1.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların solunum hızı üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

### 3.2. Paket içi gaz bileşimi

MAP kullanarak yürütülen depolama çalışmalarında, ambalaj içi gaz bileşimindeki değişimin solunum hızı verileriyle uyumlu olması beklenir. Çalışmamızda paket içi O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki değişim solunum hızı verilerini doğrular niteliktedir (Şekil 1 ve Şekil 2). Depolama boyunca artan solunum hızına paralel olarak tüm uygulamalarda O<sub>2</sub> konsantrasyonları azalmıştır. Her ne kadar istatistik olarak önemli çıkmasa da solunum hızıyla uyumlu olarak en düşük ortalama O<sub>2</sub> oranı kontrol paketinde (% 18.72) bulunurken, en yüksek değer 3 mM OA uygulamasında (% 19.14) ölçülmüştür. Öte yandan en yüksek CO<sub>2</sub> oranı kontrol paketinde (% 1.81) elde edilirken, artan doza bağlı olarak paket içi % CO<sub>2</sub> değerleri (% 1.75, % 1.62 ve % 1.22) azalmıştır (Şekil 2). Bu sonuçlar derim öncesi OA uygulamalarının, depolama boyunca pırasalarda solunum hızını yavaşlattığını göstermektedir.

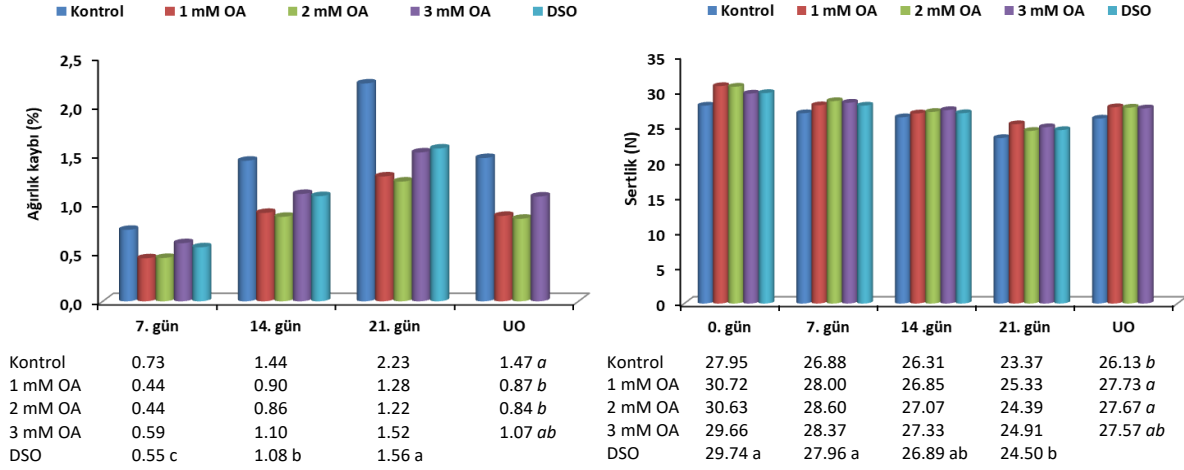


**Şekil 2.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların MAP içi gaz oranları (% O<sub>2</sub> ve % CO<sub>2</sub>) üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları, öd: önemli değil. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

OA uygulamalarının, bir stres faktörü olarak hücrede solunumla ilgili enzimlerin faaliyetlerini yavaşlatarak pırasalarda solunumu baskıladığı düşünülmektedir. Nitekim pırasalarda direnç sistemini etkileyen ya da üründe stres üreten değişik uygulamaların solunum hızını baskıladığı rapor edilmiştir (Gülal vd., 2022; Gülal ve Koyuncu, 2023; Erbaş vd., 2024).

