

EJONS

International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences

(Uluslararası Fen, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi)

<https://ejons.org/index.php/ejons>

e-ISSN: 2602 - 4136

Araştırma Makalesi

Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13898810>

Yenipazar Biber Çeşidinde Yenilebilir Kaplama Uygulamalarının Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri

Fırat İŞLEK^{1,*}, Şeyda ÇAVUŞOĞLU²¹ Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 49300, Muş² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 65000, Van*Sorumlu Yazar e-mail: f.islek@alparslan.edu.tr

Makale Tarihçesi

Geliş: 12.08.2024

Kabul: 11.09.2024

Anahtar Kelimeler

Biber,
Depolama,
Yenilebilir kaplama

Öz: Biberler (*Capsicum annuum* L.), zengin besin değerine, zengin aromaya ve birçok kullanım alanına sahip olmaları neticesinde dünyada üretimi ve tüketimi en fazla olan sebzelerden biridir. Fakat biberlerin hasat sonrası ömrü kısadır. Bu çalışmada Yenipazar biber çeşidine sodyum aljinat kaplama uygulamasının hasat sonrası depolanma süre ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Biberler +10° C ve %90-95 nispi nemde 24 gün boyunca depolanmıştır. Depolama süresince meyvelerde ağırlık kaybı, solunum hızı, pH, titre edilebilir asitlik (TEA), suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), toplam fenol ve antioksidan kapasitesi ölçümleri ve analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde biber muhafazasında sodyum aljinat kaplamanın olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Atıf Künyesi: İşlek, F. ve Çavuşoğlu, Ş. (2024). Yenipazar Biber Çeşidinde Yenilebilir Kaplama Uygulamalarının Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri, EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences 8(3):366-373. **How To Cite:** İşlek, F. and Çavuşoğlu, Ş. (2024). Effects of Edible Coating Applications on Postharvest Physiology of Yenipazar Pepper Variety, EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences 8(3):366-373.

Effects of Edible Coating Applications on Postharvest Physiology of Yenipazar Pepper Variety

Article Info

Received: 12.08.2024

Accepted: 11.09.2024

Keywords

Edible coating,
Pepper,
Storage

Peppers (*Capsicum annuum* L.) have a rich nutritional value, rich flavour and many uses, making them one of the most produced and consumed vegetables in the world. However, the post-harvest life of peppers is short. In this study, the effects of sodium alginate coating application on post-harvest storage time and quality of Yenipazar pepper variety were investigated. Peppers were stored at +10° C and 90-95% relative humidity for 24 days. During storage, weight loss, respiration rate, pH, titratable acidity (TEA), water soluble dry matter content (TSS), total phenol and antioxidant capacity were measured and analysed. As a result of the findings obtained, it was determined that sodium alginate coating had a positive effect on pepper preservation.

1. Giriş

Biberler (*Capsicum annuum* L), sahip oldukları canlı renkleri, aromatik tatları, yüksek besin değerleri (C, A, B ve E vitaminleri), karotenoidler, fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşiklerin yanı sıra antioksidan ve antimikrobiyal maddeler içermeleri sayesinde dünya çapında en yaygın tüketilen sebzelerden biridir (Kumar vd., 2021; Rodríguez vd., 2020).

Biberde hasat sonrası yaygın olarak görülen sorunların başında fizyolojik aktivitelerdeki değişiklikler, besin kaybı ve hızlı fiziksel ve fizyolojik bozulma gelmektedir (Jin-Hua vd., 2007). Ayrıca yumuşama, kuruma ve fungal bozulma başlıca problemlerdir (Rao vd., 2011).

Paketleme, gıda endüstrisinde ürünlerin korunmasını ve muhafaza edilmesini sağlayan önemli bir role sahiptir. Belirli bir ambalaj türü olarak yenilebilir kaplamalar raf ömrünü uzatma, kaliteyi koruma ve ürün kaybını azaltma açısından benzersiz avantajlar sunmaktadır (Han, 2014). Meyve ve sebzelerin depolanması ve işlenmesinde, ürünlerin hasat sonrası kalitesini korumak amacıyla kullanılan başarılı yöntemlerden bazıları yenilebilir kaplama kullanımıdır (Andriani ve Handayani, 2023; Dhall, 2013; Salehi, 2020)

