





Yenilebilir Kaplama Uygulamalarının Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) Muhafazasına Etkileri

Effects of Edible Coating Applications on the Storage of Persimmon (*Diospyros kaki* L.)

Erdoğan Bal¹ , Mustafa Zilci² 

Geliş Tarihi (Received): 13.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 06.06.2022

Yayın Tarihi (Published): 22.08.2022

Öz: Bu çalışmada, Fuyu Trabzon hurması çeşidine ait meyvelere hasat sonrası Guar gam yüzey kaplama uygulamalarının (0, %1, %2 ve %3) meyve kalitesi ve muhafaza süresi üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar sonrasında meyveler soğuk hava deposunda 0-1°C ve %85-90 oransal nemli ortamda 3 ay süre ile muhafaza altına alınmıştır. Muhafaza süresince Guar gam kaplamanın Trabzon hurması meyveleri üzerine su kaybı, solunum hızı, toplam suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asitlik, meyve eti sertliği, askorbik asit, toplam fenolik bileşikler ve tat değerlendirmesine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Guar gam uygulaması, kontrole kıyasla ağırlık kaybını ve solunum hızını azaltmıştır. Ancak, Guar gam uygulamaları içerisinde %2 ve %3'lük dozları daha etkili bulunmuştur. Bu dozlar meyve eti sertliğini, askorbik asit ve toplam fenolik bileşikleri daha iyi korumakla beraber tat değişimini de yavaşlatmıştır. Sonuç olarak, uygun dozda Guar gam ile yüzey kaplamanın Fuyu Trabzon hurması çeşidinde kaliteyi korumak ve depolama ömrünü uzatmak için kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Trabzon hurması, guar gam, soğuk depolama, solunum, kalite

&

Abstract In the study, postharvest treatment of Guar gum edible coating (1%, 2% and 3%) was applied to cv. Fuyu persimmon and their effects on quality and storage period were investigated. After the applications, the fruits were kept in cold storage at 0-1°C and 85-90% relative humidity for 3 months. The effect of Guar gum coating on persimmon quality factors such as water loss, respiration rate, total soluble solids, titratable acidity, fruit flesh firmness, ascorbic acid, total phenolic compounds and taste of persimmon fruits were investigated during storage. According to the results, Guar gum application reduced weight loss and respiratory rate compared to control. However, 2% and 3% doses were found to be more effective among guar gum applications. These doses preserved fruit flesh firmness, ascorbic acid and total phenolic compounds better, but also slowed the taste change. These results suggest that surface coating with appropriate dose of guar gum can be used to maintain quality and extend storage life of Fuyu persimmon.

Keywords: Persimmon, guar gum, cold storage, respiration, quality

Atıf/Cite as: Bal, E., & Zilci, M. (2022). Yenilebilir Kaplama Uygulamalarının Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) Muhafazasına Etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (2), 197-207. DOI: 10.24180/ijaws.1087053.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: 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/tr/pub/ijaws>

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

¹ Doç. Dr. Erdoğan Bal, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ebal@nku.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Zir. Müh. Mustafa Zilci, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, zilcimustafa@gmail.com

GİRİŞ

Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) bir subtropik iklim meyvesi olmasına rağmen, sıcak ve ılıman iklim şartlarına da iyi adapte olduğu için dünya genelinde yaygın olarak üretilmektedir. Dünyada toplam 4.2 milyon ton Trabzon hurması üretimi içerisinde Çin 3.2 milyon ton üretimi ile ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2019). Ülkemizdeki Trabzon hurması üretimi ise son yıllarda dünyadaki artışa paralel olarak artarak günümüzde 77.131 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2021).

Trabzon hurması meyvelerin kendine özgü tadı ve cazip turuncu rengi ile taze tüketim yanında kurutulularak ve dondurularak da değerlendirilebilmektedir. Trabzon hurması meyveleri insan sağlığı için faydalı olan polifenoller, flavonoidler, mineraller, karotenoidler, steroidler ve terpenoidler dahil olmak üzere pek çok biyoaktif bileşik içermesinin yanı sıra önemli bir lif kaynağına da sahiptir (Perez-Burillo vd., 2018).

Trabzon hurması yetiştiriciliğindeki özellikle buruk çeşitlerde hasat sonrası dönemde raf ömrünün kısa olması ve çeşitli nedenlerle (ağırlık kaybı, meyve yumuşaması, meyve kabuk ve et rengindeki değişimler vb.) uğradıkları kalite kayıplarının pazar değerlerini azaltıp muhafaza ömürlerini kısaltmaktadır. Bu sorunların önüne geçilmesi ve raf ömrünün artırılması ekonomik açıdan avantajlar sunacağı gibi yeni pazarların ortaya çıkmasına da sebep olacaktır (Yener, 2013). Özdemir vd. (2009) 'Fuyu' Trabzon hurmalarının muhafazasına sıcak su uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; 0°C sıcaklık ve %85–90 oransal nem koşullarında; 50 ve 55 °C'lerde 10 ve 20 dk bekletilen ve sonra depolanan meyvelerin kaliteli olarak 4 ay başarıyla depolanabileceği saptamışlardır. Çandır vd. (2010)'da buruk olmayan 'Fuyu', 'Jiro' ve 'Amankaki' Trabzon hurmalarının 0°C'de ve %85–90 oransal nemde 150 gün üşüme zararı ve mantarsal bozulma olmadan depolanabileceğini bildirmişlerdir.