### 3.3. Ağırlık kaybı

Minimal işlenmiş sebzelerde ağırlık kaybı su kaybı, solunum hızı ve bozulmayla yakından ilişkili olup, ciddi ekonomik kayıplara neden olan önemli bir derim sonrası kalite özelliğidir (Kader ve Yahia, 2011). Ağırlık kaybı hem doğrudan pazarlanacak ürün ağırlığını hem de su kaybına bağlı olarak dış görünüşü etkilediği için son derece önemlidir. Mevcut çalışmada derim öncesi OA uygulaması ve depolama süresinin minimal işlenmiş pırasada ağırlık kaybı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 1). Tüm uygulamalarda zamana bağlı olarak ağırlık kayıpları düzenli olarak artmış, ancak OA uygulanmış örneklerde kayıp kontrol örneklerine kıyasla daha az olmuştur. Depolama sonunda kontrol örneklerinde % 2.23'lük bir ağırlık kaybı olurken, bunu sırasıyla 3 mM (% 1.52), 1 mM (% 1.28) ve 2 mM (% 1.22) OA uygulaması takip etmiştir. 1 mM (% 0.87) ve 2 mM (% 0.84) uygulamaları kontrol örneklerinden (% 1.47) istatistik olarak farklı bir grupta yer almıştır. Tüm örneklerde ağırlık kaybının düşük seviyelerde kalması pırasaların yabancı gövdelerinin katmanlar halinde oluşu ve ambalaj malzemesinin sınırlı su buharı geçirgenliğine sahip olmasıyla açıklanabilir. Nitekim pek çok farklı türlerle yürütülen çalışmalarda (Khan vd., 2013; Khaliq vd., 2019) modifiye atmosferin ağırlık kaybını azaltmadaki etkinliği rapor edilmiştir. Görüldüğü üzere derim öncesi OA uygulaması minimal işlenmiş pırasanın ağırlık kaybını azaltmada etkili olmuştur. OA'nın bahçe ürünlerinde depolama boyunca ağırlık kaybı üzerine olumlu etkisi, solunum hızını baskılayıcı etkisi ile açıklanabilir (Martinez-Espla vd., 2017;



**Şekil 3.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların ağırlık kaybı (%) ve yalancı gövde sertliği (N) üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Garcia-Pastor vd., 2020). Bu çalışmada, solunum hızı ve paket içi gaz konsantrasyonlarına ilişkin bulgular da solunumla ilişkili ağırlık kaybını desteklemektedir (Şekil 1 ve Şekil 2). Diğer taraftan derim öncesi OA uygulamaları pırasada hücre bütünlüğü koruyarak yalancı gövdenin daha sıkı kalmasına ve buna bağlı olarak dokulardan su kaybının sınırlı olmasına neden olabilir. Keza Şekil 3'te görülebileceği gibi 1 ve 2 mM'lık uygulamalarda daha bariz olmak üzere, uygulama yapılmış pırasaların ortalama sertlik değerleri kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur. Derim anındaki sertlik değerlerindeki farklılıklar da bu görüşü doğrulamaktadır.

