

## Kitosan Kaplanmış Çileğin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrünün Araştırılması

Gamze ZEYBEK<sup>1</sup>, Özlem TURGAY<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup>KSÜ Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3773-4000>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2286-833X>

\*Sorumlu yazar: ozlem@ksu.edu.tr

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 04.06.2022

Kabul tarihi: 13.01.2023

Online Yayınlanma: 05.07.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Çilek

Raf ömrü

Mikrobiyolojik kalite

Kitosan

### ÖZ

Çilek, non-klimakterik özellik gösteren, hasat sonrası taşıma ve depolamada çabuk bozulabilen bir meyve türüdür. Bunun yanı sıra çilek ihtiva ettiği ellajik asit nedeniyle insan sağlığı açısından oldukça önemli bir meyvedir. Raf ömrünün kısa olması nedeniyle dünyada ve ülkemizde raf ömrünü artırmak için değişik işlemler uygulanmaktadır. Bu amaçla uygulanan yöntemlerden biriside yenilebilir film ve kaplama yöntemidir. Bu çalışmada; çileklerin doğal polisakarit olan kitosana değişik konsantrasyonlarda daldırılarak kaplanması sonucu, raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. Çilek örnekleri bu amaçla, %0,5, 1 ve 2'lik asetik asit, laktik asit, propiyonik asit ile çözündürülerek elde edilen konsantrasyonlardaki kitosan solüsyonunda bekletilmiştir. Ardından +4°C'de 7 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince mikrobiyolojik analiz olarak toplam aerobik-mezofilik bakteri ve küf-maya sayımı yapılmıştır. Bunun yanı sıra titre edilebilir asitlik, ağırlık kaybı, pH, suda çözünür kuru madde (SÇKM), nem ve kül tayini yapılmıştır. Titre edilebilir asit miktarının maksimum olduğu değer (%0,82) kontrol grubunda, minimum olduğu değer ise (%0,40) CH-LA%2'lik uygulama grubunda saptanmıştır. Maksimum pH değeri (3,79) CH-LA %1'lik ve CH-PA %1'lik uygulamada, minimum pH değeri ise (3,42) CH-LA%0,5'lik uygulamada tespit edilmiştir. Maksimum SÇKM değeri (%11,80) kontrol grubunda, minimum SÇKM değeri de (%6,40) CH-AA%2'lik uygulama grubunda tespit edilmiştir. Muhafaza sonunda gerçekleşen ağırlık kaybı yüzde olarak en düşük (%11,22) CH-LA %0,5'lik uygulamada, en fazla ise (%18,43) ile kontrol grubunda gerçekleşmiştir. Muhafazanın 3.gününde yapılan kül tayininde, en yüksek kül miktarı (%0,51) CH-PA%0,5'lik uygulamada, en düşük ise (%0,22) CH-LA%0,5'lik uygulama da saptanmıştır. Yine aynı gün yapılan nem tayininde, nem içeriği en yüksek olduğu değer (%95,86) CH-PA%2'lik uygulama da ve en düşük olduğu değer (%82,76) CH-LA%2'lik uygulamada tespit edilmiştir. Toplam aerobik-mezofilik bakteri yükü maksimum olduğu değer (4,01 logkob/g) kontrol grubunun son gününde ulaşılmıştır. Minimum değer ise (2,71 logkob/g) CH-AA%2'lik uygulamada saptanmıştır. Maya-küf sayım sonuçlarında en yüksek değer (3,83 logkob/g) kontrol grubu örneklerinde, en düşük maya-küf sayısı (2,97 logkob/g) CH-AA%2, CH-LA%2, CH-PA%2'lik uygulama gruplarında saptanmıştır.

## Investigation of Chitosan Coating on Microbiological Quality and Shelf Life of Strawberries

Research Article

ABSTRACT

---

**Article History:**

Received: 04.06.2022

Accepted: 13.01.2023

Published online: 05.07.2023

---

**Keywords:**

Chitosan

Strawberry

Shelf life

Microbiologic quality

Strawberry that demonstrates non-climatic feature can easily spoil afterwards harvest in transportation and storage. In addition, strawberry is quite important fruit regarding to contain ellagic acid. Various technologies are both applied in our country and in the world in order to increase the shelf life because of being short shelf life. One of the methods that are applied with this goal is edible covering method, too. In this study; after strawberries are covered by plunging into natural polysaccharide chitosan in different concentrations, strawberries impact on shelf life is investigated. Strawberry patterns are hold by solving with 0.5, 1 and 2% of acetic acid, lactic acid propionic acid obtaining in concentration in chitosan solution. The samples were stored +4°C along 7 days. During storage total aerobic mesophilic bacterium and yeast-molds counting were done as microbiological analysis. In addition to this, titratable acidity, weight loss, pH, soluble solids, moisture content, ash content were analyzed. If quantity of titratable acidity of maximum value (0.82%) in control group, in minimum value was (0.40%) in CH-LA 2%, they were determined in, CH-LA 2% of application group. Maximum pH in CH-LA 1% of maximum value (3.79) and CHPA 1% of application, minimum pH (3.42) value was determined in CH-LA 0.5% of application. Maximum values of soluble solids (11.80%) in control group, minimum value of soluble solids were also (6.40%) in CH-AA 2% of application group have been determined. Afterwards storage, occurring weight loss as minimum percent (11.22%) application in CH-LA 0.5% of maximum value (18.43%) was carried out in control group. On third day of storage the higher ash content was (0.51%) in CH-PA 0.5% of application, the lower one was (0.22%) in CH-LA 0.5% of application. In applying moisture, determination maximum value including moisture contents (95.90%) in CH-PA 2% of application and minimum value (82.76%) in CH-LA 2% of application was determined. Total aerobic-mesophilic bacterium count maximum value (4.01 log cfu/g) was attained on the latest day of control group. Minimum count was determined (2.71 log cfu/g) in CH-AA 2% of application. In yeast-mold counting results, maximum value (3.83 log cfu/g) in control group's patterns, minimum yeast and mold count value (2.97 log cfu/g) was determined in CH-LA 2%, CH-AA 2%, CH-PA 2% of applications.

---

**To Cite:** Zeybek G., Turgay Ö. Kitosan Kaplanmış Çileğin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrünün Araştırılması. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2023; 6(2): 1338-1352.

## 1. Giriş

Kendine özgü hoş koku ve zengin vitamin içerikleri nedeniyle en çok tercih edilen meyveler arasında yer alan çileğin, dünyanın hemen hemen her yerinde (Kuzey Kutbundan Tropik bölgelere kadar) yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özuygur, 2005). Çilek (*Fragaria x ananassa*) içeriğindeki yüksek miktarda C vitamini, folat, fenolik bileşenler gibi antioksidan kapasitesi olan biyoaktif bileşenler içermekte, taze tüketilmesinin yanı sıra reçel, meyve suları ve jöle gibi işlenmiş formlarda da tüketiminin fazla olması nedeniyle dünya çapında ekonomik ve ticari öneme sahiptir (Giampieri ve ark., 2012).