Son yıllarda güvenli gıdalara taleplerinin artması sebebiyle, gıda üretim ve işleme endüstrisi ürünlerde daha uzun raf ömrü sağlama yönünde yeni hedefler geliştirmektedir. Bu nedenle ambalajlama işlevini yerine getirebilecek olan yenilebilir kaplamaların üzerinde çalışmalara artan bir ilgi söz konusudur (Demircan ve Özdestan, 2019). Taze meyve-sebzelere yenilebilir kaplamaların uygulanması ile yarı geçirgen bir bariyer oluşturdukları için taze ürünlerin raf ömrünü uzatmada iyi bir alternatif olarak kullanılmaktadır (Guerreiro vd., 2015).

Yenilebilir kaplamalar genel olarak; polisakkaritler, proteinler, lipidler ve kompozitler olarak sınıflandırılmaktadır. Polisakkarit kökenli (selüloz, pektin, kitin, nişasta, yosun ve gam maddeleri vb.) yenilebilir kaplamalar ise genellikle gaz geçirgenliklerinin düşük olması nedeniyle kullanılmaktadırlar (Koyuncu ve Savran, 2002).

Gamlar, hayvansal ve bitkisel kaynaklardan, polisakkaritlerin kimyasal modifikasyonlarından ya da mikrobiyal fermantasyon ile elde edilen kompleks bileşikler olarak bilinmektedir. Endüstriyel gıda üretiminde geniş bir kullanım alanı olan gamların içerisinde en çok kullanılanları pektin, guar gam, gam arabik, ksantan gam, karregen'an'dır.

Guar veya salkım fasulyesi (*Cyamopsis tetragonoloba*) tohumlarından elde edilen Guar gam (zamkı), uzun polimerik zinciri, suda yüksek çözünürlüğü ve iyi film oluşturma kabiliyeti nedeniyle potansiyel bir yenilebilir kaplama adayı olarak görülmektedir (Arfat vd., 2017). Ruelas-Chacon vd. (2017) 22±2°C'de 20 günlük bir depolama süresi boyunca Guar gam kaplamasının Roma domatesinin çeşitli kalite özellikleri üzerindeki etkinliğini araştırdığı çalışmada, kaplamasının domatesinin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duysal kalite özelliklerini olumlu yönde etkilediğini ve meyvenin solunum hızını yavaşlatarak olgunlaşma sürecini geciktirdiğini tespit etmiştir. Saleem vd. (2020) Fuyu çeşidi Trabzon hurması meyvelerinde arabik gam kaplaması ile 20±1°C sıcaklıkta yaptıkları çalışmada, kaplamasının önemli ölçüde ağırlık kaybı ve membran geçirgenliğini azalttığı, olgunlaşmayı yavaşlattığı, depolama boyunca belirgin şekilde daha yüksek toplam fenolik içerik, askorbik asit içeriği ve antioksidan aktiviteye neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kitosan, bezelye nişastası, ginseng özü, uçucu yağlar vb. ile karıştırılmış Guar gam bazlı birçok yenilebilir film ve kaplamasının kültür mantarında (Huang vd., 2019) ve portakal (Saberı vd.,

2018), kiraz (Dong ve Wang, 2018), mango (Naeem vd., 2018) gibi meyvelerde kalitenin korunmasında faydalı olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, hasat sonrasında Fuyu Trabzon hurması çeşidinin yenilebilir Guar gam filmi ile kaplamanın soğukta muhafaza süresince meyve kalitesine etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma materyali olarak Tekirdağ koşullarında yetiştirilen meyve eti rengi kararlı ve buruk olmayan Fuyu Trabzon hurması çeşidi meyveleri kullanılmıştır. Denemede meyveler üzerlerinde kapsülleri kalacak şekilde makas yardımıyla sert olgun (sarımsı-turuncu renk) aşamada hasadı yapılmıştır. Meyveler laboratuvara getirilerek hasat sonrası uygulamaları yapmak üzere 4 eşit gruba bölünmüştür. 1. grup uygulamasız kontrol meyveleri için, diğer 3 grup ise Guar gam kaplamasının %1, %2 ve %3'lük dozları için ayrılmıştır. Uygulama dozları saf su içinde çözülmüş ve 40°C'de 15 dakika boyunca sürekli karıştırılmış ve kaplamanın esnekliğini arttırmak için kaplama çözeltisine gliserol (%1.5) ilave edilmiştir. Meyveler %1, %2 ve %3'lük dozlar içerisinde 3 dakika süre ile daldırılmış ve sonrasında 2 saat süresince oda koşullarında kurutulmuştur. Kontrol meyveleri ise saf suya daldırılmış ve kurutulmuştur. Tüm meyveler sekizli viyol kasalara konularak 0-1 °C ve %85-90 oransal nemli soğuk hava deposunda 3 ay süreyle depolanmıştır. Araştırmanın başlangıcında ve soğukta muhafaza süresince aylık alınan örneklerde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