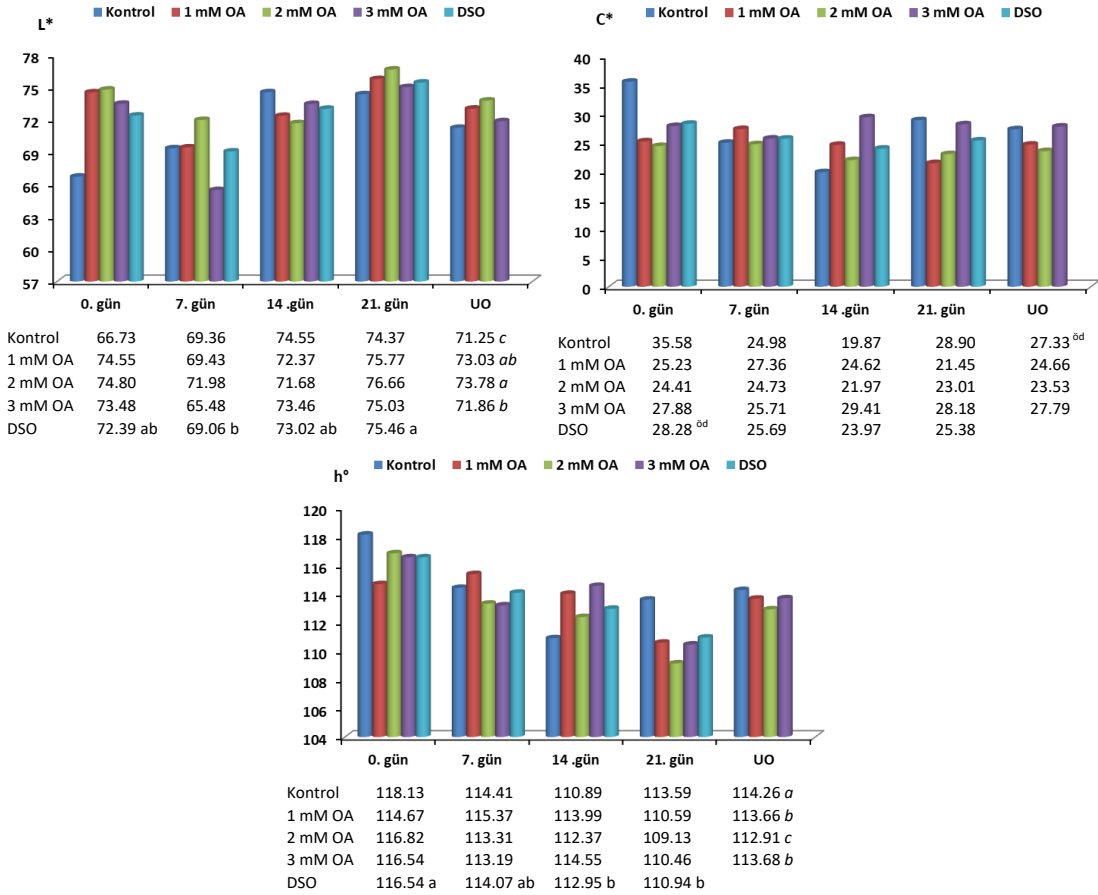
### 3.4. Yalancı gövde sertliği

Depolama boyunca meydana gelen sertlik kaybı, bahçe ürünlerinin pazarlanması sırasında karşılaşılan en önemli derim sonrası faktörlerden birisidir. Tüketiciler taze kesilmiş ya da minimal işlenmiş meyve ve sebzelerde işleme, paketlenme veya depolama süresince yumuşamanın belirli bir seviyenin altına inmesini istememektedir (Toivonen ve Brummell, 2008; Erbaş vd., 2024). Çalışmamızda, minimal işlenmiş pırasalarda depolama boyunca gövde sertliği (N) üzerine hem depolama süresi hem de OA uygulamalarının etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur (Tablo 1). Tüm uygulamalarda depolama süresince pırasa dilimlerinde gövde sertliği azalmıştır. Derim öncesi OA uygulamalarının sertlik üzerine olumlu etkisi depolama başlangıcında (derim anında) bile bariz olarak görülmüştür. Bu dönemde kontrol örneklerinde yalancı gövde sertliği 27.66 N iken, uygulama yapılan pırasalarda 29.66 N (3 mM) ile 30.72 N (1 mM) arasında değişmiştir. Market koşullarında 21 günlük depolama sonunda, sertlik değerleri azalmış ancak yine en sert pırasalar (25.33 N) 1 mM OA uygulanmış grupta bulunurken, en fazla yumuşama kontrol örneklerinde (23.37 N) saptanmıştır (Şekil 3). Derim öncesi OA uygulamasının pırasaların sertlik değeri üzerine olumlu

etkisi, pektin esteraz ve benzeri enzimlerin aktivitesini yavaşlatarak doku yumuşamasını geciktirmesiyle açıklanabilir. Niketim OA'nın enginar (Martinez-Espla vd., 2017), nar (Garcia-Pastor vd., 2020) ve limonda (Serna-Escolano vd., 2021) hücre bütünlüğünü koruyarak ve hücre duvarı bileşenlerinin hidrolizini yavaşlatarak meyvelerde sertlik kaybını yavaşlattığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar derim öncesi OA uygulamasının, meyve sertliği üzerine pozitif etkisinin çalışmamızda olduğu gibi hem derim anında hem de depolama boyunca olabildiğini bildirmişlerdir. Derimden sonra bahçe ürünlerinde, artan solunum hızı nedeniyle yaşlanma ve olgunlaşma dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik değişiklikler meydana gelir. Bu aşamada hücre duvarları işlevini kaybeder ve hücrenin dengesi bozulur (Batool vd., 2022). Dolayısıyla solunum hızını baskılayan ve doku bütünlüğünü koruyan OA ve benzeri uygulamaların, bahçe ürünlerinde derim sonrası kayıpların yavaşlatılması için kullanılması önem kazanmaktadır.