Yenilebilir kaplama uygulaması, mikrobiyal yoğunluğu, solunum oranını, lipid peroksidasyonunu, etilen üretimini ve enzimatik reaksiyonu azaltarak sebze ve meyvelerin hasat sonrası raf ömrünü uzatmak için kullanılan bir yöntemdir (Ali vd., 2011; Prakash vd., 2020). Ayrıca su kaybına ve gaz geçişine karşı koruma oluşturur (Kumar ve Neeraj, 2019). Toksik olmaması, yenilebilirliği, biyolojik olarak parçalanabilirliği, çevre dostu olması, görünümü, taşıyıcı katkı maddeleri ve bariyer özellikleri gibi özellikleri nedeniyle son zamanlarda gıda ambalaj sektöründe yenilebilir kaplamaya olan ilgi yoğunlaşmıştır (Hatmi vd., 2020).

Farklı yenilebilir kaplamaların performansı birçok sebze ve meyve çeşidinde araştırılmıştır (Sharma vd., 2019). Bazı kaplama malzemelerinin bozulmayı önlediği ve uzun süreli depolama sonrasında taze ürün kalitesinin korunmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir (Sharif vd., 2018). Yenilebilir kaplama uygulamalarının, solunum ve su kaybını engelleyici bir bariyer oluşturarak ürünlerin fiziksel görünümünü iyileştirdiği gözlemlenmiştir (Ncama vd., 2018). Hasat sonrasında ürünler solunum yapmaya devam etmektedir. Bu nedenle, yenilebilir kaplamaların normal CO₂/O₂ alışverişini sağlamak amacıyla gaz geçirgenlik özelliklerinin dengeli olması gerekmektedir. Aynı zamanda, hasat sonrasında ürünler su kaybına karşı oldukça hassastır, bu da ürünün buruşmasına ve dokusunun bozulmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla nem kaybını sınırlandırmak için kaplamaların gaz geçirgenliği ve su buharı geçirgenliğinin hassasiyetle ayarlanması gerekmektedir (Arnon-Rips vd., 2018).

Yapılan bu çalışmada, yenilebilir pektin kaplama uygulanan Yenipazar biber çeşidinde hasat sonrası dayanımı araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada bitki materyali olarak, Muş Alparslan Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Bahçesinde yetiştirilen Yenipazar biber çeşidi kullanılmıştır. Hasat sonrası uygulamalar için gerekli kaplama materyali (Sodyum aljinat) özel bir firmadan temin edilip kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Yenilebilir kaplama materyali olan sodyum aljinat hassas terazi aracılığıyla saf su içerisinde %1 ve %2 oranlarda sodyum aljinat olacak şekilde ayarlanmıştır. Kıvamlaştırıcı olarak %1 oranında gliserin kullanılmıştır. Hasattan hemen sonra 12 saat ön soğutmaya tabi tutulan örnekler daldırma yöntemi ile 2 dk çözelti içerisinde bekletildikten sonra kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. %1 ve %2 sodyum aljinat uygulaması yapılan ve kontrol (uygulama yapılmayan) grubu örnekler 3 tekkerrürlü (her tekkerrürde 500 gr. örnek) olacak şekilde kaplara yerleştirilip +10° C ve %90-95 nispi nemde 24 gün boyunca depolanmıştır. Analiz ve ölçümler 8'er gün aralıklarla yapılmıştır. Deneme süresince yapılan bazı analizler ve ölçümler;

2.2.1. Ağırlık kaybı

Depolama süresince biber meyvelerinde meydana gelen ağırlık kayıpları analiz günlerinde hassas terazi yardımıyla ölçülmüş olup ağırlık kayıpları % olarak ifade edilmiştir.

2.2.2. Solunum hızı

Hasat sonrası solunum hızı, depolamanın 0., 8., 16. ve 24. günlerinde biberler gaz geçirmez kaplarda 2 saat bekletildikten sonra Headspace Gas Analyser GS3/L analiz cihazı ile belirlenmiş olup mL CO₂kg⁻¹h⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

2.2.3. pH, Suda çözünür kuru madde (SÇKM), Titre edilebilir asitlik miktarı (TEA)

pH değeri, biber örneklerinden katı meyve sıkacağı ile elde edilen meyve suyuna pH metre (Mettler Toledo) probu daldırılarak belirlenmiştir.

Elde edilen meyve suyundan suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) ise dijital el refraktometresi aracılığıyla belirlenmiş olup sonuçlar °brix olarak gösterilmiştir (Atago, Tokyo, Japonya).