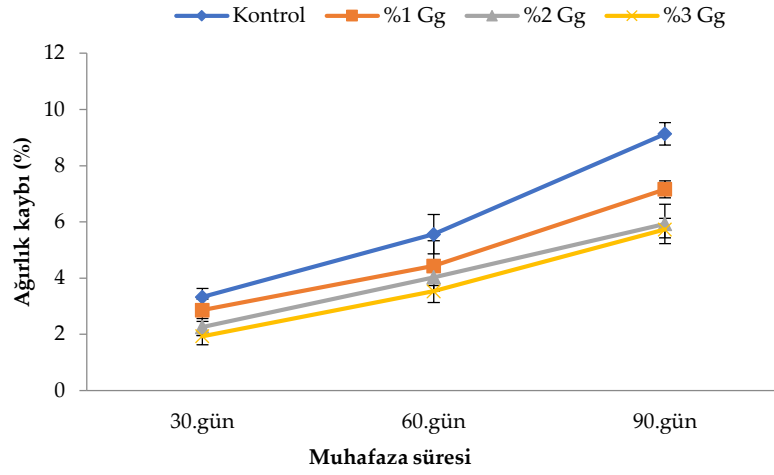
Meyvelerdeki ağırlık kaybı başlangıç ağırlığına göre her analiz döneminde 0.01 grama duyarlı teraziyle tartım yapılarak % olarak hesaplanmıştır. Meyvelerin solunum hızı Systec Instrument Gaspac CO₂ analizatörü ile kapalı atmosfer yöntemine göre okunmuş, meyvelerin ağırlık ve hacim değerlerinden yararlanarak solunum hızı ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Meyve suyunda toplam suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı el tipi refraktometre ile ölçülerek yüzde olarak saptanmıştır. Titre edilebilir asit (TEA) miktarı 0.1 N NaOH ile titre edilerek malik asit cinsinden (%) hesaplanmıştır. Meyve eti sertliği (MES), meyvenin ekvatorial çevresi boyunca kabuğu uzaklaştırılan üç bölgeden el penetrometresi (8mm'lik uç) ile ölçülerek sonuçlar Newton (N) olarak ifade edilmiştir. Meyve suyundaki C vitamini miktarı 2,6-dikloroindofenol ile titrimetrik yöntem kullanılarak saptanmış ve mg askorbik asit 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007). Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteau reaktifi kullanılarak, mg gallik asit eşdeğeri (GAE) 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir (Slinkard ve Singleton, 1977). Tat değerlendirmesi ise 1-9 skalasına göre (1-3= pazarlanamaz, 5= pazarlanabilir, 7= iyi, 9= çok iyi) panelistler tarafından puanlanmıştır.

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre faktöriyel düzende ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen veriler SPSS istatistik paket programında varyans analizi yapılarak (p<0.05) veriler ortalama ± standart hata olarak belirtilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ağırlık Kaybı

Araştırmada Trabzon hurması meyvelerinde muhafaza süresinin uzaması ile bütün uygulamalarda ağırlık kayıplarının da arttığı saptanmıştır. En fazla ağırlık kaybı kontrol grubu meyvelerinde, en düşük ağırlık kaybı miktarı ise Guar gam ile kaplanan meyvelerde tespit edilmiştir (Şekil 1). Meyve üzerinde yarı geçirgen tabaka oluşumu meyveden nem ve gazların difüzyonuna karşı fiziksel bir engel görevi görerek meyvelerde kontrole göre ağırlık kaybının azaltmıştır. Depolamanın 90. gününde ağırlık kaybı en fazla kontrol grubunda (%9.13) olurken en az ağırlık kaybı ise %2 ve %3 Guar gam (sırasıyla %5.93 ve %5.73) uygulamasında meydana gelmiştir. Ruelas-Chacon vd. (2017)'nin 22±2°C'de 20 günlük bir depolama süresi boyunca Guar gam kaplamanın Roma domatesinin çeşitli kalite özellikleri üzerindeki etkinliği araştırmada kaplamanın domates meyvelerinde ağırlık kaybını önemli oranda azalttığını bildirmiştir. Benzer şekilde farklı Trabzon hurması çeşitlerinde yapılan çalışmalarda da yenilebilir kaplama uygulamalarının ağırlık kaybını belirgin şekilde azalttığı saptanmıştır (Nasr vd., 2021; Saleem vd., 2020).

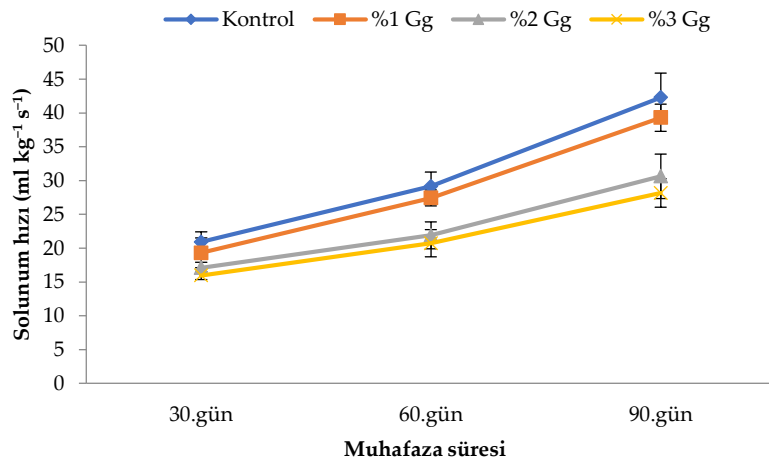


Şekil 1. Fuyu Trabzon hurması meyvelerinin soğukta muhafazası süresince Guar gam kaplamaların ağırlık kaybı üzerine etkisi.

Figure 1. The effect of guar gum coatings on weight loss during cold storage of Fuyu persimmon fruits.