### 3.5. Yalancı gövde rengi

Minimal işlenmiş pırasalarda gövde rengi  $L^*$  ve hue ( $h^\circ$ ) değerleri üzerine hem depolama süresi hem de uygulamaların etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olurken, kroma ( $C^*$ ) değeri bu faktörlerden etkilenmemiştir (Tablo 1). Depolama sonunda başlangıca göre tüm uygulamalarda  $L^*$  değeri artarken,  $C^*$  ve  $h^\circ$  değerleri genellikle azalmıştır. Depolama sonunda en yüksek ortalama  $L^*$  değeri 2 mM'lık OA (76.66) uygulamasında saptanırken, bunu sırasıyla 1 mM OA (75.77), 3 mM OA (75.03) ve kontrol (74.37) uygulamaları takip etmiştir. Rengin parlaklığını ifade eden  $L^*$  değerinin OA uygulanmış pırasalarda yüksek olması uygulamaların ürün parlaklığını daha iyi koruduğunu göstermektedir (Şekil 4). Benze şekilde Erbaş vd. (2024) OA uygulamalarının pırasalarda depolama boyunca parlaklığı daha iyi muhafaza ettiğini bildirmişlerdir. Ortalama değerler incelendiğinde istatistik olarak önemli

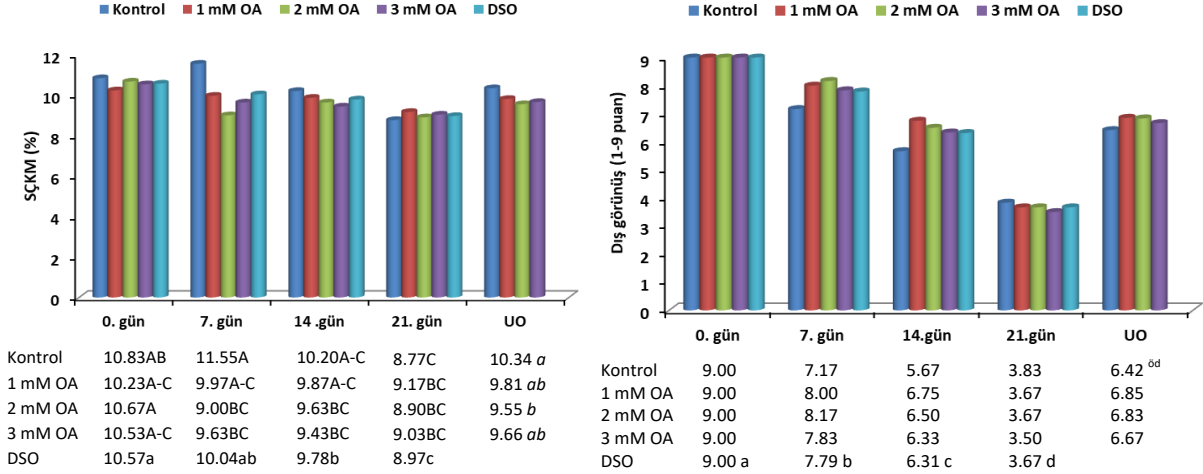


**Şekil 4.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların renk değerleri (L\*, C\* ve h°) üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları, öd: Önemli değil. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

olmasa da, en yüksek C\* değeri (27.79) 3 mM OA uygulanmış pırasalarda bulunurken bunu kontrol, (27.33) 1 mM (24.66) ve 2 mM (23.53) uygulaması takip etmiştir. Rengin canlılığını ifade eden C\* değeri rakamsal olarak arttıkça, ilgili ürünün rengindeki doygunluğun (canlılığın) da arttığı söylenebilir (Erbaş ve Koyuncu, 2016). Mevcut çalışmada C\* değerinin korunması bakımından 1 ve 2 mM OA uygulamalarının beklenen etkiyi vermediği söylenebilir (Şekil 4). Erbaş vd. (2024) OA uygulamalarının soğukta depolama boyunca pırasaların C\* değerini kontrole göre daha iyi koruduğunu, daha sıcak olan raf ömrü sürecinde ise bizim bulgularımıza benzer şekilde doza göre değişkenlik olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer taraftan Gülal ve Koyuncu (2023) askorbik asit uygulanmış taze kesilmiş pırasalarda depolama sonunda C\* değerini kontrole göre daha düşük bulmuşlardır. Beklendiği gibi h° değerlerinin tüm uygulamalarda azalması pırasalarda yeşil rengin biraz azalması ve kısmen sararmanın görünür olmasını ifade etmektedir. Çalışmamızda renk parametrelerinin uygulama dozlarından farklı seviyelerde etkilendiği görülmektedir. Önceki yıllarda farklı ürünlerle yürütülen çalışmalarda OA uygulamalarının renk değişimini geciktirdiği kaydedilmiştir (Martinez-Espla vd., 2017; Erbaş ve Koyuncu, 2019; Koyuncu vd., 2019; Martinez-Espla vd., 2019).