Günümüzde gıda sektöründe enzimatik ve mikrobiyal bozulmanın geciktirilmesi ile gıda güvenliğinin sağlanması için değişik saklama ve ambalaj yöntemleri kullanılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009). Raf ömrünün arttırılması için de birçok muhafaza yöntemleri uygulanmakta ve bu yöntemlerin uygulamasıyla çileğin korunması sağlanabilmektedir. Gıdalarda mikrobiyal gelişmeyi önleyebilmek ya da kalite kayıplarını azaltarak raf ömrünü arttırmak için kaplama uygulamaları, özellikle antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinden yararlanılması gün geçtikçe artmaya başlamıştır (Rahman

ve ark, 2018). Gıda ürünlerdeki meydana gelen bozulmaları önlemek ve patojen mikroorganizmaları engellemek için geliştirilen bu yöntemlerden bir tanesi de yenilebilir film veya kaplamalardan faydalanmaktır. Özellikle mikrobiyal bozulmanın önlenmesi için kullanılan düşük sıcaklık ve modifiye atmosfer paketleme yönteminin yeterli düzeyde etkili olmaması nedeniyle bu uygulamaların yerini alabilecek yeni ve ilerlemiş endüstriyel metotların geliştirilmesi kaçınılmaz bir durum haline gelmiştir (Ayana ve Turhan, 2010).

Bu çalışmamızda, gıda kaplamada kullanılan kitosanın farklı konsantrasyonlarda hazırlanan solüsyonlarına daldırılmış çilek örneklerinin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Materyal**

Bu çalışmada kullanılan taze çilekler, 2015 yılı temmuz ayında Kahramanmaraş'ın merkez ilçesindeki satıcıdan temin edilmiş, hızlı bir şekilde Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir. Çürük, ezik olan çilekler ayıklanmıştır. Taze çilekler, kontrol (kitosan kaplama olmadan), %0.5, 1 ve 2'lik asetik asit, %0.5, 1 ve 2'lik laktik asit, %0.5, 1 ve %2'lik propiyonik asit ile çözündürülmüş kitosan kaplamalı çilek olmak üzere 10 gruba ayrılmış ve analizler 3 paralel olarak yapılmıştır.

Deasetilasyon derecesi minimum %85 olan (Sigma markalı 035K0162) kitosan, asetik asit (%0.5, 1, 2'lik), laktik asit (%0.5, 1, 2'lik), propiyonik asit (%0.5, 1, 2'lik), Potato Dextrose Agar (Merck, 1.10130), Nutrient Agar (Merck 1.05450) kullanılmıştır.

### **2.2. Metot**

#### *Çilek meyvelerinin ve kitosan solüsyonunun hazırlanması*

Bu amaçla %1'lik kitosan, (% 0.5, 1, 2; *a/h*) asetik asit, (% 0.5, 1, 2; *a/h*) laktik asit ve (% 0.5, 1, 2; *a/h*) propiyonik asit çözeltilerine ilave edilerek manyetik karıştırıcı ile 40°C'de 45 d boyunca karıştırılarak çözünmesi sağlanmıştır. Kitosan solüsyonundan çözünmeyen partiküller süzme yöntemiyle uzaklaştırılmıştır.

#### *Çileklerin kaplanması*

Çilekler ayıklandıktan sonra kaplama işlemine geçilmiştir. Kontrol örneği kaplama ile kaplanmamış olup diğer çilekler hazırlanan kaplama materyallerine daldırılıp en az 2 d boyunca bekletilmiştir. Doğal koşullarda kuruması sağlandıktan sonra ikinci kaplama işlemi yapılmıştır.

#### *Çilek meyvelerinin laboratuvar analizleri*

Yedi gün boyunca 4°C'de muhafaza edilen kontrol grubu çilekler ile kitosan kaplanan çileklere aşağıdaki analizler yapılmıştır.

### *pH analizi*

Kaplanan çilekler ile kontrol grubu çilekler Thermo Electron Corporation marka Orion 3 Star pH metre ile günlük ölçüm yapılmıştır.

### *Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)*

Kaplanan çilekler ve kontrol grubu çilekler ATC 0-32 Briks Ölçer Refraktometre ile ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

### *Titre edilebilir asit miktarı*

Kaplanan çilekler ve kontrol grubu çilekler püre haline getirildikten sonra 5 g örnek tartılmıştır. Bu örneklerin 50 ml distile suda filtre kağıdı yardımıyla süzme işlemi yapılmış, süzüntü distile su ile 50ml'ye tamamlanmıştır. Süzüntü üzerine 1-2 damla fenolftalein damlatılarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % olarak sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir (Velickova ve ark., 2013).

### *Ağırlık kaybı*

Tüm örnekler muhafaza süresince tartılmış ve meyvelerde meydana gelen ağırlık kayıpları saptanmıştır. Ağırlık kaybı % olarak ifade edilmiştir (Zhao, 2004).

### *Nem tayini*

Tüm örneklerin nem tayini muhafazanın 3. gününde yapılmıştır. Kaplanan çilek ve kontrol grubu çileklerden homojen bir şekilde 5'er g örnek alınarak sabit tartıma getirilen porselen krozelere konularak, etüvde 110°C'de 2 saat bekletildikten sonra son tartım yapılmıştır (AOAC, 2006).

### *Kül tayini*

Tüm örneklerin kül tayini 3. gün yapılmıştır. Kaplanan çilekler ve kontrol grubu çilekler, sabit tartıma getirilen krozelere 5'er gram tartılıp etüvde 110°C'de öncelikle yavaş yavaş kuruması sağlanmıştır. Ardından kül fırınına bırakılarak sıcaklığı kademeli olarak 525°C'ye getirilmiş ve bir gün yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Tamamen beyaz kül elde edilince yakma işlemi durdurulmuştur. Soğutularak desikatöre alınmış ve hızlı bir şekilde tartım işlemi gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2006).

### *Mikrobiyolojik analizler*

Tüm örneklerin muhafaza süresi boyunca günlük aerobik mezofilik bakteri sayısı ve küf-maya sayımı yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılmak üzere çilekler steril poşetlere doğranmıştır. Steril poşet içerisindeki çilekler havaneli yardımıyla ezilerek 5g tartım yapılmıştır. Üzerine 45 ml fizyolojik tuzlu su ilave edilmiştir. Elde edilen ana dilüsyondan 10<sup>-2</sup>'ye kadar dilüe edilmiştir.

### *Toplam Aerobik-Mezofilik Bakteri sayısının saptanması*

Toplam bakteri sayısının saptanmasında Nutrient Agar (Merck 1.05450) kullanılmıştır. 10<sup>-1</sup> ve 10<sup>-2</sup>

dilüsyonlarından dökme plak yöntemi ile ekim yapılmış, 37°C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra üreme gösteren kolonilerin sayımı yapıp, sonuç logkob/g olarak kaydedilmiştir (Maturin ve Peeler, 2001).

