



## YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN TAZE KESİLMİŞ MEYVE VE SEBZELERDE KULLANIMI

Çiğdem Yüksel, Derya Atalay\*, Hande Selen Erge

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye

Geliş / Received: 30.10.2019; Kabul / Accepted: 01.03.2020; Online baskı / Published online: 27.03.2020

Yüksel, Ç., Atalay, D., Erge, H.S. (2020). Yenilebilir kaplamaların taze kesilmiş meyve ve sebzelerde kullanımı. *GIDA*(2020) 45(2) 340-355 doi: 10.15237/gida.GD19144

Yüksel, C., Atalay, D., Erge, H.S. (2020). Using edible coatings on fresh-cut fruits and vegetables. *GIDA*(2020) 45(2) 340-355 doi: 10.15237/gida.GD19144

### ÖZ

Taze kesilmiş ürünler, hücrelerin ve dokuların zarar görmesinden dolayı hasat ve tüketim süreci arasında birçok faktöre karşı duyarlıdır. Bu ürünlerde renk değişimi, tekstür bozulması, vitamin kaybı ve mikrobiyal gelişim gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Bu problemler nedeniyle, son yıllarda yenilebilir kaplamalar taze kesilmiş ürünlerin raf ömrünün artırılmasında potansiyel yöntemlerden biri olarak kabul edilmiştir. Yenilebilir kaplamalar; nem ve çözünmüş maddelerin geçişini, gaz alış-verişini, solunum ve oksidatif reaksiyon hızını azaltarak taze kesilmiş meyve ve sebzelerin raf ömrünün ve kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilir. Bu makalenin amacı, taze kesilmiş ürünlerde yenilebilir kaplamaların kullanımını araştırmak ve derlemektir. Bu kapsamda; taze kesilmiş meyve ve sebzelerin önemi, üretimi, yenilebilir kaplamaların bileşimleri, uygulama yöntemleri ve avantaj/dezavantajları değerlendirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Taze kesilmiş meyve ve sebze, yenilebilir kaplama, raf ömrü

### USING EDIBLE COATINGS ON FRESH-CUT FRUITS AND VEGETABLES

#### ABSTRACT

Fresh-cut products are susceptible to several factors between harvest and consumption period due to damaged cells and tissues. Problems such as color changing, texture loss, shrinkage, vitamin loss and microbial growth etc. may occur in these products. Because of these problems, in recent years use of edible coatings have been considered as one of the potential methods for extending shelf life of these products. Edible coatings may contribute to extend the shelf life and improve quality of fresh-cut fruits and vegetables by decreasing moisture and solute migration, gas exchange, respiration and oxidative reactions rate. The aim of this article is to research and review the using edible coatings on fresh-cut products. In this sense, importance and production of fresh-cut fruits and vegetables, compounds, application methods and advantages/disadvantages of edible coatings were evaluated.

**Keywords:** Fresh-cut fruit and vegetable, edible coating, shelf life

\* Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author:

✉ deryaatalay@ibu.edu.tr

☎ (+90) 374 254 10 00

☎ (+90) 374 253 45 58

Çiğdem Yüksel; ORCID no: 0000-0001-8506-9899

Derya Atalay; ORCID no: 0000-0003-4536-7239

Hande Selen Erge; ORCID no: 0000-0002-4313-1014

## GİRİŞ

“Taze” ve “minimum işlenmiş” ürünler Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) ve Amerikan İlaç ve Gıda Dairesi (FDA) tarafından; meyve ve sebzelerin taze bir şekilde kesilmesinden sonra yıkama, paketlenme ve buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Beaulieu ve Gorny, 2016; Bhattacharjee vd., 2014). Taze kesilmiş ürünler işlenmiş (yapıda fiziksel değişim) olmasına rağmen çiğ halde; yeme ve pişirme için hazır, dondurulmamış, ısıtma işlemi uygulanmamış, katkıları ya da koruyucuları ile muamele edilmiş ürünlerdir (Beaulieu ve Gorny, 2016; Bhattacharjee vd., 2014). Taze kesilmiş meyve ve sebzelerin; kabuğu soyulmuş ve/veya kesilmiş, tamamıyla kullanılabilir halde olan, tazeliğini sürdürürken besin öğelerini ve lezzeti koruyarak tüketiciye sunabilen paketlenmiş ya da ön paketlenmiş ürünler olarak tanımlandığı aktarılmaktadır (Beaulieu ve Gorny, 2016; James ve Ngarmasak, 2010). Ayrıca taze kesilmiş ya da minimum işlenmiş meyve ve sebzelerin, “hafifçe işlenmiş”, “kısmen işlenmiş”, “önceden hazırlanmış” ve “tüetime hazır” gibi kavramlar ile de belirtildiği bildirilmektedir (Temiz ve Ayhan, 2017; Ochoa-Reyes vd., 2019).