Solunum Hızı

Meyveler hasat sonrası veya depolama ömrü boyunca, artan depolama süresi ile solunum hızı artmakta ve böylece meyvelerin yumuşamasına neden olan katabolik reaksiyonlar gibi çeşitli biyolojik reaksiyonlar oluşmaktadır (Haseeb vd., 2021). Çalışmada da solunum hızı değişen oranlarda artış göstermiştir ve bu artış en fazla kaplamasız kontrol grubunda tespit edilmiştir (Şekil 2). 90. günde en yüksek solunum hızı kontrol ($42.3 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) ve %1 Guar gam kaplama ($39.3 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) uygulanmış meyvelerinde görülürken, en düşük solunum hızı ise %2 ($30.6 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) ve %3 ($28.1 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) Guar gam kaplama uygulanmış meyvelerde belirlenmiştir. Kaplamaların meyvelerin solunum hızını azaltmadaki etkisi, kaplamanın meyve yüzeyi ve çevresinde modifiye bir atmosfer oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Yapılan farklı çalışmalarda da Guar gam kaplamanın bögürtlen (Perez vd., 2020), domates (Ruelas-Chacon vd., 2017) ve mantar (Huang vd., 2019) gibi çabuk bozulabilir ürünlerde meyve yüzeyinde yarı geçirgen bir tabaka oluşturarak gaz geçişlerini sınırlandırdığı ve raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir. Ancak denemede %1'lik Guar gam uygulamasının kontrol meyvelerine yakın değerlere sahip olması ise solunumu azaltmak için yeterli bariyer oluşturamayacak kadar ince olmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

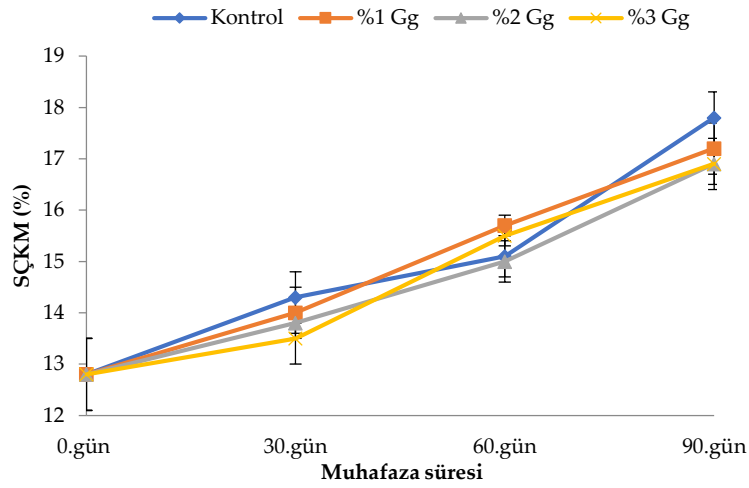


Şekil 2. Fuyu Trabzon hurması meyvelerinin soğukta muhafazası süresince Guar gam kaplamaların solunum hızı üzerine etkisi.

Figure 2. The effect of guar gum coatings on respiration rate during cold storage of Fuyu persimmon fruits.

Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Araştırmada SÇKM miktarında artış ve azalışlar şeklinde dalgalanmalar olsa da muhafaza süresi sonunda bütün uygulamalarda bir miktar artış gözlemlenmiştir (Şekil 3). Nitekim klimakterik meyvelerde SÇKM içeriğindeki artış olgunlaşma sürecinin bir göstergesidir. Trabzon hurması meyvelerinde muhafaza süresince SÇKM içeriğinin artış eğiliminde olduğuyla ilgi bulgularımıza benzer sonuçlar Ertürk vd. (2003) ve Çandır vd. (2008) tarafından da bildirilmiştir. Başlangıçta ortalama %12.8 olan SÇKM 3 ay sonunda kontrol, %1, %2, %3 Guar gam kaplama uygulanmış meyvelerinde sırasıyla %17.8, %17.2, %16.9 ve %16.9'a ulaşmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde, yüzey kaplamanın Trabzon hurması meyvesinin metabolizmasını değişen oranlarda yavaşlattığı ve kontrol uygulamasına göre SÇKM artışının daha sınırlı kaldığı sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde, Nasr vd. (2021) ve Eryol (2021)'da Trabzon hurması meyvesini kitosan ve alginat ile kaplamanın ürünün metabolizmasını yavaşlattığı için kontrol grubuna göre SÇKM miktarının daha düşük değere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

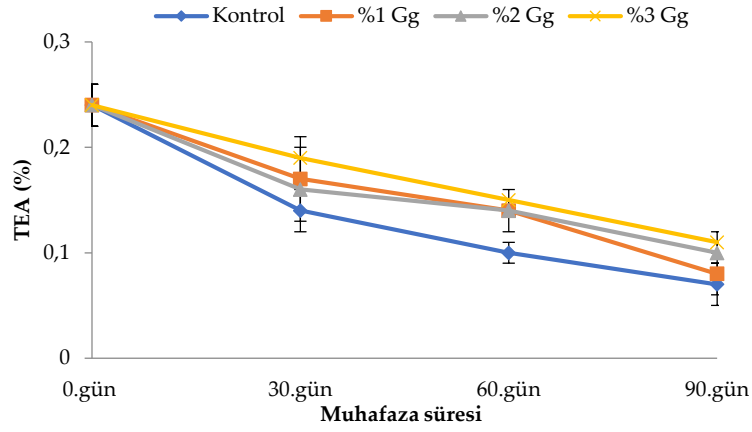


Şekil 3. Fuyu Trabzon hurması meyvelerinin soğukta muhafazası süresince Guar gam kaplamaların suda çözünür toplam kuru madde üzerine etkisi.

Figure 3. The effect of guar gum coatings on soluble solids during cold storage of Fuyu persimmon fruits.