#### *Küf-maya sayısının saptanması*

Küf-maya sayısını saptanmasında  $10^{-1}$  ve  $10^{-2}$  dilüsyonlarından dökme plak yöntemi ile Potato Dextrose Agar (Merck 1.10130)’a ekim yapılmış, 25°C’de 3-4 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra üreme gösteren koloniler sayılıp, sonuç logkob/g olarak kaydedilmiştir (Valerie ve ark., 2001).

### **3. Bulgular ve Tartışma**

#### *pH Değişiklikleri*

Çalışmamızda da çilek örneklerinin günlük pH değişikliği incelenmiş ve Tablo 1’de sonuçlar verilmiştir. Muhafazanın ilk gününde (0. gün) en düşük pH değeri (3,42) CH-LA %0,5’lik uygulamaya ait olduğu, en yüksek değeri ise (3,65) kontrol grubu ve CH-LA %1’lik uygulamaya ait olduğu belirlenmiştir. Muhafazanın son gününde (7.gün) en düşük pH değeri (3,45) CH-LA %1’lik uygulamada, en yüksek değeri ise (3,76) CH-AA %0,5’lik uygulamada belirlenmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ( $p \leq 0,05$ ).

Asit seviyesi meyvelerin aroma dengesi için önemli bir kriterdir ve genellikle depolama boyunca azalmaktadır (Lin ve Zhao, 2007). Garcia ve ark. (2001), kaplanmış çileklerin kaplanmamış çileklere göre depolama boyunca daha az seviyede asitlik azalması gösterdiğini belirtmişlerdir. Vargas ve ark. (2006), çilekte yenilebilir film kaplama olan kitosan-oleik asit ile çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada pH minimum 3,67, maksimum 3,98 olarak tespit etmişlerdir. Atasay ve ark. (2006), 2000-2002 yılları arasında Isparta’da yaptıkları çalışmada, 10 çilek çeşidinde (Camarosa, Sweet Charlie, Chandler, Dorrit, Selva, Fern, Aliso, Tufts, Tioga ve Y-416) yaz dikiminde verim ve kalite özelliklerini incelemişlerdir. Ayrıca çeşitlerin pH değerinin 3,4-3,7 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Gol ve ark. (2013), zenginleştirilmiş kitosan kaplama ile çileğin raf ömrü iyileştirilmesi üzerine araştırılmıştır. Bulgularında kitosan kaplanmış çilek meyveleri ile kitosan kaplanmamış çilek meyvelerinin muhafaza süresince pH değerinin arttığını gözlemlemişlerdir.

Perdones ve ark. (2012), çilek örneğini kitosan-limon uçucu yağ ile kaplayıp muhafazası boyunca kalitesi üzerine araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında kitosan kaplanmamış ve kitosan kaplanmış çilek meyvelerinde muhafazanın ilk gününde sırasıyla pH değeri 3,64; 3,68 iken on dört günlük muhafazanın sonunda bu oranlar 3,91; 3,95 olarak saptamışlardır. Çalışmalarında minimum pH değerinin 3,54, maksimum pH değerinin ise 3,95 olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlar diğerleriyle paralellik göstermemektedir. Muhafaza süresinde bütün gruplarda bağımsız artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Bunun sebebi de çilek örneklerinin üreticiden temin edilmeyip, satıcıdan temin edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 1.** Çilek örneklerinin muhafaza sırasındaki pH değışikliği

Gruplar	pH		
	0.Gün	3.Gün	7.Gün
	Ortalama	Ortalama	Ortalama
CH-AA%0,5	3,51 <sup>d</sup> ±0,0100	3,77 <sup>a</sup> ±0,0150	3,76 <sup>a</sup> ±0,0100
CH-AA%1	3,46 <sup>e</sup> ±0,0100	3,68 <sup>b</sup> ±0,0050	3,53 <sup>ef</sup> ±0,0200
CH-AA%2	3,57 <sup>b</sup> ±0,0153	3,67 <sup>b</sup> ±0,0100	3,56 <sup>de</sup> ±0,0150
CH-LA%0,5	3,42 <sup>f</sup> ±0,0153	3,54 <sup>d</sup> ±0,0150	3,63 <sup>b</sup> ±0,0100
CH-LA%1	3,65 <sup>a</sup> ±0,0100	3,79 <sup>a</sup> ±0,0050	3,45 <sup>s</sup> ±0,0100
CH-LA%2	3,43 <sup>f</sup> ±0,01528	3,68 <sup>b</sup> ±0,0150	3,52 <sup>f</sup> ±0,0150
CH-PA%0,5	3,50 <sup>d</sup> ±0,0058	3,57 <sup>c</sup> ±0,0100	3,58 <sup>cd</sup> ±0,0150
CH-PA%1	3,54 <sup>c</sup> ±0,0058	3,79 <sup>a</sup> ±0,0150	3,61 <sup>b</sup> ±0,0200
CH-PA%2	3,52 <sup>d</sup> ±0,0153	3,53 <sup>d</sup> ±0,0150	3,59 <sup>c</sup> ±0,0150
Kontrol	3,65 <sup>a</sup> ±0,0058	3,43 <sup>e</sup> ±0,0000	3,55 <sup>de</sup> ±0,0100

\*Her üçünde de p=0,00 çıktığından dolayı (p≤0,05) istatistiksel olarak fark vardır.

#### *Suda Çözünür Kuru Maddedeki Değişimler*

Çalışmamızda da çilek örneklerinin günlük rutin olarak suda çözünür kuru madde değışikliği incelenmiş ve sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Muhafazanın ilk gününde (0.gün) suda çözünür kuru madde oranının en yüksek olduğu değer (%10,30) kontrol grubunda, en düşük olduğu değer (%8,00) CH-LA %1’lik ve CH-PA %2’lik uygulamaların da saptanmıştır. Muhafazanın son gününde (7.gün) ise en yüksek suda çözünür kuru madde değeri (%11,80) kontrol grubunda, en düşük değer de (%6,60) CH-LA %2’lik uygulama grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür (p≤0,05).

Depolama boyunca toplam çözünür katı içeriğinin azalması, solunum hızı etkisiyle şekerin karbondioksit ve suya dönüşümüyle ilgili olabilmektedir (Ghasemnezhad ve ark., 2010). Kaplamasız çilek örneklerinde yüksek SÇKM içeriğinin nedeninin muhafaza boyunca su kaybı yaşamasından kaynaklanmaktadır (Velickova ve ark., 2013). Çilekte olgunlaşma boyunca suda çözünür kuru madde içeriği artarken, daha sonra solunum nedeniyle olgun meyvede ise azalma göstermektedir (Hernández-Muñoz ve ark., 2008).