### 3.6. Suda çözünür kuru madde miktarı

Minimal işlenmiş pırasalarda SÇKM miktarı üzerine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama × muhafaza süresi interaksyonunun etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur (Tablo 1). Depolama süresince en fazla SÇKM değişimi kontrol örneklerinde (% 19.02) olurken, bunu sırasıyla 2 mM (% 16.59), 3 mM (% 14.25) ve 1 mM (% 10.36) uygulaması takip etmiştir. Benzer şekilde Erbaş vd. (2024) OA uygulanmış pırasalarda SÇKM içeriğinin soğukta depolama boyunca azaldığını saptamışlardır (Şekil 5). Diğer taraftan farklı uygulamalar yapıldıktan sonra taze kesilmiş olarak soğukta depolanan pırasalarda da SÇKM içeriği depolama boyunca azalmıştır (Tsouvaltzi vd., 2007; Kasım ve Kasım, 2018; Gülal ve Koyuncu, 2023). OA uygulanmış örneklerde kontrol grubunda SÇKM miktarının daha fazla azalması, bu pırasalarda solunum hızının daha yüksek (Şekil 1) olması ile açıklanabilir. MAP içerisinde depolanan pırasalarda derim sonrası su kaybı sınırlı olduğundan SÇKM oranındaki değişim büyük oranda solunum hızından etkilenmektedir. Pırasanın kimakterik bir tür olmaması nedeniyle derim sonrası bariz bir SÇKM birikiminden bahsedilemez. Bu durumda solunuma bağlı SÇKM azalması beklenen bir durumdur. Mevcut çalışmada



**Şekil 5.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların SÇKM (%) değerleri ve dış görünüş puanları (1-9 puan) üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları, öd: Önemli değil. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları, büyük harfler ise uygulama × depolama süresi etkileşimini göstermektedir.

**Tablo 1.** İncelenen kalite parametrelerine ait önemlilik dereceleri

Parametreler	Depolama süresi (DS)	Uygulamalar (U)	DS × U
Solunum hızı (mLCO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	**	**	öd
MAP içi gaz oranları	O <sub>2</sub> (%)	Öd	öd
	CO <sub>2</sub> (%)	*	öd
Ağırlık kaybı (%)	**	*	öd
Sertlik (N)	**	*	öd
SÇKM (%)	**	*	*
Dış görünüş (1-9 puan)	**	Öd	öd
Yalancı gövde rengi	L*	*	öd
	C*	öd	öd
	h°	**	öd

\*\* : 0.01 düzeyinde önemli, \* 0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

MAP'a bağlı olarak su kaybı % 1-2'ler seviyesinde olduğu için solunum hızına bağlı SÇKM azalması anlamlıdır.

### 3.7. Duyusal değerlendirmeler

Ürünlerin pazarlanması sırasında, tüketici beğenisini en fazla etkileyen faktörlerin başında dış görünüş gelmektedir. Dolayısıyla derim sonrası dönemde ürünlerin görsel kalitesini etkileyecek uygulamaların yapılması ve yaşlanma sürecinin geciktirilmesi önemlidir. Denemede minimal işlenmiş pırasaların dış görünüş puanları üzerine sadece depolama süresinin etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur (Tablo 1). Depolama boyunca tüm gruplarda dış görünüş puanları azalmış, ancak OA uygulanmış pırasalarda bu kayıplar 14. güne kadar daha sınırlı olmuştur. Depolamanın 14. gününde tüm gruplar pazarlanabilir seviyede kalmalarına ( $\geq 5$ ) rağmen en düşük puanı (5.67) kontrol örnekleri almıştır. Uygulama yapılan pırasaların bu dönemde dış görünüş puanları sırasıyla 6.75 (1 mM), 6.50 (2 mM) ve 6.33 (3 mM) olmuştur. Depolamanın 21. gününde uygulamaların etkisi ortadan kalkmış ve tüm gruplar pazarlanabilir seviyenin altında