0.1 N NaOH çözeltisi pH 8.1 olana kadar meyve suyuna ilave edilip Titre edilebilir asitlik miktarı belirlenmiştir. Sonuçlar sitrik asit (%) eşdeğeriyle hesaplanmıştır.

2.2.4. Toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi

Biberlerin toplam fenolik içeriği (TF) Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi kullanılarak spektrofotometrik olarak (Thermo Scientific Genesys 10S Model, Waltham, MA, ABD) belirlenmiştir (Swain ve Hillis, 1959). Çözeltilerin absorbanları, standart olarak gallik asit kullanılarak spektrofotometre ile 700 nm dalga boyunda okunmuştur. TF miktarı mg GAE 100 g⁻¹ taze ağırlık (FW) cinsinden gallik asit eşdeğerleri (GAE) olarak ifade edilmiştir.

Antioksidan Kaktiviteyi (AO) belirlemek için FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) yöntemi kullanılmıştır (Benzie ve Strain, 1996). Çözeltilerin absorbanları 593 nm dalga boyunda spektrofotometre (Thermo Scientific Genesys 10S Model UV-VIS spektrofotometre, Waltham, MA, ABD) ile okunmuştur. AO değerleri Trolox standardına bağlı olarak µmol trolox eşdeğeri (TE) g⁻¹ FW olarak verilmiştir.

2.2.5. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada, uygulamalar ve depolama süreleri değişken olarak dikkate alınmıştır. Uygulamalar açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Yapılan varyans analizinin ardından anlamlı çıkan ortalamalar 'Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne uygun olarak gruplandırılarak farklı gruplar belirlenmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi hesaplamalarda %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için 'SPSS version 20.0' istatistik paket programı kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 1 incelendiğinde biber meyvelerinde ağırlık kaybı depolama süresine paralel olarak tüm uygulamalarda artış göstermiştir. İstatistiki olarak uygulamalar arasındaki fark depolama sürelerinde artan bir öneme sahiptir (p<0.05). Depolama sonunda %1 sodyum aljinat uygulanan biberlerde ağırlık kaybı %2.75 olurken kontrol grubu meyvelerde ise bu oran %4.80 olarak tespit edilmiştir. Yenilebilir kaplama uygulamasıyla ağırlık kaybının indirildiği belirlenmiştir.

Tablo 1: Depolama süresince ağırlık kaybında meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Ağırlık kaybı (%)			
	0. gün	8. gün	16. gün	24. gün
Kontrol	0.00 ± 0.00	2.40 ± 0.12 a	3.20 ± 0.04 a	4.80 ± 0.02 a
%1 S. Aljinat	0.00 ± 0.00	1.05 ± 0.08 b	1.70 ± 0.01 c	2.75 ± 0.07 c
%2 S. Aljinat	0.00 ± 0.00	1.20 ± 0.11 b	2.25 ± 0.05 b	3.50 ± 0.08 b

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir (p<0.05).

Meyve ve sebzelerde ağırlık kaybı doğrudan su kaybı ve ürünün solunumu ile bağlantılıdır. Meyve ve sebzelerin hasat sonrası raf ömrünü tayin etmede önemli bir faktördür (Abbasi vd., 2015; Nasrin vd., 2018). Yenilebilir kaplamaların su kaybına karşı bariyer sağlaması, solunumu azaltması ve enzimatik aktiviteyi kontrol altında tutması nedeniyle depolama süresi boyunca biberlerin ağırlık kaybını önleme potansiyeline sahip olduğunu bildirmişlerdir (Poverenov vd., 2014; Nasrin vd., 2018; Khafar vd., 2018; Adetunji vd., 2019). Sodyum aljinat kaplama uygulanan balkabağı (Cho vd., 2016), şeftali (Maftoonazad vd., 2008), elma (Rössle vd., 2011), kavun (İşlek, 2022) meyvelerinde depolama süresince ağırlık kaybı uygulama yapılmayan meyvelere kıyasla kontrol altında tutulduğu bildirilmiştir.

Tablo 2: Depolama süresince solunum hızında meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Solunum Hızı (mL CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)			
	0. gün	8. gün	16. gün	24. gün
Kontrol	58.25 ± 1.04	71.13 ± 1.32	89.51 ± 1.11 a	104.46 ± 0.85 a
%1 S. Aljinat	58.25 ± 1.04	69.87 ± 0.85	74.35 ± 1.00 c	81.19 ± 1.28 c
%2 S. Aljinat	58.25 ± 1.04	70.33 ± 1.15	77.42 ± 0.96 b	88.36 ± 1.09 b

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir (p<0.05).