Velickova ve ark. (2013), ticari depolama koşulları altında kitosan-balmumu kaplanmış çileklerin kalitesi üzerine çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışma da SÇKM miktarını %5-7,7 arasında saptamışlardır. Muhafaza süresince solunum nedeniyle SÇKM içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Vargas ve arkadaşlarının (2006) yaptığı çalışmada da ise %6-7,9 arasında SÇKM oranı tespit etmişlerdir. Gol ve ark. (2013), SÇKM içeriğini, depolamanın başında %5,3 bulup, kitosan ilaveli kaplamalar ile kaplanmış çilek örneklerinde kademeli artış olduğunu tespit etmişler. Kontrol yani kaplama yapılmayan çilek örneklerinde ise ilk olarak artış ve muhafazanın sonunda da azalış gözlemlenmişlerdir. Kaplanmamış çilek örneklerinin diğer tüm kaplanmış çilek örnekleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek SÇKM içeriğine (%8,5) sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışmamızdaki sonuçlar diğerleriyle benzerlik göstermemektedir. Çilekte bulunan suda çözünür kuru

madde oranının muhafaza süresi boyunca dalgalanmalar olduğu tespit edilmiştir. Bu dalgalanmaların sebebinin çilek örneklerinin satıcıdan temin edilmesi, satıcıda bulunan çileklerin farklı çeşitler ihtiva etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 2.** Çilek örneklerinin muhafaza sırasındaki SÇKM değişikliği (%)

Gruplar	SÇKM		
	0.Gün Ortalama	3.Gün Ortalama	7.Gün Ortalama
CH-AA%0,5	8,80 <sup>bc</sup> ±0,20	11,00 <sup>a</sup> ±0,20	9,10 <sup>c</sup> ±0,30
CH-AA%1	8,50 <sup>cd</sup> ±0,10	8,70 <sup>d</sup> ±0,10	10,40 <sup>b</sup> ±0,20
CH-AA%2	8,90 <sup>b</sup> ±0,10	6,40 <sup>f</sup> ±0,20	8,20 <sup>d</sup> ±0,20
CH-LA%0,5	8,50 <sup>cd</sup> ±0,10	7,50 <sup>e</sup> ±0,10	8,10 <sup>d</sup> ±0,30
CH-LA%1	8,00 <sup>e</sup> ±0,20	8,50 <sup>d</sup> ±0,10	7,50 <sup>e</sup> ±0,30
CH-LA%2	8,50 <sup>cd</sup> ±0,30	8,60 <sup>d</sup> ±0,20	6,60 <sup>f</sup> ±0,20
CH-PA%0,5	8,40 <sup>d</sup> ±0,20	9,70 <sup>b</sup> ±0,10	8,40 <sup>d</sup> ±0,40
CH-PA%1	10,20 <sup>a</sup> ±0,20	9,00 <sup>c</sup> ±0,20	10,60 <sup>b</sup> ±0,20
CH-PA%2	8,00 <sup>e</sup> ±0,20	7,60 <sup>e</sup> ±0,20	8,90 <sup>c</sup> ±0,10
Kontrol	10,30 <sup>a</sup> ±0,10	9,00 <sup>c</sup> ±0,20	11,80 <sup>a</sup> ±0,20

\*Her üçünde de p=0,00 çıktığından dolayı (p<0,05) istatistiksel olarak fark vardır.

\*Sonuçlar yüzde (%) ± standart sapma olarak verilmiştir.

#### *Titre Edilebilir Asit Miktarındaki Değişimler*

Çalışmamızda da çilek örneklerinin günlük olarak titre edilebilir asit miktarındaki değişiklikler incelenmiş ve Tablo 3'te bu sonuçların istatistiksel olarak sonuçları verilmiştir. Muhafazanın ilk gününde (0.gün) en düşük titre edilebilir asit miktarı (%0,50) CH-LA %1'lik uygulama grubunda, en yüksek titre edilebilir asit miktarı (%0,74) CH-AA %1'lik uygulama grubunda tespit edilmiştir.

Muhafazanın son gününde (7.gün) en düşük titre edilebilir asit miktarı (%0,50) CH-AA %0,5'lik uygulamada, en yüksek değer ise (%0,72) CH-PA %2'lik uygulama da tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür (p≤0,05).

Titre edilebilir asitlik meyvelerde bulunan organik asitlerin miktarı ile ilgilidir ve meyve de asitliğin azalması, metabolik değişikliklerden veya solunum işleminde organik asitlerin kullanılmasına bağlı olabilir. Kaplama materyalinin solunumda organik asitlerin kullanımını geciktirici etki yaptığı gözlemlenmiştir (Gol ve ark., 2013).

Velickova ve ark. (2013)'nın yaptıkları çalışmada kontrol grubunun titre edilebilir asitliğinin arttığını, kitosan kaplı çilek örneklerinde azaldığını tespit etmiştir. Kaplama materyalinin muhafaza süresince titre edilebilir asitliği azaltıcı işleve sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında %0,3-0,6 arasında değer bulmuşlardır. Bunun yanı sıra, Vargas ve ark. (2006)'nın yürüttüğü çalışmada kitosan-oleik asit ile kaplanmış ve kaplama yapılmamış çilek meyvelerinde muhafaza süresince SÇKM, titre edilebilir asitlik, pH gibi parametrelerde önemli bir değişiklik olmadığını ve kaplama materyalinin etkilemediğini belirtmişler. Çalışmalarında kontrol grubunda da kitosan kaplı çileklerde de titre edilebilir asit miktarında dalgalanmalar tespit etmişlerdir.

Genel olarak muhafaza süresi boyunca titre edilebilir asit miktarında azalış ve artışlar görülmüştür. Çilek örneklerinin satıcıdan temin edilmesinden dolayı, kitosan kaplamanın çilek üzerinde bazı parametreler üzerinde; pH, SÇKM ve titre edilebilir asitlik üzerinde etkisi karşılaştırılamamıştır.

**Tablo 3.** Titre edilebilir asit miktarındaki değişiklik (%)

Gruplar	TA		
	0.Gün Ortalama	3.Gün Ortalama	7.Gün Ortalama
CH-AA%0,5	0,70 <sup>b</sup> ±0,0010	0,53 <sup>d</sup> ±0,0002	0,50 <sup>i</sup> ±0,0009
CH-AA%1	0,74 <sup>a</sup> ±0,0002	0,59 <sup>c</sup> ±0,0022	0,67 <sup>e</sup> ±0,0001
CH-AA%2	0,59 <sup>g</sup> ±0,0001	0,47 <sup>f</sup> ±0,0003	0,54 <sup>g</sup> ±0,0002
CH-LA%0,5	0,53 <sup>h</sup> ±0,0002	0,53 <sup>d</sup> ±0,0003	0,53 <sup>h</sup> ±0,0003
CH-LA%1	0,50 <sup>i</sup> ±0,0003	0,46 <sup>g</sup> ±0,0002	0,60 <sup>d</sup> ±0,0002
CH-LA%2	0,69 <sup>c</sup> ±0,0011	0,40 <sup>h</sup> ±0,0003	0,67 <sup>e</sup> ±0,0004
CH-PA%0,5	0,65 <sup>e</sup> ±0,0003	0,60 <sup>b</sup> ±0,0007	0,68 <sup>b</sup> ±0,0000
CH-PA%1	0,67 <sup>d</sup> ±0,0002	0,60 <sup>b</sup> ±0,0002	0,57 <sup>e</sup> ±0,0025
CH-PA%2	0,64 <sup>f</sup> ±0,0016	0,49 <sup>e</sup> ±0,0004	0,72 <sup>a</sup> ±0,0007
Kontrol	0,65 <sup>e</sup> ±0,0002	0,82 <sup>a</sup> ±0,0015	0,55 <sup>f</sup> ±0,0006

\*Her üçünde de p=0,00 çıktığından dolayı (p≤0,05) istatistiksel olarak fark vardır.