Titre Edilebilir Asit Miktarı

Araştırmada muhafaza süresi uzadıkça tüm uygulamalarda TEA azalma eğiliminde olmuştur (Şekil 4). Trabzon hurmalarıyla yapılan çalışmalarda uzayan muhafaza süresini takiben TEA oranlarının azaldığını gösteren benzer bulgular saptanmıştır (Ertürk vd., 2003; Çandır vd., 2008). Bununla birlikte, TEA'daki azalma özellikle kaplanmamış hurmalarda daha fazla gerçekleşmiştir. Bu azalma, daha yüksek solunum hızı ve etilen üretimi gibi artan metabolik aktivitelerden kaynaklanmaktadır (Saleem vd., 2020). Muhafaza süresi sonunda en yüksek TEA %3 Guar gam kaplama uygulanmış meyvelerde belirlenirken en düşük TEA değer ise Kontrol meyvelerinde tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Ruelas-Chacon vd. (2017) ve Naeem vd. (2018)'da Guar gam kaplı domates ve mango meyvelerinin kaplanmamış olanlara kıyasla daha yüksek TEA seviyesini koruduğunu bildirmişlerdir.

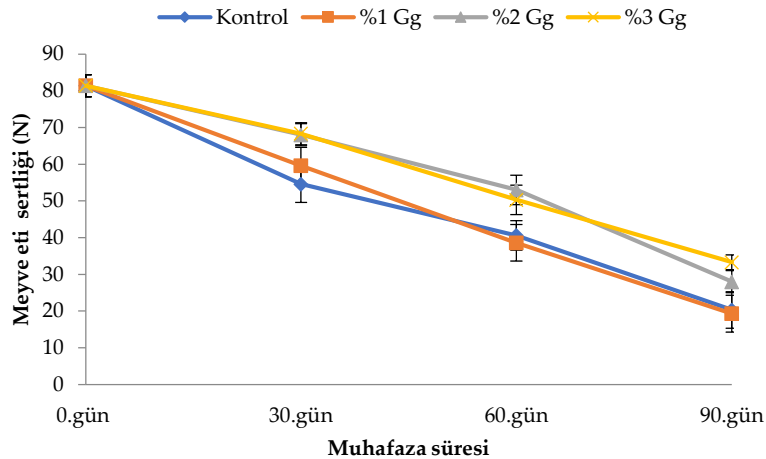


Şekil 4. Fuyu Trabzon hurması meyvelerinin soğukta muhafazası süresince Guar gam kaplamaların titre edilebilir asitlik üzerine etkisi.

Figure 4 The effect of guar gum coatings on titratable acidity during cold storage of Fuyu persimmon fruits.

Meyve Eti Sertliği

Trabzon hurması meyvesinde kaliteyi belirleyen en önemli kalite kriterlerinden birisi MES'dir. Trabzon hurması meyvesinin depolanması sırasında MES kaybı olgunlaşmadan kaynaklanmaktadır ve pazarlanabilirlik açısından MES'in 10 N altına düşmemesi gerektiği belirtilmiştir (Salvador vd., 2004). Araştırmada da muhafaza süresi uzadıkça meyve sertliğinde azalışlar olmakla birlikte, 90. günde hiçbir meyvede sertlik değeri 10 N'un altına düşmemiştir (Şekil 5). Bulgularımıza benzer olarak, muhafaza süresi uzadıkça Trabzon hurması meyvelerinde MES'de azalışlar olduğu Kuzucu vd. (2002), Koyuncu vd. (2005) ve Özdemir vd. (2009) tarafından da bildirilmiştir. Hasat döneminde MES ortalama 81.4 N olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi sonunda ise en düşük MES 19.3 N ile %1 Guar gam uygulamasında, en yüksek MES 33.3 N ile %3 Guar gam uygulamasında tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde MES korumada %1 Guar gam uygulaması yetersiz kalırken, %2 ve %3'lük Guar gam uygulamaları daha etkili olmuştur. Meyvelerin yumuşaması hücre duvarı bileşimindeki pektin ve nişastanın enzimler tarafından hidrolizini içeren biyokimyasal bir işlemdir. Meyvenin üzerine kaplanan materyal meyvenin iç atmosferinin modifikasyonun sağlayarak bu enzimlerin aktivitesini sınırladığı ve bu da depolama sırasında meyve sertliğinin korunmasına yardımcı olduğu bildirilmiştir (Saleem vd., 2020).

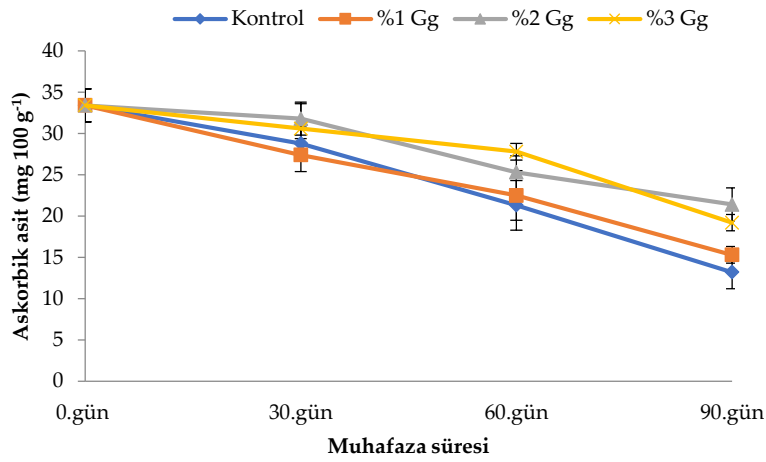


Şekil 5. Fuyu Trabzon hurması meyvelerinin soğukta muhafazası süresince Guar gam kaplamaların meyve eti sertliği üzerine etkisi.