Tablo 2 istatistiki olarak incelendiğinde depolamanın 16. ve 24. günlerinde uygulamalar arası fark önemli bulunmuştur (p<0.05). Solunum hızı depolama süresince artış göstermiş olup depolama sonunda en fazla artış kontrol grubu (104.46 mL CO₂ kg⁻¹h⁻¹) meyvelerinde tespit edilirken en az artış %1 sodyum aljinat (81.19 mL CO₂ kg⁻¹h⁻¹) uygulanan biberlerde gözlemlenmiştir.

Meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra metabolik faaliyetlerini sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Söz konusu enerjinin büyük bir kısmı aerobik solunum yoluyla temin edilmektedir ve membran geçirgenliği, hücresel organizasyonlar ve metabolitlerin taşınması için gerekli metabolik faaliyetlerde kullanılmaktadır (İşlek, 2022). Hasat sonrası sodyum aljinat kaplama uygulaması yapılan domates (Zapata vd., 2008), nektarin (Chiabrande ve Giacalone, 2016), yaban mersini (Chiabrande ve Giacalone, 2017), patlıcan (Gonzales vd., 2019; Yılmaz, 2022) meyvelerinde solunum hızı uygulama yapılmayan meyvelere nazaran kontrol altında tutulduğunu bildirilmişlerdir.

Tablo 3: Depolama süresince pH değerinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	pH			
	0. gün	8. gün	16. gün	24. gün
Kontrol	5.23 ± 0.04	5.64 ± 0.03 a	5.87 ± 0.02 a	6.24 ± 0.01 a
%1 S. Aljinat	5.23 ± 0.04	5.48 ± 0.04 b	5.54 ± 0.01 c	5.76 ± 0.02 c
%2 S. Aljinat	5.23 ± 0.04	5.41 ± 0.01 c	5.61 ± 0.01 b	5.85 ± 0.02 b

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir (p<0.05).

Biberlerde hasat sonrası depolama süresince pH değerinde bir artış olduğu ve bu artışın uygulama yapılmayan meyvelerde daha fazla oranda olduğu gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek pH değeri kontrol (6.24) grubunda en düşük pH değeri ise %1 sodyum aljinat kaplama (5.76) uygulanan meyvelerde olduğu tespit edilmiştir. Yenilebilir kaplama uygulanan meyvelerde artış kontrol grubuna göre daha az gerçekleşmiştir. İstatistiki olarak incelendiğinde ise uygulamalar arasındaki fark 8., 16. ve 24. günlerde önemli bulunmuştur (Tablo 3).

pH'ı etkileyen unsurlardan biri solunum olarak bilinmektedir (Kader ve Ben-Yehoshua, 2000). Yenilebilir kaplama uygulamaları sonucunda solunum hızının yavaşlatıldığını ve muhafaza süresi sonunda kaplama yapılmamış meyvelerde pH değerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Bal ve Çerçinli, 2013). Depolama süresince elmada (Karagöz, 2018), çilekte (Temiz, 2020), kirazda (Tulukoğlu Kunt, 2018), domateste (Begum vd., 2017) pH değerinde bir artış olduğunu ve bu artışın yenilebilir kaplama uygulamalarıyla kontrol altında tutulduğunu tespit edilmiştir.

Tablo 4: Depolama süresince SÇKM miktarında meydana gelen değişimler

Uygulamalar	SÇKM (°brix)			
	0. gün	8. gün	16. gün	24. gün
Kontrol	3.47 ± 0.09	3.68 ± 0.04	3.74 ± 0.05 a	3.83 ± 0.01 a
%1 S. Aljinat	3.47 ± 0.09	3.57 ± 0.05	3.62 ± 0.02 b	3.69 ± 0.04 c
%2 S. Aljinat	3.47 ± 0.09	3,65 ± 0.03	3.71 ± 0.04 a	3,77 ± 0.01 b

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir (p<0.05).

Tablo 4 incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark depolamanın 16. ve 24. günlerinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). SÇKM miktarı depolamanın başından sonuna doğru bir artış sergilemiştir. Meydana gelen bu artış kontrol grubunda uygulama yapılan meyvelere kıyasla daha çok olduğu tespit edilmiştir.