puanlar almıştır. İstatistik olarak önemli bulunmasa da ortalama değerler bakımından yine en iyi dış görünüş puanını 1 mM OA uygulaması (6.85) alırken, bunu sırasıyla 2 mM (6.83), 3 mM (6.67) ve kontrol örnekleri (6.42) takip etmiştir (Şekil 5). Uygulama yapılan minimal işlenmiş pırasaların depolama boyunca daha iyi dış görünüş puanı alması, OA'nın metabolik aktiviteyi baskılamasıyla açıklanabilir. Keza bahçe ürünlerinde depolama boyunca metabolik aktivitenin göstergesi olan solunum hızı ve paket içi gaz bileşimi verileri bu görüşü doğrular niteliktedir (Şekil 1 ve Şekil 2). Benzer şekilde OA'nın enginar (Martinez-Espla vd., 2017), nar (Garcia-Pastor vd., 2020) ve limonda (Serna-Escolano vd., 2021) hücre duvarı yıkımını yavaşlatarak ürünlerde doku bütünlüğü ve sertlik yanında dış görünüşü de korudu rapor edilmiştir.

### 4. Sonuç

Derim öncesi OA uygulaması minimal işlenmiş pırasalarda depolama boyunca ağırlık kayıplarının azaltılması, yalancı gövde sertliğinin korunması ve solunum hızının baskılanması bakımından önemli olmuştur. Ayrıca istatistik olarak önemli olmasa da OA uygulamaları kontrol

örneklerine kıyasla depolama süresince pırasaların görsel kalitelerini daha iyi korumuştur. Derim öncesi OA uygulamasının sadece L\* renk değeri üzerine anlamlı bir etkisi olmuştur. Çalışmada derim öncesi OA uygulanmış pırasaların market koşullarında (12°C ve % 85-90 oransal nem) MAP içerisinde 14 gün başarılı bir şekilde depolanabileceği belirlenmiştir.

#### Yazar Katkı Oranları

Mehmet Ali Koyuncu: Araştırma, Metodoloji, Orijinal Taslak Yazımı

Derya Erbaş: Araştırma, Biçimsel Analiz, İnceleme ve Düzenleme, Görselleştirme

Hüsnü Ünlü: Araştırma, Metodoloji, Kaynak / Materyal / Malzeme Temini

Halime Ünlü: Araştırma, Metodoloji, Kaynak / Materyal / Malzeme Temini

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### Etik Kurul Onayı

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

#### Kaynakça

- Altıkardes, E., Koyuncu, M. A., & Erbaş, D. (2018). Hıyarlarda salisilik asit uygulaması ile depolama süresinin uzatılması ve kalite kayıplarının azaltılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 143-150. <https://doi.org/10.29278/azd.476188>
- Barberis, A., Cefola, M., Pace, B., Azara, E., Spissu, Y., Serra, P. A., Logrieco, A.F., D'hallewin, G., & Fadda, A. (2019). Postharvest application of oxalic acid to preserve overall appearance and nutritional quality of fresh-cut green and purple asparagus during cold storage: A combined electrochemical and mass-spectrometry analysis approach. *Postharvest Biology and Technology*, 148, 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.10.016>
- Batool, M., Bashir, O., Amin, T., Wani, S. M., Masoodi, F. A., Jan, N., Bhat, A. A., & Gul, A. (2022). Effect of oxalic acid and salicylic acid treatments on the postharvest life of temperate grown apricot varieties (*Prunus armeniaca*) during controlled atmosphere storage. *Food Science and Technology International*, 28(7), 557-569. <https://doi.org/10.1177/10820132211032074>
- Bernaert, N., De Clercq, H., Van Bockstaele, E., De Loose, M., & Van Droogenbroeck, B. (2013). Antioxidant changes during postharvest processing and storage of leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*). *Postharvest Biology and Technology*, 86, 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.010>