\*Sonuçlar yüzde (%) ± standart sapma olarak verilmiştir.

#### Ağırlık Kaybı

Tablo 4'te çileklerin tartım sonuçları verilmiştir. Muhafazanın ilk gününde (0.gün) ortalama ağırlığı 15,29 g olan kontrol grubu örneğinin, muhafazanın 3.gününde 14,06 g olduğu ve muhafazanın 7.gününde 12,47 g olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ağırlık kaybının %18,43 ile kontrol grubu örneğinde saptanmıştır. Muhafazanın 0.gününde ağırlığı 16,38 g olan CH-LA %0,5'lik uygulamasındaki çilek örneğinin muhafazanın 3.günü 15,57 g'a düşmüştür. Muhafazanın son gününde (7.gün) 14,54 olarak tespit edilmiştir. Toplam da %11,22'lik bir ağırlık kaybı yaşayarak en az ağırlık kaybı CH-LA %0,5'lik uygulamada görülmüştür. Kontrol grubu çilek örneği kitosan kaplamalı çilek örneklerinden daha fazla ağırlık kaybı yaşadığı gözlemlenmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür (p≤0,05).

Zhao (2004), çileğin besin değerini arttırmak ve depolanabilirliğini geliştirmek için kitosan, +%5 Gluconal® CAL içeren kitosan ve %0,2 dl-a-tokoferil asetat içeren kitosan ile kaplama yapmış, 2°C'de %88-89 bağıl nem de depolama yapmıştır. Bu çalışmanın sonunda çilekte ağırlık kaybı %10-13 saptamıştır. Kontrol grubu kaplama yapılmış çileklerden daha fazla ağırlık kaybı yaşamıştır. Çalışmamızdaki sonuçlar Zhao (2004)'nun bulduğu sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

**Tablo 4.** Çilek örneklerinin muhafazası sırasında meydana gelen ağırlık kaybı (g)

Gruplar	Ağırlık Kaybı		
	0.Gün Ortalama	3.Gün Ortalama	7.Gün Ortalama
CH-AA%0,5	15,43 <sup>cd</sup> ±0,23	14,56 <sup>c</sup> ±0,32	13,32 <sup>c</sup> ±0,15
CH-AA%1	15,43 <sup>cd</sup> ±0,27	14,65 <sup>c</sup> ±0,27	13,32 <sup>c</sup> ±0,21
CH-AA%2	17,14 <sup>a</sup> ±0,27	16,11 <sup>a</sup> ±0,22	14,95 <sup>a</sup> ±0,26
CH-LA%0,5	16,38 <sup>b</sup> ±0,14	15,57 <sup>b</sup> ±0,23	14,54 <sup>b</sup> ±0,14
CH-LA%1	15,71 <sup>c</sup> ±0,07	14,87 <sup>c</sup> ±0,00	13,45 <sup>c</sup> ±0,04
CH-LA%2	14,88 <sup>e</sup> ±0,09	13,78 <sup>d</sup> ±0,11	12,53 <sup>d</sup> ±0,11
CH-PA%0,5	15,63 <sup>c</sup> ±0,11	14,56 <sup>c</sup> ±0,20	13,21 <sup>c</sup> ±0,14
CH-PA%1	15,43 <sup>cd</sup> ±0,23	14,60 <sup>c</sup> ±0,23	13,47 <sup>c</sup> ±0,21
CH-PA%2	17,04 <sup>a</sup> ±0,15	16,05 <sup>a</sup> ±0,09	14,92 <sup>a</sup> ±0,09
Kontrol	15,29 <sup>d</sup> ±0,17	14,06 <sup>d</sup> ±0,12	12,47 <sup>d</sup> ±0,17

\*Her üçünde de p=0,00 çıktığından dolayı (p≤0,05) istatistiksel olarak fark vardır.

\*Sonuçlar gram ± standart sapma olarak verilmiştir.



### *%Nem Miktarı*

Muhafazanın 3. gününde kitosanla kaplanmış ve kontrol grubu çileklerdeki nem miktarı incelenmiş ve sonuç yüzde olarak hesaplanmıştır. Bulgular Tablo 5'te verilmiştir. Buna göre en yüksek nem içeriği CH-PA %2'lik uygulamasında (%95,86) saptanmıştır. Bunu daha sonra sırasıyla (%94,65) kontrol grubu ve (%94,07) CH-PA %0,5'lik uygulama örnekleri takip etmektedir. Gruplar arasında en düşük nem içeriği ise CH-LA %2'lik uygulamada (%82,76) olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ( $p \leq 0,05$ ).

Nuñez-Mancilla ve ark. (2011), çilekte nem içeriğini %89,77 olduğunu belirtmişler. De Souza ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada nem içeriğini %92,68 oranında saptamışlardır. Costa ve ark. (2015), organik ve geleneksel çileklerde çalışma yapmışlar ve nem içeriğini %91,48 olarak saptamışlardır. Çalışmamızdaki sonuçlar diğerlerinin çalışmalarıyla benzerlik göstermiştir.

**Tablo 5.** Çilek örneklerinin muhafazadaki % nem miktarı

Gruplar	% Nem
	3.Gün Ortalama
CH-AA%0,5	90,25 <sup>e</sup> ±0,0021
CH-AA%1	90,37 <sup>d</sup> ±0,0014
CH-AA%2	89,61 <sup>g</sup> ±0,002
CH-LA%0,5	87,83 <sup>h</sup> ±0,0022
CH-LA%1	88,94 <sup>b</sup> ±0,0016
CH-LA%2	82,76 <sup>i</sup> ±0,0017
CH-PA%0,5	94,07 <sup>c</sup> ±0,0022
CH-PA%1	89,78 <sup>f</sup> ±0,0016
CH-PA%2	95,86 <sup>a</sup> ±0,0011
Kontrol	94,65 <sup>b</sup> ±0,0005

\*Her üçünde de  $p=0,00$  çıktığından dolayı ( $p \leq 0,05$ ) istatistiksel olarak fark vardır.

\*Sonuçlar yüzde (%)  $\pm$  standart sapma olarak verilmiştir.