Meyve ve sebzelerde SÇKM tüketicilerin beğenisi için oldukça önemli bir faktördür. Depolama süresinin artmasıyla birlikte, kompleks polisakaritlerin hidrolitik olarak daha basit şekerlere dönüşmesi, pektik maddelerin dönüşümü ve meyve suyu konsantrasyonu gibi nedenlerle meyvenin SÇKM miktarı giderek artış göstermektedir (Abebe vd., 2017). Metabolik aktivite ve solunum hızındaki yavaşlama sonucunda, karbonhidratların şekere dönüşme hızının azalmasına paralel olarak SÇKM miktarında artış meydana gelmektedir (Ali vd., 2011). Farklı araştırmacılar tarafından biberde yapılan çalışmalarda benzer bulgular rapor edilmiştir (Ochoa-Reyes, 2013; Ullah vd., 2017). Yenilebilir kaplamaların Metabolik aktivite ve solunum hızını yavaşlatması neticesinde çalışmamamızdaki kontrol grubu meyvelerde SÇKM miktarındaki daha fazla artışı açıklar niteliktedir.

Tablo 5: Depolama süresince TEA miktarında meydana gelen değişimler

Uygulamalar	TEA (%)			
	0. gün	8. gün	16. gün	24. gün
Kontrol	1.34 ± 0.01	1.21 ± 0.00 b	1.16 ± 0.01 c	1.11 ± 0.02 b
%1 S. Aljinat	1.34 ± 0.01	1.27 ± 0.02 a	1.24 ± 0.03 a	1.15 ± 0.01 a
%2 S. Aljinat	1.34 ± 0.01	1.23 ± 0.02 ab	1.19 ± 0.01 b	1.12 ± 0.01 b

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir (p<0.05).

Tablo 5 incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark depolamanın 0. günü dışında tüm günlerde önemli bulunmuştur (p<0.05). TEA miktarı depolama süresince düşüş göstermiş olup en fazla düşüş kontrol grubu (%1.11) meyvelerinde meydana gelirken en az düşüş ise %1 sodyum aljinat (%1.12) uygulanan meyvelerde tespit edilmiştir.

Solunumda şeker ve organik asitlerin tüketilmesinden dolayı meyve asit oranında düşüş meydana gelmektedir (Cemeroğlu, 2004; Öztürk vd., 2015; Kaynaş, 2017) meydana gelen bu düşüş yenilebilir kaplama uygulamalarıyla nispeten kontrol altına alınabilmektedir.

Tablo 6 incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark depolamanın 16. ve 24. günlerde önemli bulunmuştur (p<0.05). toplam fenol içeriği depolama süresince düşüş göstermiş olup en fazla düşüş kontrol grubu (22.17 mg GAE 100 g⁻¹) meyvelerinde meydana gelirken en az düşüş ise %1 sodyum aljinat (26.23 mg GAE 100 g⁻¹) uygulanan meyvelerde belirlenmiştir.

Tablo 6: Depolama süresince toplam fenol içeriğinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Toplam fenol (mg GAE 100 g ⁻¹)			
	0. gün	8. gün	16. gün	24. gün
Kontrol	34.17 ± 0.91	29.24 ± 1.13	25.38 ± 0.94 b	22.17 ± 1.24 b
%1 S. Aljinat	34.17 ± 0.91	32.38 ± 1.32	29.24 ± 0.55 a	26.23 ± 0.85 a
%2 S. Aljinat	34.17 ± 0.91	30.68 ± 0.87	27.68 ± 0.62 b	25.42 ± 1.59 a

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir (p<0.05).

Fenolik bileşikler birçok biyokimyasal aktiviteye sahiptir (Chitravathi vd., 2014) ve antioksidan özelliklere sahip sekonder metabolitlerin zengin kaynağı olarak bilinirler (Panigrahi vd., 2017). Bu bileşikler meyve ve sebzelerin doku, lezzet ve tat gibi kalite parametrelerinde önemli bir rol oynamaktadır (Papoulias vd., 2009).

Tablo 7: Depolama süresince antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Antioksidan kapasitesi (µmol TE g ⁻¹ FW)			
	0. gün	8. gün	16. gün	24. gün
Kontrol	9.22 ± 0.05	8.97 ± 0.03 c	8.75 ± 0.02 c	8.63 ± 0.02 b
%1 S. Aljinat	9.22 ± 0.05	9.06 ± 0.01 a	8.96 ± 0.02 a	8.81 ± 0.03 a
%2 S. Aljinat	9.22 ± 0.05	9.03 ± 0.00 b	8.87 ± 0.01 b	8.77 ± 0.06 a

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir (p<0.05).