- Cefola, M., & Pace, B. (2015). Application of oxalic acid to preserve the overall quality of rocket and baby spinach leaves during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2523-2532. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12502>
- Çolakoğlu, F., Çolakoğlu, S., Künili, İ. E., Ormanci, H. B., Ertuğral, T. G., & Yüzgeç, U. (2022). Türkiye'de gıda güvenliği konusunda tüketicilerin bilinç düzeyinin belirlenmesi. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, 4, 13-24.
- Erbaş, D. (2023). Effect of oxalic acid treatments and modified atmosphere packaging on the quality attributes of rocket leaves during different storage temperatures. *Horticulturae*, 9(6), 718. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9060718>
- Erbaş, D., & Koyuncu, M. A. (2016). 1-Metilsiklopropan uygulamasının Angeleno erik çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 43-50.
- Erbaş, D., & Koyuncu, M. A. (2019). The effects of postharvest putresin, nitric oxide, oxalic and salicylic acid treatments on the fruit quality of plum cv. Black Diamond during storage. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 1830-1840. <https://doi.org/10.21597/jist.547181>
- Erbaş, D., Ünlü, H., Ünlü, H., & Koyuncu, M. A. (2024). Oxalic acid treatment delays quality loss and biochemical changes of minimally processed leeks during storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 65, 271-282. <https://doi.org/10.1007/s13580-023-00571-6>
- Gabrić, D., Barba, F., Roohinejad, S., Gharibzahedi, S. M. T., Radojčin, M., Putnik, P., & Bursać Kovačević, D. (2018). Pulsed electric fields as an alternative to thermal processing for preservation of nutritive and physicochemical properties of beverages: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 41(1), e12638. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12638>
- Garcia-Pastor, M. E., Gimenez, M. J., Valverde, J. M., Guillen, F., Castillo, S., Martinez-Romero, D., Serrano, M., Valero, D., & Zapata, P. J. (2020). Preharvest application of oxalic acid improved pomegranate fruit yield, quality, and bioactive compounds at harvest in a concentration-dependent manner. *Agronomy*, 10(10), 1522. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101522>
- Golubkina, N., Seredin, T., Kriachko, T., & Caruso, G. (2019). Nutritional features of leek cultivars and effect of selenium-enriched leaves from goliath variety on bread physical, quality and antioxidant attributes. *Italian Journal of Food Science*, 31(2), 288-300. <https://doi.org/10.14674/IJFS-1277>
- Gülal, B., & Koyuncu, M. A. (2023). The effect of ascorbic acid treatment on the quality changes of fresh-cut leek during cold storage. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 134-144. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1070629>
- Gülal, B., Koyuncu, M. A., & Kuleaşan, H. (2022). Suda ozon uygulanmış taze kesilmiş pırasada depolama boyunca mikrobiyolojik yük ve kalite değişimi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(3), 1201-1212. <https://doi.org/10.21597/jist.1069346>