### *% Kül Miktarı*

Muhafazanın 3.gününde kitosanla kaplanmış ve kontrol grubu çileklerdeki kül miktarı incelenmiş ve sonuç yüzde olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 6'da verilmiştir. Buna göre en yüksek kül miktarı CH-PA %0,5'lik uygulamasında (%0,51) saptanmıştır. Bunu daha sonra sırasıyla (%0,48) CH-LA %2'lik kitosanla kaplanmış çilek örneği ve (%0,46) kontrol grubu örneği takip etmektedir. Gruplar arasında en düşük kül miktarı ise CH-LA %0,5'lik uygulamada (%0,22) olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ( $p \leq 0,05$ ).

Nuñez-Mancilla ve ark. (2011), çilekte kül miktarını %0,39, De Souza ve ark. (2014), %0,27 olarak, Costa ve ark. (2015), %0,43 tespit etmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlar bu çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

**Tablo 6.** Çileklerde kül miktarı

Gruplar	% Kül
	3.Gün Ortalama
CH-AA%0,5	0,31 <sup>1</sup> ±0,0014
CH-AA%1	0,33 <sup>g</sup> ±0,0030
CH-AA%2	0,36 <sup>e</sup> ±0,0007
CH-LA%0,5	0,22 <sup>i</sup> ±0,0029
CH-LA%1	0,34 <sup>f</sup> ±0,0022
CH-LA%2	0,48 <sup>b</sup> ±0,0019
CH-PA%0,5	0,51 <sup>a</sup> ±0,0049
CH-PA%1	0,38 <sup>d</sup> ±0,0019
CH-PA%2	0,33 <sup>h</sup> ±0,0008
Kontrol	0,46 <sup>c</sup> ±0,0031

\*Her üçünde de  $p=0,00$  çıktığından dolayı ( $p\leq 0,05$ ) istatistiksel olarak fark vardır.

\*Sonuçlar yüzde (%)  $\pm$  standart sapma olarak verilmiştir.

#### *Toplam Aerobik-Mezofilik Bakteri Sayısında Görülen Değişimler*

Farklı organik asitlerle çözündürülerek hazırlanmış kitosan kaplamalı çilek örnekleri ve kontrol grubu örneklerinde muhafaza boyunca aerobik-mezofilik bakteri sayısına etkisi Tablo 7’de gösterilmiştir. Başlangıçta kontrol grubu çileğin aerobik-mezofilik bakteri yükü 3,91 logkob/g’dir. Muhafazanın sonunda bu değer 4,01 logkob/g olarak artış göstermiştir. En düşük aerobik-mezofilik bakteri yükü CH-PA %2’lik ve CH-AA %2’lik uygulamada 3,34 logkob/g tespit edilmiştir. Muhafaza boyunca kitosan kaplamalı çilek örneklerinde aerobik-mezofilik bakteri yükü azalmış olup, kontrol grubu çilek örneğinde muhafaza boyunca aerobik-mezofilik bakteri yükü artmıştır.

CH-AA %2’lik uygulama aerobik-mezofilik bakteri yükünde etkili olup muhafazanın 3.günü (2,97 logkob/g) ve 7. günlerinde (2,71 logkob/g) en düşük değere sahip olduğu saptanmıştır. En yüksek değerler ise kontrol grubu örneklerinde görülmüştür. Muhafazanın son gününde genel olarak bakıldığında toplam logaritmik azalışın en yüksek olduğu grubun CH-LA %0,5’lik ve CH-LA %1’lik uygulama (0,64 logkob/g’lık azalma) olduğu belirlenmiştir. Logaritmik azalışın en düşük olduğu grup ise CH-PA%0,5’lik (0,53logkob/g’lık azalma) uygulamadır. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ( $p\leq 0,05$ ).

Durango ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, kitosan +%4’lük nişasta kaplamanın havuçlar üzerindeki aerobik-mezofilik bakteri sayısına etkisini incelemişlerdir. Kaplamanın aerobik-mezofilik kontrolünde etkili olduğu, mikrobiyal yükte 15 günlük muhafaza süresinde (10°C’de) 1,34 logkob/g’lık bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Kitosan kaplanan örneklerin aerobik-mezofilik bakteri sayısının kontrole göre daha düşük çıkması çalışmamızdaki sonuçları destekler niteliktedir. Moreira ve ark. (2011), 20 gün boyunca brokoliler üzerinde yaptıkları çalışmada, %2 kitosan kaplama uygulamasının aerobik-mezofilik bakteriler üzerine bakterisidal etkisinin, kaplanmamış örneklere göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (1,5-2,5 logkob/g’luk azalma). Ghasemnezhad ve ark. (2012), 4°C’de 12 gün depolanan %1 kitosan kaplamanın nar tanelerinin kontrol grubuna göre bakteriyal yüklerinde yarı yarıya azalma görüldüğünü belirtmişlerdir.

**Tablo 7. Toplam Aerobik-Mezofilik Bakteri sayısı**

Gruplar	Toplam aerobik- mezofilik bakteri		
	0.Gün	3.Gün	7.Gün
	Ortalama	Ortalama	Ortalama
CH-AA%0,5	3,35 <sup>f</sup> ±0,0135	2,99 <sup>g</sup> ±0,0045	2,74 <sup>d</sup> ±0,0240
CH-AA%1	3,37 <sup>e</sup> ±0,0010	2,98 <sup>g</sup> ±0,0025	2,74 <sup>d</sup> ±0,0065
CH-AA%2	3,34 <sup>e</sup> ±0,0010	2,97 <sup>h</sup> ±0,0070	2,71 <sup>e</sup> ±0,0110
CH-LA%0,5	3,44 <sup>b</sup> ±0,0045	3,13 <sup>e</sup> ±0,0080	2,80 <sup>c</sup> ±0,125
CH-LA%1	3,42 <sup>c</sup> ±0,0050	3,10 <sup>f</sup> ±0,0095	2,78 <sup>c</sup> ±0,0090
CH-LA%2	3,38 <sup>d</sup> ±0,0040	3,12 <sup>e</sup> ±0,0090	2,76 <sup>d</sup> ±0,0190
CH-PA%0,5	3,38 <sup>de</sup> ±0,0025	3,19 <sup>d</sup> ±0,0100	2,85 <sup>b</sup> ±0,0110
CH-PA%1	3,36 <sup>f</sup> ±0,0030	3,34 <sup>b</sup> ±0,0060	2,80 <sup>c</sup> ±0,0110
CH-PA%2	3,34 <sup>e</sup> ±0,0050	3,30 <sup>c</sup> ±0,0030	2,76 <sup>d</sup> ±0,0145
Kontrol	3,91 <sup>a</sup> ±0,0050	3,96 <sup>a</sup> ±0,0030	4,01 <sup>a</sup> ±0,0015

\*Her üçünde de p=0,00 çıktığından dolayı (p≤0,05) istatistiksel olarak fark vardır.

\*Sonuçlar logkob/g±standart sapma olarak verilmiştir.