Tablo 7 incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark depolamanın 0. günü dışında tüm günlerde önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Antioksidan kapasitesi depolama süresince düşüş göstermiş olup en fazla düşüş kontrol grubu ($8.63 \mu\text{mol TE g}^{-1} \text{FW}$) meyvelerinde meydana gelirken en az düşüş ise %1 sodyum aljinat ($8.81 \mu\text{mol TE g}^{-1} \text{FW}$) uygulanan meyvelerde gözlemlenmiştir.

Tablo 6 ve 8 incelendiğinde depolama süresince toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesinde başlangıca göre bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Meydana gelen bu düşüş uygulama yapılmayan meyvelerde yenilebilir kaplama yapılan meyvelere kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Taylor ve Kahan (2007) toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesindeki söz konusu azalmanın hücre zarı yapısının bozulması ve hücre geçirgenliğinin kaybolmasından dolayı meydana geldiğini bildirmişlerdir. Altunkaya (2009), fenolik bileşiklerin, karotenoidlerin ve askorbik asitlerin meyvelerdeki enzim aktiviteleri ile oksidasyonuna bağlı olarak antioksidan kapasitesinde bir düşüş meydana gelebileceğini belirtmektedir. Nitekim yapılan birçok çalışmada yenilebilir kaplama uygulanan meyvelerde toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen düşüş uygulama yapılmayan meyvelere nazaran daha az olduğu bildirilmiştir (Tulukoğlu Kunt, 2018; Karagöz, 2018; Maadheedi, 2019; Temiz, 2020).

4.Sonuç

Yenipazar biber çeşidinin depolama süresince meyvelerde ağırlık kaybı, solunum hızı, pH, titre edilebilir asitlik (TEA), suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), toplam fenol ve antioksidan kapasitesi kayıpları yenilebilir kaplama uygulamaları ile uygulama yapılmayan gruba kıyasla kontrol altında tutulmuştur. %1 sodyum aljinat uygulamasının daha etkin olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, biber depolamasında sodyum aljinat yenilebilir kaplamanın kullanılması biberin muhafaza ömrünü artırıcı etkiler sağladığı gözlemlenmektedir. Dolayısıyla biber muhafazasında sodyum aljinat kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Abbasi, N. A., Ashraf, S., Ali, I. ve Butt, S. J. (2015). Enhancing storage life of bell pepper by UV-C irradiation and edible coatings. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(2).
- Abebe, Z., Tola, Y. B. ve Mohammed, A. (2017). Effects of edible coating materials and stages of maturity at harvest on storage life and quality of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruits. *African journal of agricultural research*, 12(8): 550-565.
- Adetunji, C. O., Ojediran, J. O., Adetunji, J. B. ve Owa, S. O. (2019). Influence of chitosan edible coating on postharvest qualities of *Capsicum annum* L. during storage in evaporative cooling system. *Croatian journal of food science and technology*, 11(1): 59-66.
- Ali, A., Muhammad, M. T. M., Sijam, K. ve Siddiqui, Y. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. *Food chemistry*, 124(2): 620-626.
- Altunkaya, A. (2009). Meyve ve Sebzelerde Bulunan Oksidatif Enzimlerin Antioksidan Bileşikler ve Antioksidan Kapasite Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi (doktora Tezi, basılmamış). HÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Andriani, V. ve Handayani, N. A. (2023). Recent technology of edible coating production: A review. *Materials Today Proceedings*, 87: 200–206.
- Arnon-Rips, H. ve Poverenov, E. (2018). Improving food products' quality and storability by using Layer by Layer edible coatings. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 81-92.
- Bal, T. ve Çerçinli, F. (2013). The Analysis of Cherry Production and Trade in Turkey: The Case of Uluborlu District. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (3): 398-405.
- Begum, N., Paul, S. K., Kumar, P., Sahu, J. K. ve Husain, S. A. (2017). Development of Tulsi Impregnated Starch-Based Edible Coating to Extend The Shelf-Life of Tomatoes. *The Pharm Innov*, 6 (9): 249-255.
- Benzie, I. E. F. ve Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70-76.
- Cemeroğlu, B. (2004). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 38, Ankara. 690.
- Chiabrande, V. ve Giacalone, G. (2016). Effect of chitosan and sodium alginate edible coatings on the postharvest quality of fresh-cut nectarines during storage. *Fruits*, 71(2): 79-85.
- Chiabrande, V. ve Giacalone, G. (2017). Quality evaluation of blueberries coated with chitosan and sodium alginate during postharvest storage. *International Food Research Journal*, 24(4): 1553-1561.