Son yıllarda, tüketicilerin taze, pratik ve sağlıklı gıdalara olan ilgisinden dolayı taze kesilmiş meyve ve sebze endüstrisi hızla artmaktadır. Özellikle taze-kesilmiş elmaların bazı kurumlar, okullar ve kafeteryalarda ve ayrıca evlerde popüler atıştırılabilir ürün olarak tüketildiği bildirilmektedir (Galindo-Perez vd., 2015; Liu vd., 2016). Ahvenainen (1996) tarafından Avrupa’da özellikle Fransa ve İngiltere’de minimum işlenmiş meyve ve sebzelerin 1900’lü yıllarda ortaya çıktığı; Amerika’da 2000 yılında tüm üretimin %25’inin taze kesilmiş meyve ve sebzelerle ait olduğu aktarılmaktadır.

Minimum işlenmiş meyve ve sebze üretiminde besin kalitesinin kaybedilmeden işlenmesi ve tüketici için yeterli bir raf ömrünün sağlanabilmesi en önemli amaçlardır (Ahvenainen, 1996; James ve Ngarmasak, 2010). Meyve ve sebzelerin renk, görünüş, lezzet (tat ve aroma), tekstür ve besin değeri tüketiciler açısından önemli karakteristik özelliklerdir. İlk olarak görünüş, tazelik ve renk;

daha sonra tat, aroma ve tekstür önem arz etmektedir (Barrett vd., 2010). Taze kesilmiş ürünlerde, fiziksel işlemler sonucunda enzimatik esmerleşmenin artması, tekstürün bozulması, su kaybı, mikrobiyal bozulmaların hızlanması, istenmeyen tat ve aromaların oluşması raf ömrünü ve kaliteyi etkilemektedir. Bu nedenle, taze kesilmiş ürünlerde minimal işlemlerin uygulanması gerekmektedir (Ahvenainen, 1996; Temiz ve Ayhan, 2017).

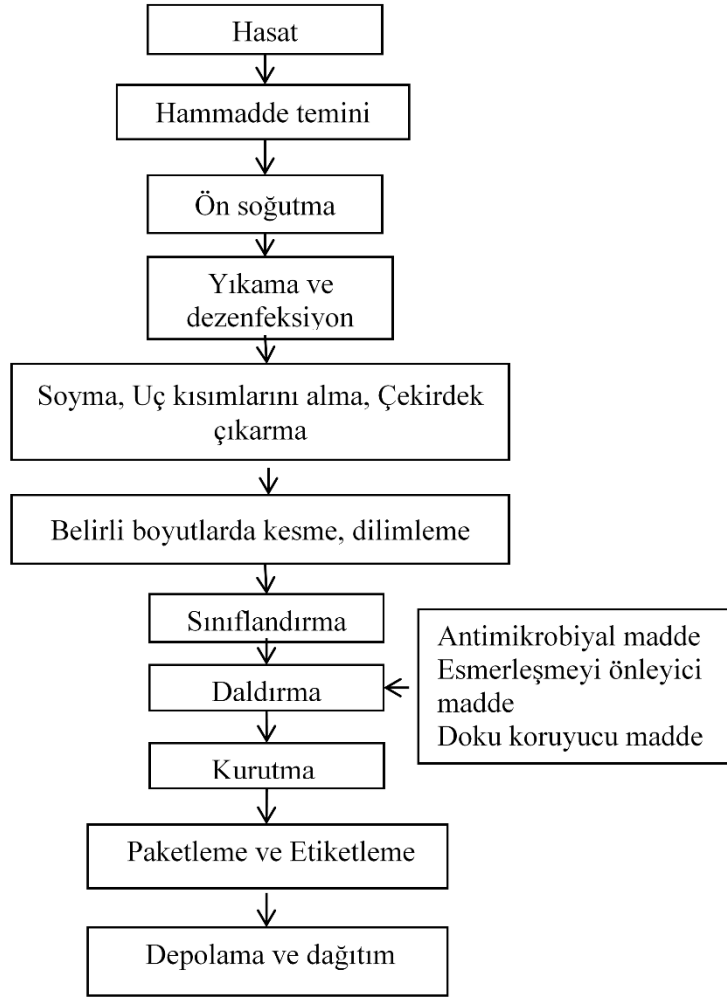
Taze kesilmiş meyve ve sebzelerin üretimine bakıldığında; genellikle hasat, hammadde alımı, ön soğutma, yıkama ve dezenfeksiyon, soyma ve çekirdek çıkarma, kesme, dilimleme, daldırma çözeltileri ile muamele etme, yıkama, soğutma, paketlenme ve depolama gibi basamakların yer aldığı görülmektedir (Şekil 1) (James ve Ngarmasak, 2010; Bhattacharjee vd., 2014; Temiz ve Ayhan, 2017). Taze kesilmiş meyve ve sebzeye işlenecek olan hammaddenin soğuk ortamda depolanması, son ürün kalitesi ve raf ömrü açısından önemlidir. Yıkama işlemi, kesme ve doğrama işlemlerinden önce tank ve kanallarda içilebilir özellikteki su ile yıkanarak gerçekleştirilmektedir. Klorlanmış su, genellikle son yıkamada kullanılmaktadır (James ve Ngarmasak, 2010).