Figure 5. The effect of guar gum coatings on fruit firmness during cold storage of Fuyu persimmon fruits.

C Vitamini

Trabzon hurması, önemli bir antioksidan olan zengin bir L-askorbik asit kaynağıdır (Homnava vd., 1990). Hasat zamanında C vitamini miktarı $33.4 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Bu değer muhafaza ile azalmış ve en fazla azalma kontrol grubunda görülmüştür (Şekil 6). Askorbik asit içeriği depolama periyodundaki ilerleme ile tüm meyvelerde azalmasına rağmen, kaplanmamış hurmalarda Guar gam ile kaplanmış olanlardan daha fazla azalma olmuştur. Muhafaza süresi sonunda en düşük askorbik asit içeriği $13.2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ile kontrol meyvelerinde görülürken en yüksek askorbik asit içeriği ise %2 ve %3 Guar gam uygulamalarında (21.4 ve $19.2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, yenilebilir kaplamaların, C vitamini içeriğinin korunmasında meyvelerin solunumunun azalmasına bağlı olarak meyvelerde C vitamini oksidasyonunun yavaşlamasına neden olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, yapılan çalışmalarda Trabzon hurması üzerine bazı polisakkarit kökenli kaplama uygulamalarının, meyvelere oksijen geçirgenliğini azaltarak askorbik asit kaybını geciktirdiği ve böylece askorbik asit oksidasyonunu önlediği tespit edilmiştir (Elabd ve Goma 2017; Saleem vd., 2020). Ayrıca, bu araştırmanın sonuçlarına paralel olarak Dong ve Wang (2018)'in kiraz üzerinde yaptıkları bir çalışmada Guar gam-ginseng özü içeren kaplamanın meyvenin askorbik asit miktarını koruyarak meyve kalitesini iyileştirdiğini bildirilmiştir.

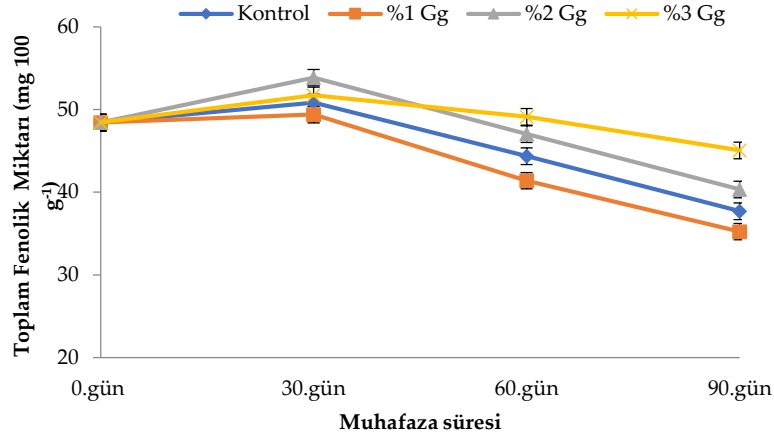


Şekil 6. Fuyu Trabzon hurması meyvelerinin soğukta muhafazası süresince Guar gam kaplamaların askorbik asit üzerine etkisi.

Figure 6. The effect of guar gum coatings on ascorbic acid during cold storage of Fuyu persimmon fruits.

Toplam Fenolik Madde Miktarı

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerde hem lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşmasında etkili iken, hem de renklerinin oluşmasını sağlamaktadırlar (Nizamlioğlu ve Nas 2010). Araştırmada elde edilen bulgulara göre, tüm uygulamalara ait toplam fenolik madde miktarı 1. ayda artış göstermiş, diğer analiz dönemlerinde ise değişen oranlarda azalış gözlemlenmiştir (Şekil 7). Trabzon hurması meyvelerinde muhafaza süresine bağlı olarak fenolik bileşiklerde ortaya çıkan düşüşler Baltacıoğlu ve Artık (2013) ile Bagheri ve Esna-Ashari (2022) tarafından da belirlenmiştir. Başlangıçta toplam fenolik madde miktarı $48.43 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda ise en düşük toplam fenolik madde miktarı %1 Guar gam uygulamasında ($35.23 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), en yüksek toplam fenolik madde miktarı %3 Guar gam ($45.06 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) uygulamasında belirlenmiştir. Bu sonuçlar neticesinde, %1 Guar gum uygulamasının solunum hızını yavaşlatmasındaki etkisizliğinden kaynaklı olarak fenolik bileşiklerin korunmasında da yetersiz kaldığı ve kaplamanın artan dozlarının daha olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir. Nasr vd. (2021), Trabzon hurması meyvelerinde nanokompozit kaplama uygulamalarının kontrole kıyasla polifenol oksidaz (PPO) aktivitesini önemli ölçüde azalttığı ve kontrol meyveleri depolama sonunda en yüksek PPO aktivitesine sahip olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Eryol (2021) tarafından kitosan-alginat kaplanan meyvelerde toplam fenolik madde kaybını geciktirmede etkili olduğu bildirilmiştir.