### Maya-Küf Sayısında Görülen Değişimler

Yüksek maya-küf miktarı gıdalarda bozulma göstergesi olarak değerlendirilebilmektedir. Çileklerde özellikle küfler muhafaza boyunca problem oluştururken, çileğin raf ömrü genellikle küf gelişimi nedeniyle sonlanmaktadır. *Botrytis cineria* ve *Rhizopus sp.* çilekte bozulma faktörü, en sık karşılaşılan küflerdir (Park ve ark., 2005; Tanada-Palmu ve Grosso, 2005). Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda, farklı konsantrasyonlarda çözündürülerek hazırlanmış kitosan kaplamalı çilek örnekleri ve kontrol grubu örneklerinin maya-küf mikroorganizma sayıları Tablo 8’de verilmiştir. Kontrol grubu çilek örneklerinde muhafazanın ilk gününde 3,65 logkob/g olarak saptanan maya-küf sayısı, muhafaza süresi boyunca artarak, 7.günde 3,83 logkob/g’a yükselmiştir. Muhafazanın ilk gününde en düşük maya-küf sayısına (3,26 logkob/g) CH-AA%2’lik uygulama grubunda saptanmış, en yüksek maya-küf sayısı kontrol grubundan sonra (3,28 logkob/g) CH-LA%0,5’lik, CH-PA %0,5’lik uygulama gruplarında tespit edilmiştir. Muhafazanın son gününde en düşük maya-küf sayısı (2,97 logkob/g) CH-AA%2, CH-LA%2, CH-PA%2’lik uygulama gruplarında saptanmıştır. Genel olarak bakıldığında organik asitlerin kendi içinde konsantrasyon oranı arttıkça maya-küf sayısında bir azalış gözlemlenmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür (p≤0,05). Çalışmamızda kitosan kaplamalı çileklerle, kontrol grubu çilekleri karşılaştırdığımızda 4°C’de 7 gün depolama sonucunda kitosan kaplamalı çileklerin kontrol grubuna göre maya-küf yüklerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Kitosan kaplamanın antifungal etki gösterdiği görülmüştür.

Wang ve Gao (2012)’nin yaptıkları çalışmada da kitosan kaplı çileklerde küf gelişiminin kontrol grubuna göre daha az tespit etmişlerdir. Perdones ve ark. (2012), soğukta muhafaza edilen çileklere kitosan kaplama uygulamalarının antifungal etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Jiang ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada 3,11 logkob/g olan başlangıç maya küf sayısı 11. gün sonunda 6,65 logkob/g sayısına ulaşmış ve kitosan kaplanan örneklerde ise 11. günde 6,0 logkob/g olan maya küf sayısındaki artış etkili bir şekilde gecikmiştir. Aynı zamanda limon esansiyel yağının kitosan solüsyonuna ilave

edilmesi ile antifungal etkinin zenginleştiğini savunmuşlardır. Kitosan kaplamalı çilek örneklerinin kontrol grubuna göre maya-küf sayısının kontrol grubuna göre daha düşük çıkması çalışmamızdaki sonuçları destekler niteliktedir.

**Tablo 8.** Çilek örneklerinin muhafazası sırasında küf-maya sayısında görülen değişimler

Gruplar	Küf maya		
	0.Gün Ortalama	3.Gün Ortalama	7.gün Ortalama
CH-AA%0,5	3,27 <sup>bc</sup> ±0,0025	3,24 <sup>b</sup> ±0,0400	2,99 <sup>bc</sup> ±0,0020
CH-AA%1	3,27 <sup>bc</sup> ±0,0025	3,18 <sup>c</sup> ±0,0040	2,99 <sup>c</sup> ±0,0035
CH-AA%2	3,26 <sup>c</sup> ±0,0020	3,18 <sup>c</sup> ±0,0045	2,97 <sup>d</sup> ±0,0055
CH-LA%0,5	3,28 <sup>b</sup> ±0,0035	3,23 <sup>b</sup> ±0,0030	3,00 <sup>b</sup> ±0,0020
CH-LA%1	3,27 <sup>b</sup> ±0,0030	3,20 <sup>c</sup> ±0,0070	2,99 <sup>c</sup> ±0,0025
CH-LA%2	3,27 <sup>b</sup> ±0,0070	3,19 <sup>c</sup> ±0,0050	2,97 <sup>d</sup> ±0,0025
CH-PA%0,5	3,28 <sup>b</sup> ±0,0015	3,24 <sup>b</sup> ±0,0015	2,99 <sup>bc</sup> ±0,0030
CH-PA%1	3,27 <sup>b</sup> ±0,0045	3,19 <sup>c</sup> ±0,0110	2,99 <sup>c</sup> ±0,0055
CH-PA%2	3,27 <sup>b</sup> ±0,0065	3,20 <sup>c</sup> ±0,0070	2,97 <sup>d</sup> ±0,0050
Kontrol	3,65 <sup>a</sup> ±0,0175	3,73 <sup>a</sup> ±0,0065	3,83 <sup>a</sup> ±0,0125

\*Her üçünde de p=0,00 çıktığından dolayı (p<0,05) istatistiksel olarak fark vardır.

\*Sonuçlar logkob/g±standart sapma olarak verilmiştir.

#### 4. Sonuç

Dünya da ve ülkemizde üretimi oldukça yaygın olan çilek meyvesi hasat sonrası depolama esnasında, transfer edilirken ve yanlış ambalajlama tekniği sonucu mekanik hasara kolaylıkla uğrar. Nem oranının (%90 civarı) fazla olması nedeniyle mikrobiyal bozulmaya oldukça elverişli bir gıda olan çilek, uygun ortam ve yöntemlerle muhafaza edilirse korunabileceği görülmüştür.

Bu çalışmada; yenilebilir kaplama olan kitosanın değişik konsantrasyonlardaki laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit ile çözündürülerek elde edilen kaplama materyali ile çilek meyvesinin raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonucuna genel olarak bakıldığında, titre edilebilir asit miktarının maksimum olduğu değer (%0,82) kontrol grubunda, minimum olduğu değer ise (%0,40) CH-LA%2'lik uygulama grubunda saptanmıştır. Maksimum pH değeri (3,79) CH-LA %1'lik ve CH-PA %1'lik uygulamada, minimum pH değeri ise (3,42) CH-LA%0,5'lik uygulamada tespit edilmiştir. Maksimum SÇKM değeri (%11,80) kontrol grubunda, minimum SÇKM değeri de (%6,40) CH-AA%2'lik uygulama grubunda tespit edilmiştir. Muhafaza sonunda gerçekleşen ağırlık kaybı yüzde olarak en düşük (%11,22) CH-LA %0,5'lik uygulamada, en fazla ise (%18,43) ile kontrol grubunda gerçekleşmiştir. Muhafazanın 3.gününde yapılan küllü tayininde, en yüksek küllü miktarı (%0,51) CH-PA%0,5'lik uygulamada, en düşük ise (%0,22) CH-LA%0,5'lik uygulama da saptanmıştır. Yine aynı gün nem içeriğinin en yüksek olduğu değer (%95,86) CH-PA%2'lik uygulama da ve en düşük olduğu değer (%82,76) CH-LA%2'lik olduğu tespit edilmiştir. Toplam aerobik- mezofilik bakteri yükünün maksimum olduğu değer (4,01 logkob/g) kontrol grubunun son gününde ulaşılmıştır. Minimum aerobik-mezofilik bakteri yükü ise (2,71 logkob/g) CH-AA%2'lik uygulamada saptanmıştır. Maya-küf sayım sonuçlarında en yüksek değer (3,83 logkob/g) kontrol grubu örneklerinde, en düşük değer de (2,97 logkob/g) CH-AA%2, CH-