- Chitravathi, K., Chauhan, O. P. ve Raju, P. S. (2014). Postharvest shelf-life extension of green chillies (*Capsicum annuum* L.) using shellac-based edible surface coatings. *Postharvest Biol. Technol.* 92: 146–148.
- Cho, J. L. Y., Latifah, M. N., Syed Abas, S. A. R., Siti Aisyah, A., Zaulia, O., Azlin, R. N., Pauziah, M., Nur Syafini, G., Hairiyah, M., Habsah, M., Zaipun, M. Z. ve Nurul Adibah, M. (2016). Extending shelf-life of Minimally Processed Pumpkin With a Carrageenan-Based Coating. III. International Conference on Fresh-Cut Produce: Maintaining Quality and Safety. 175-180.
- Dhall, R. K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435–450.
- Gonzales, L. M. R. ve Benitez, M. M. (2019). Polysaccharide-Based Edible Coatings Improve Eggplant Quality in Postharvest Storage. *Science and Humanities Journal*, 13: 48-70.
- Hatmi, R. U., Apriyati, E. ve Cahyaningrum, N. (2020). Edible coating quality with three types of starch and sorbitol plasticizer. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 142, p. 02003). EDP Sciences.
- İşlek, F. (2022). Kavunda (*Cucumis melo* L.) Farklı Organik Gübreler ile Yenilebilir Kaplamanın Dilimlenmiş Meyvelerde Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri (Doktora Tezi, Basılı). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Jin-Hua, D. U., Mao-Run, F. U., Miao-Miao, L. I. ve Wei, X. I. A. (2007). Effects of chlorine dioxide gas on postharvest physiology and storage quality of green bell pepper (*Capsicum frutescens* L. var. Longrum). *Agricultural Sciences in China*, 6(2): 214-219.
- Kader, A. ve Ben-Yehoshua, S. (2000). Effects of Superatomic Oxygen Levels on Postharvest Physiology and Quality of Fresh Fruits and Vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 1-13.
- Karagöz, Ş. (2018). Stevia İçeren Yenilebilir Film Formülasyonlarının Geliştirilmesi ve Yenilebilir Film Kaplama ile Modifiye Atmosferde Ambalajlama Kombinasyonunun Az İşlem Görmüş Elmaların Raf Ömrüne Etkileri. (Doktora tezi, basılmamış). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Kaynaş, K. (2017). Bahçe Ürünlerinin Biyokimyasal Yapısı. Bölüm 4. Bahçe ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması (Editörler: Türk, R., Tuna Güneş, N., Erkan, M., Koyuncu, M. A.). Somtad Yayınları Ders Kitabı No:1, Antalya. 37-60.
- Khafar, E. A. A., Zidan, N. S. ve Aboul-Anean, H. E. D. (2018). The effect of nano materials on edible coating and films' improvement. *International journal of pharmaceutical research and allied sciences*, 7(3-2018): 20-41.
- Kumar, N. K. ve Neeraj, N. (2019). Polysaccharide-based component and their relevance in edible film/coating: a review.
- Kumar, N., Ojha, A., Upadhyay, A., Singh, R. ve Kumar, S. (2021). Effect of active chitosan-pullulan composite edible coating enrich with pomegranate peel extract on the storage quality of green bell pepper. *LWT*, 138: 110435.
- Maadheedi, M. T. K. (2019). Taze Kesilmiş Elmalarda Kararmayı Engelleyici Maddelerin Yenilebilir Kaplama ile Birlikte Kullanımının Muhafaza Süresince Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi (yüksek lisans tezi, basılmamış). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. S. ve Marcotte, M. (2008). Shelf-life Extension of Peaches Through Sodium Alginate and Methyl Cellulose Edible Coatings. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 951-957.
- Nasrin, T. A. A., Rahman, M. A., Islam, M. N., Arfin, M. S. ve Akter, L. (2018). Effect of edible coating on postharvest quality of bell pepper at ambient storage. *Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University (Web)*, 41, 73-83.
- Ncama, K., Magwaza, L. S., Mditshwa, A. ve Tesfay, S. Z. (2018). Plant-based edible coatings for managing postharvest quality of fresh horticultural produce: A review. *Food packaging and shelf life*, 16, 157-167.
- Ochoa-Reyes, E., Martínez-Vazquez, G., Saucedo-Pompa, S., Montañez, J., Rojas-Molina, R., de Leon-Zapata, M. A., ...& Aguilar, C. N. (2013). Improvement of shelf life quality of green bell peppers using edible coating formulations. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2(6): 2448-2451.
- Öztürk, B., Özkan, Y., Kılıç, K., Uçar, M., Karakaya, O. ve Karakaya, M. (2015). Braeburn Elmasının (*Malus domestica* Borkh.) Hasat Önü Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Hasat Öncesi Bitki Gelişim Düzenleyici Uygulamalarının Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1): 68-76.
- Panigrahi, J., Gheewala, B., Patel, M., Patel, N. ve Gantait, S. (2017). Gibberellic acid coating: a novel approach to expand the shelf-life in green chilli (*Capsicum annuum* L.). *Sci. Hort.* 225: 581–588.
- Papoulias, E., Siomos, A.S., Koukounaras, A., Gerasopoulos, D. ve Kazakis, E. (2009). Effects of genetic, pre- and post-harvest factors on phenolic content and antioxidant capacity of white asparagus spears. *Int. J. Mol. Sci.* 10: 5370–5380.