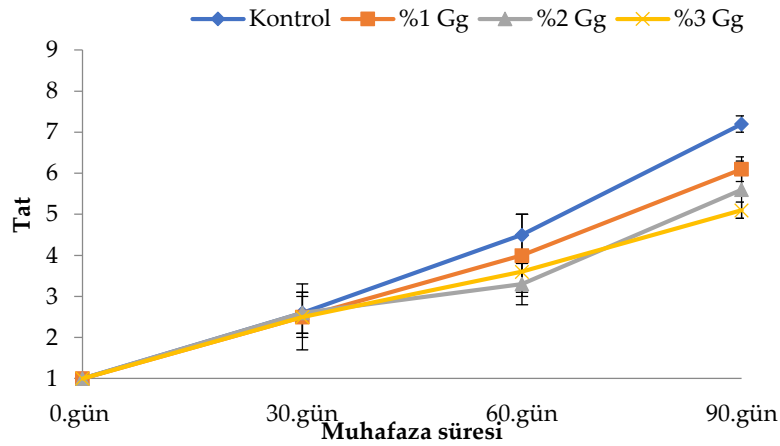


Şekil 7. Fuyu Trabzon hurması meyvelerinin soğukta muhafazası süresince Guar gam kaplamaların toplam fenolik madde üzerine etkisi.

Figure 7. The effect of guar gum coatings on total phenolic content during cold storage of Fuyu persimmon fruits.

Tat Değerlendirmesi

Trabzon hurması meyveleri soğukta depolanması düşünülüyorsa meyveler ağaç olumu aşamasında hasat edilir ve tat olarak yenilebilir seviyede bulunmazlar. Tat testi bulgularına göre tat puanları muhafazanın ilerlemesiyle beraber artış göstermiştir (Şekil 8). Çalışmada elde edilen değerler incelendiğinde muhafazanın başlangıcında 1 puan olarak tespit edilen tat değerleri, sadece muhafazanın 90. gününde kritik pazarlama değerinin (5 puan) üstünde 5.1 puan (%3 Guar gam) ile 7.2 puan (kontrol grubu) arasında olduğu belirlenmiştir. Muhafaza süresi sonunda kaplamalı meyvelerin tat değerinin kaplamasız meyvelere göre daha düşük seviyede bulunması, kaplama sayesinde bu meyvelerin olgunlaşmalarının geciktirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yenilebilir filmlerle kaplanan meyve ve sebzelerin olgunlaşma süreçleri geciktirilerek raf ömrünün uzatıldığı bildirilmektedir (Salehi 2020). Elde edilen sonuçlara benzer şekilde kaplama uygulamasının birçok meyve türünde olgunlaşmada önemli bir gecikmeye neden olduğu ve duyu analizi sonuçlarına olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir (El-Anany vd., 2009; Elabd ve Gomaa 2017; Ruelas-Chacon vd., 2017; Dong ve Wang 2018).



Şekil 8. Fuyu Trabzon hurması meyvelerinin soğukta muhafazası süresince Guar gam kaplamaların tat üzerine etkisi.

Figure 8. The effect of guar gum coatings on taste during cold storage of Fuyu persimmon fruits.

SONUÇ

Bu çalışma sonuçları, Trabzon hurması meyvelerinin Guar gam ile kaplamanın solunum hızını engelleyerek olgunlaşma sürecini geciktirdiğini doğrulamaktadır. Özellikle %2 ve %3'lük Guar gam uygulamasının SÇKM'deki artışı yavaşlattığı, asitlik ile askorbik asit kaybını geciktirdiği gibi meyve eti sertliğini de daha iyi koruduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda, Guar gam kaplama uygulamasının Fuyu Trabzon hurması çeşidinde 90 günlük soğukta muhafaza süresince kalite özelliklerini koruyarak muhafaza ömrünü uzatmada etkili bir uygulama olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, gelecekteki çalışmalar için, Guar gam kaplama içerisine belirli lipit bileşenleri ekleyerek su buharı bariyeri özelliklerini geliştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Arfat, Y. A., Ejaz, M., Jacob, H., & Ahmed, J. (2017). Deciphering the potential of guar gum/Ag-Cu nanocomposite films as an active food packaging material. *Carbohydrate Polymers*, 157, 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.069>
- Baltacıoğlu, H., & Artık, N. (2013). Study of postharvest changes in the chemical composition of persimmon by HPLC. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(5), 568-574. <https://doi.org/10.3906/tar-1210-21>
- Bagheri, M., & Esna-Ashari, M. (2022). Effects of postharvest methyl jasmonate treatment on persimmon quality during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 294, 110756. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110756>
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizlerinde genel yöntemler. In B. Cemeroğlu (Ed.), *Gıda analizleri*, Bizim Büro Basımevi, Ankara. 317s.
- Çandır, E. E., Özdemir, A.E., Kaplankıran, M., Toplu, C., Demirkeseş, T. H., & Yıldız, E., (2008, 08-11 Ekim). *Dörtüyl koşullarında yetiştirilen Harbiye ve Vainiglia Trabzon hurmalarının soğukta muhafazası* [Sözlü bildiri]. IV. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Antalya.
- Çandır, E., Özdemir, A. E., Kaplankıran, M., Demirkeseş, T. H. & Yıldız, E., (2010). Storage life of non- astringent persimmons grown in the Eastern Mediterranean. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 38 (1), 1–6.
- Demircan, B., & Özdeştan Ocak, Ö. (2019). Gıda katkı maddelerinin yenilebilir film ve kaplamalar kullanılarak taşınmasının günümüzde ve gelecekteki uygulama potansiyeli. *Sinop University Journal of Natural Science*, 4(2), 130-150. <https://doi.org/10.33484/sinopfdb.524412>
- Dong, F., & Wang, X. (2018). Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. *LWT-Food Science and Technology*, 89, 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.035>.
- Elabd, M. A., & Gomaa, J. R. B. (2017). Extending the shelf life of persimmon "*Diospyros kaki*" by edible coating. *Food and Dairy Science*, 8(9), 377- 382. <https://doi.org/10.21608/fds.2017.38906>
- El-Anany, A. M., Hassan, G. F. A., & Rehab Ali, F. M. (2009). Effects of edible coatings on the shelf-life and quality of Anna apple (*Malus domestica* Borkh) during cold storage. *Journal of Food Science and Technology*, 7, 5–11.
- Ertürk, E., Özdemir, A. E., Kaplankıran, M., & Toplu, C. (2003, 8-12 Eylül). *Harbiye Trabzon hurmasının soğukta muhafazası* [Sözlü bildiri]. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Antalya.
- Eryol, B. (2021). *Trabzon hurması meyvesinde hasat sonrası kaplama uygulamalarının fizyolojik bozulmalara ve muhafaza ömrüne etkisinin belirlenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- FAO. (2019). Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. [Erişim tarihi: 16 Haziran 2013].
- Guerreiro, A. C., Gago, C. M. L., Faleiro, M. L., Miguel, M. G. C., & Antunes, M. D. C. (2015). The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage, *Postharvest Biology and Technology*, 100, 226-233. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.002>