- Hosseininezhad, B., Nader, M., Ramezani, A., Niakousari, M., & Mazloomi, S. M. (2023). A combination of modified atmosphere packaging and two chemical disinfectants: Effects on microbial, sensory, and physicochemical properties of raw ready-to-eat leek. *Food Science & Nutrition*, *11*(1), 148-156. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3047>
- Kader, A. A., & Yahia, E. M. (2011). Postharvest biology of tropical and subtropical fruits. In *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, *2011*, 79-11. <https://doi.org/10.1533/9780857093622.79>
- Kasım, R., & Kasım, M. U. (2018). The edible coating treatments on color quality fresh-cut leek during cold storage. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, *72*(1), 29-36. <https://doi.org/10.55302/JAFES18721029k>
- Khaliq, G., Ramzan, M., & Baloch, A. H. (2019). Effect of Aloe vera gel coating enriched with *Fagonia indica* plant extract on physicochemical and antioxidant activity of sapodilla fruit during postharvest storage. *Food Chemistry*, *286*, 346-353. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.135>
- Khan, M. S., Zeb, A., Rahatullah, K., Ihsanullah, N. A., Ahmed, S., & Ahmed, S. (2013). Storage life extension of plum fruit with different colored packaging and storage temperatures. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, *7*(3), 86-93.
- Koyuncu, M. A., Erbas, D., Onursal, C. E., Secmen, T., Guneyli, A., & Sevinc Uzun, 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>
- Küçükbaşmacı Sabır, F. (2017). Minimal işlem görmüş ve diğer bahçe ürünlerinin depolanması, in: Türk, R, Tuna Güneş N, Erkan M, Koyuncu, MA (eds.), *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması* (pp. 293-309) SOMTAD Yayınlar Ders Kitabı No: 1.
- Martinez-Espla, A., Garcia-Pastor, M. E., Zapata, P. J., Guillen, F., Serrano, M., Valero, D., & Girones-Vilaplana, A. (2017). Preharvest application of oxalic acid improves quality and phytochemical content of artichoke (*Cynara scolymus* L.) at harvest and during storage. *Food Chemistry*, *230*, 343-349. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.051>
- Martinez-Espla, A., Serrano, M., Martinez-Romero, D., Valero, D., & Zapata, P. J. (2019). Oxalic acid preharvest treatment increases antioxidant systems and improves plum quality at harvest and during postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *99*(1), 235-243. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9165>
- Niyaz, Ö. C., & Demirbaş, N. (2018). Food safety perceptions of fresh fruits and vegetables consumers. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *15*(2), 36-44.
- Poojary, M. M., Putnik, P., Kovačević, D. B., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Dias, D. A., & Shpigelman, A. (2017). Stability and extraction of bioactive sulfur compounds from *Allium* genus processed by traditional and innovative technologies. *Journal of Food Composition and Analysis*, *61*, 28-39. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.04.007>
- Pourzand, A., Tajaddini, A., Pirouzanpanah, S., Asghari-Jafarabadi, M., Samadi, N., Ostadrahimi, A. R., & Sanaat, Z. (2018). Erratum: associations between dietary allium vegetables and risk of breast cancer: A hospital-based matched case-control study. *Journal of Breast Cancer*, *21*(2), 231. <https://doi.org/10.4048/jbc.2018.21.2.231>
- Putnik, P., Gabrić, D., Roohinejad, S., Barba, F. J., Granato, D., Mallikarjunan, K., Lorenzo, J. M., & Kovačević, D. B. (2019). An overview of organosulfur compounds from *Allium* spp.: From processing and preservation to evaluation of their bioavailability, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. *Food Chemistry*, *276*, 680-691. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.068>
- Ruiz-Jimenez, J. M., Zapata, P. J., Serrano, M., Valero, D., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. (2014). Effect of oxalic acid on quality attributes of artichokes stored at ambient temperature. *Postharvest Biology and Technology*, *95*, 60-63. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.03.015>
- Salk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. (2008). *Special vegetable cultivation*. Onur Press, Türkiye.
- Serna-Escolano, V., Gimenez, M. J., Castillo, S., Valverde, J. M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Serrano, M., Valero, D., & Zapata, P. J. (2021). Preharvest treatment with oxalic acid improves postharvest storage of lemon fruit by stimulation of the antioxidant system and phenolic content. *Antioxidants*, *10*(6), 963. <https://doi.org/10.3390/antiox10060963>
- Siddiqui, M. W., & Rahman, M. S. (2015). *Minimally processed foods: Technologies for safety, quality, and convenience*. Springer Cham., Switzerland.
- Suttirak, W., & Manurakchinnakorn, S. (2010). Potential application of ascorbic acid, citric acid and oxalic acid for browning inhibition in fresh-cut fruits and vegetables. *Walailak Journal of Science and Technology*, *7*(1), 5-14.
- Toivonen, P. M., & Brummell, D.A. (2008). Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, *48*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.004>
- Tsouvaltzi, P., Gerasopoulos, D., & Siomos, A. S. (2007). Effects of base removal and heat treatment on visual and nutritional quality of minimally processed leeks. *Postharvest Biology and Technology*, *43*(1), 158-164. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.08.004>
- Türk, R., Tuna Güneş, N., Erkan, M., Koyuncu M. A. (2017). *Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazara hazırlanması*. SOMTAD Yayınlar Ders Kitabı No: 1, Antalya, Türkiye.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2024. Bitkisel üretim istatistikleri. Erişim tarihi: 03.04.2024 <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>

- Vandekinderen, I., Van Camp, J., Devlieghere, F., Ragaert, P., Veramme, K., Bernaert, N., Denon, Q., & De Meulenaer, B. (2009). Evaluation of the use of decontamination agents during fresh-cut leek processing and quantification of their effect on its total quality by means of a multidisciplinary approach. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *10*(3), 363-373. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.02.002>
- Yousuf, B., Qadri, O. S., & Srivastava, A. K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *LWT - Food Science and Technology*, *89*, 198-209. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.051>