- Poverenov, E., Zaitsev, Y., Arnon, H., Granit, R., Alkalai-Tuvia, S., Perzelan, Y., ... ve Fallik, E. (2014). Effects of a composite chitosan–gelatin edible coating on postharvest quality and storability of red bell peppers. *Postharvest Biology and Technology*, 96: 106-109.
- Prakash, A., Baskaran, R. ve Vadivel, V. (2020). Citral nanoemulsion incorporated edible coating to extend the shelf life of fresh cut pineapples. *Lwt*, 118, 108851.
- Rao, T. R., Gol, N. B. ve Shah, K. K. (2011). Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Scientia Horticulturae*, 132, 18-26.
- Rodríguez, E., Sánchez-Prieto, M. ve Olmedilla-Alonso, B. (2020). Assessment of carotenoid concentrations in red peppers (*Capsicum annum*) under domestic refrigeration for three weeks as determined by HPLC-DAD. *Food Chemistry: X*, 6: 100092.
- Rössle, C., Brunton, N., Gormley, R. T., Wouters, R. ve Butler, F. (2011). Alginate Coating as Carrier of Oligofructose and Inulin and to Maintain the Quality of Fresh-Cut Apples. *Journal of Food Science*, 76 (1): 19-29.
- Salehi, F. (2020). Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: A review. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup 2): S570–S589.
- Sharif, R., Mujtaba, M., Ur Rahman, M., Shalmani, A., Ahmad, H., Anwar, T., ... ve Wang, X. (2018). The multifunctional role of chitosan in horticultural crops; a review. *Molecules*, 23(4): 872.
- Sharma, P., Kehinde, B. A., Kaur, S. ve Vyas, P. (2019). Application of edible coatings on fresh and minimally processed fruits: A review. *Nutrition & Food Science*, 49(4): 713-738.
- Swain, T. ve Hillis, W. E. (1959). The Phenolic Constituents of *Prunus Domestica*. I.-The Quantitative Analysis of Phenolic Constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10 (1): 63-68.
- Taylor, S. U. E. ve Kahan, J. (2007). Effects of Butylated Hydroxyanisole (BHA) and Butylated Hydroxytoluene (BHT) on Growth and Aflatoxin Production of *Aspergillus Flavus*. *Journal of Food Safety*, 1: 39-51.
- Temiz, N. N. (2020). Probiyotik ile Zenginleştirilmiş Yenilebilir Kaplamaların Geliştirilmesi ve Taze Çileklerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi (yüksek lisans tezi, basılmamış). Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tulukoğlu Kunt, K. S. (2018). Kiraz (*Prunus avium* L) Meyvelerinde Yenilebilir Antimikrobiyal Kaplamanın Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi (yüksek lisans tezi, basılmamış). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Niğde.
- Ullah, A., Abbasi, N. A., Shafique, M. ve Qureshi, A. A. (2017). Influence of edible coatings on biochemical fruit quality and storage life of bell pepper cv. "Yolo Wonder". *Journal of food quality*, 2017(1): 2142409.
- Yılmaz, N. (2022). Patlıcanda Hasat Öncesi Farklı Organik Gübrelerin Verim ve Kalite Üzerine Olan Etkisi ile Farklı Yenilebilir Kaplamaların Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri (Doktora Tezi, Basılı). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zapata, P. J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D. ve Serrano, M. (2008). Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88 (7): 1287-1293.