- Haseeb, A., Ayub, G., & Sial, T. A. (2021). Enhancement of postharvest life of persimmon fruit through botanical extracts. *Archives of Crop Science*, 4(1), 85-92. <https://doi.org/10.36959/718/607>
- Homnava, A., Payne, J., Koehler, P., & Eitenmiller, R. (1990). Provitamin A (alpha-carotene, beta-carotene and beta-cryptoxanthin) and ascorbic acid content of Japanese and American persimmons. *Journal of Food Quality*, 13, 85-95. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1990.tb00009.x>
- Huang, Q., Qian, X., Jiang, T., & Zheng, X. (2019). Effect of chitosan and guar gum based composite edible coating on quality of mushroom (*Lentinus edodes*) during postharvest storage. *Scientia Horticulturae*, 253, 382-389. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.062>
- Koyuncu, M. A., & Savran, H. E. (2002). Yenilebilir kaplamalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 73-83.
- Koyuncu, M. A., Savran, E., Dilmaçınal, T., Kepenek, K., Cangi, R., & Çağatay, Ö. (2005). Bazı Trabzon hurması çeşitlerinin soğukta depolanması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 15-23.
- Kuzucu, F. C., & Kaynaş, K. (2002). *Trabzon hurmasında farklı ambalaj tiplerinin muhafaza süresi, olgunluk ve kaliteye etkisi*. II. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. Çanakkale.
- Naeem A., Abbas T., Ali, T. M., & Hasnain A. (2018). Effect of guar gum coatings containing essential oils on shelf life and nutritional quality of green-unripe mangoes during low temperature storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 113, 403-410. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.224>
- Nasr, F., Pateiro, M., Rabiei, V., Razavi, F., Formanek, S., Gohari, G., & Lorenzo, J. M. (2021). Chitosan-phenylalanine nanoparticles (cs-phe nps) extend the postharvest life of persimmon (*Diospyros kaki*) fruits under chilling stress. *Coatings*, 11(7), 819. <https://doi.org/10.3390/coatings11070819>
- Nizamlioglu, N. M., & Nas, S. (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 20-35.
- Özdemir, A. E., Çandır, E. E., Toplu, C., Kaplankıran, M., Yıldız, E., & İnan, C. (2009). The effects of hot water treatments on chilling injury and cold storage of Fuyu persimmons. *The African Journal of Agricultural Research*, 4(10), 1058-1063.
- Perez-Burillo, S., Oliveras, M. J., Quesada, J., Rufian-Henares, J. A., & Pastoriza, S. (2018). Relationship between composition and bioactivity of persimmon and kiwifruit. *Food Research International*, 105, 461-472. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.022>
- Perez, D. A., Gomez, J. M., & Castellanos, D. A. (2021). Combined modified atmosphere packaging and guar gum edible coatings to preserve blackberry (*Rubus glaucus Benth*). *Food Science and Technology International*, 27(4), 353-365. <https://doi.org/10.1177/1082013220959511>
- Ruelas-Chacon, X., Contreras-Esquivel, J. C., Montañez, J., AguileraCarbo, A. F., Reyes-Vega, M. L., Peralta-Rodriguez, R. D., & SánchezBrambila, G. (2017). Guar gum as an edible coating for enhancing shelf life and improving postharvest quality of roma tomato (*Solanum lycopersicum L.*). *Journal of Food Quality*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2017/8608304>
- Saberi, B., Golding, J., Chockchaisawasdee, S., Scarlett, C. J., & Stathopoulos, C. E. (2018). Effect of biocomposite edible coatings based on pea starch and guar gum on nutritional quality of "Valencia" orange during storage. *Starch Stärke*, 70, 1700299. <https://doi.org/10.1002/star.201700299>
- Saleem, M. S., Ejaz, S., Anjum, M. A., Nawaz, A., Naz, S., Hussain, S., Ali, S., & Canan, İ. (2020). Postharvest application of gum arabic edible coating delays ripening and maintains quality of persimmon fruits during storage. *Journal of Food Process Preservation*, 44, e14583. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14583>
- Salehi, F. (2020). Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: a review, *International Journal of Fruit Science*, 20(2), 570-589. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1746730>
- Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., & Cuquerella, J. (2004). Reduction of chilling injury symptoms in Persimmon fruit cv. Rojo Brillante by 1-MCP. *Postharvest Biology and Technology*, 33, 285-291. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.03.005>
- Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.

- TÜİK. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>. [Erişim tarihi: 01 Şubat 2022].
- Yener, T. (2013). *Hasat sonrası farklı uygulamaların Trabzon hurması (Diospyros kaki L.) muhafazasına etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>