LA%2, CH-PA%2'lik uygulama gruplarında saptanmıştır. Kitosan kaplamalı çilekler, parlak kırmızımtırak renkte gözlenmiştir. Depolama esnasında kitosanlı kaplı çileklerin kontrol grubuna göre aromasını arttırdığı belirlenmiştir.

Çalışma sonucuna göre genel bir değerlendirme yapıldığında, yenilebilir kaplama materyali olarak kitosanın kullanılması çileklerin raf ömrünü artırmada, çilekte parlak renk oluşturup, aromasını arttırarak tüketici beğenisini artırabileceği kanaatine varılmıştır. Değişik antimikrobiyallerin farklı konsantrasyonlardaki bileşimlerinden oluşan kaplama yöntemi uygulanarak daha iyi sonuçlar elde edilebilir. Antimikrobiyal ilavesi GRAS listesinde bildirilen değerler doğrultusunda kullanıldığı takdirde herhangi bir sağlık tehdidi de oluşturmamaktadır. Bunun yanında sentetik ambalajlamalara göre yenilebilir film ve kaplamalar, çevre dostu olarak bilinmektedir. Değişen yaşam koşulları ve her geçen gün gelişen yeni teknolojiler ile daha çok araştırmalar yapılarak karşılaşılabilecek problemlerin önüne geçileceği düşünülmektedir.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

### **Kaynakça**

- AOAC. Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, USA, 2006.
- Ayana B., Turhan KN. Gıda ambalajlamasında antimikrobiyel madde içeren yenilebilir filmler/kaplamalar ve uygulamaları. *Gıda* 2010; 35(2): 151-158.
- Atasay A., Türemiş N., Demirtaş İ., Göktaş A. Eğirdir (Isparta) koşullarında yaz dikimi yapılan bazı çilek çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu. 14-16 Eylül 2006, sayfa no: 100-105, Tokat.
- Costa N., Kobi H., Silva P., Souza J. Organic and conventional strawberry: nutritional, physical-chemical, antioxidant and pesticide residues composition. *The FASEB Journal* 2015; 29(1): Supplement 730.7.
- De Souza VR., Pereira PAP., Da Silva TLT., De Oliveira Lima LC., Pio R., Queiroz F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry* 2014; 156(1): 362-368.
- Durango AM., Soares NFF., Andrade NJ. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Food Control* 2006; 17(5): 336-341.

- Dursun S., Erkan N. Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences* 2009; 3: 352-373.
- Garcia MA., Martino MN., Zaritzky NE. Composite starch-based coatings applied to strawberries. *Nahrung* 2001; 45(4): 267-272.
- Ghasemnezhad M., Shiri MA., Sanavi M. Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 2010; 8(1): 25-33.
- Ghasemnezhad M., Zareh S., Rassa M., Sajedi RH. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) at cold storage temperature. *Journal of the Science of Food and Agricultural* 2012; 93(2): 368-374.
- Giampieri F., Tulipani S., Alvarez-Suarez JM., Quiles L., Mezzetti B., Battino M. The Strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition* 2012; 28: 9-19.
- Gol NB., Patel PR., Rao TVR. Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coating enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology* 2013; 85: 185-195.
- Hernández-Muñoz P., Almenar E., Valle VD., Velez D., Gavara R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry* 2008; 110(2): 428-435.
- Jiang Y., Yu L., Hu Y., Zhu Z., Zhuang C., Zhao Y., Zhong Y. Electrostatic spraying of chitosan coating with different deacetylation degree for strawberry preservation. *International Journal of Biological Macromolecules* 2019; 139: 1232-1238. <http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.113>
- Lin D., Zhao Y. Innovations in the development and applications of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2007; 6(3): 60-75.
- Maturin L., Peeler JT. BAM Chapter 3 Aerobic Plate Count 2001. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count> Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2022.
- Moreira MR., Roura SI., Ponce A. Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. *Food Science and Technology* 2011; 44(10): 2335-2341.
- Nuñez-Mancilla Y., Perez-Won M., Vega-Gálvez A., Arias V., Tabilo-Munizaga G., Briones-Labarca V., Lemus-Mondaca R., Di Scala K. Modeling mass transfer during osmotic dehydration of strawberries under high hydrostatic pressure conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2011; 12(3): 338-343.
- Özüygür M. Adana koşullarında bazı yerli, Amerika ve Avrupa kökenli çilek çeşitleri ile bazı melez çilek genotiplerinde verim, meyve kalite kriterleri ve bitki özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 2005.

- Park S., Stan SD., Daeschel MA., Zhao Y. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria* × *ananassa*) to control mold growth during cold storage. *Food Microbiology and Safety* 2005; 70(4): 202-207.
- Perdones A., Sánchez-González L., Chiralt A., Vargas M. Effect of chitosan-lemon essential oil coating on storage-keeping quality of strawberry. *Postharvest Biology and Technology* 2012; 70: 32-41.
- Rahman M., Mukta JA., As Sabir A., Gupta DR., Mohi-Ud-Din M., Hasannuzzaman M., Miah MG., Rahman M., Islam T. Chitosan biopolymer promotes yield and stimulates accumulation of antioxidants in strawberry fruit. *Plos One* 2018; 7: 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203769>
- Tanada-Palmu PS., Grosso CRF. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Postharvest Biology and Technology* 2005; 36(2): 199-208.
- Valerie T., Michael E., Mislivec PB., Koch HA., Bandler R. Bacteriological analytical manual chapter 18, *Yeasts, Molds and Mycotoxins*, Food and Drug Administration, 2001.
- Vargas M., Albors A., Chiralt A., González-Martínez C. Quality of cold-stored as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology* 2006; 41(2): 164-171.
- Velickova E., Winkelhausen E., Kuzmanova S., Alves VD., Moldão-Martins M. Impact of chitosan-beewax edible coating on the quality of fresh strawberries under commercial storage conditions. *Food Science And Technology* 2013; 52(2): 80-92.
- Wang SY., Gao H. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Food Science and Technology* 2012; 52(2): 71-79.
- Zhao Y. Edible coating to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria* × *ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology and Technology* 2004; 33(1): 67-68.