Kabuk soyma işleminde yüksek basınçlı hava, buhar, alkali çözeltiler ve kabuk soyma makinalarından yararlanılmaktadır. Dilimleme, doğrama, parçalama, bölme gibi işlemlerde meyve ve sebzelerin düzgün kesilmiş ve eşit büyüklüklerde olması tüketici açısından önemli sayılmaktadır (Barrett vd., 2010; James ve Ngarmasak, 2010). Kesilmiş meyve ve sebzeler, daha sonra asit, antioksidan, doku yumuşamasını önleyici maddeler ve antimikrobiyal ajanlar içeren daldırma çözeltileri ile işleme tabi tutulmaktadır. Taze kesilmiş meyve ve sebzelerin paketlenmeden önce fazla su ve çözeltilerden uzaklaştırılması gerekmektedir. Son üründe kalan su mikroorganizmaların gelişmesine ve tekstürün bozulmasına sebep olabilmektedir (James ve Ngarmasak, 2010).

Taze kesilmiş meyve ve sebzelerin raf ömürleri çok uzun olmadığı için paketlenmeye dikkat

edilmesi gerekmektedir. Paketlemede genellikle sıcaklık ile şekillendirilmiş ve sert plastikler kullanılmaktadır. Taze kesilmiş meyve ve sebzelerde solunum, paketlemede ve ürün kalitesinde problem oluşturduğu için dikkat edilmelidir. Etilen üreten ürünler ile etilene hassas

ürünler aynı ambalajda paketlenmemelidir. Modifiye atmosferde paketleme (MAP), solunum oranını azaltıp bozulmayı yavaşlattığından ve ürün kalitesini geliştirdiğinden dolayı önerilen yöntemlerden biridir (Barrett vd., 2010; James ve Ngarmasak, 2010; Bhattacharjee vd., 2014).



Şekil 1. Taze kesilmiş meyve ve sebzelerin üretim basamakları

### **TAZE KESİLMİŞ MEYVE VE SEBZELERDE KULLANILAN YENİLEBİLİR KAPLAMALAR**

Meyve ve sebzelerin hasat edilmesinin ardından tüketime kadar geçen sürede fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar ile kayıplar meydana gelmektedir. Bu durumları engellemek için son

dönemlerde araştırmacıların doğal uygulamalara eğilimi olduğu görülmektedir.

Meyve ve sebzelerin, hasattan sonra solunum yapmaya devam ettiği bilinmektedir. Yenilebilir kaplamalar kullanıldığında; dışarıdan oksijen alış-verişi sağlanamadığından üründe oksijen tükenmekte ve karbondioksit birikmektedir

(Guilbert vd., 1996; McHugh ve Senesi, 2000). Daha az oksijenle, etilen üretimi yavaşlar ve suyun fizyolojik kaybı en aza indirilir. Böylece, meyve ve sebzeler uzun süre sağlam, taze ve besleyici kalır ve raf ömürleri neredeyse iki katına çıkar. Meyve ve sebze üzerindeki doğal bariyer ve kaplamanın türü ve miktarı, iç ortamın (oksijen ve karbondioksit) modifiye edilme derecesini ve ağırlık kaybındaki azalma düzeyini etkilemektedir (Arvanitoyannis ve Gorris, 1999).

Doğal kaynaklardan elde edilen yenilebilir kaplamalar; meyve ve sebzelerin yüzeyine uygulanan ince bir tabaka olup meyve ve sebzeyle beraber tüketilebilen malzemelerdir. Bu kaplamalar, meyve ve sebze için duyuşal özellikleri korumakta, ilave edilen aktif bileşiklerle gıdanın besin değerini artırmakta ve kalitesini iyileştirmektedir (Serrano vd., 2015; Ochoa-Reyes vd., 2019).

### **Yenilebilir Kaplamaların Tanımı ve Tarihi**

Yenilebilir kaplamalar; nem ve oksijene karşı bir bariyer sağlayan, ürün yüzeyine uygulanan ince tabaka yenilebilir özellikte malzemelerdir (Ncama vd., 2018). Yenilebilir filmlerin ve kaplamaların hazırlanmasında kullanılan malzemelerin; Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu (U.S. Food and Drug Administration, FDA) tarafından onaylanmış genellikle güvenilir (GRAS; Generally Recognized as Safe) ve ilgili yönetmeliklere uygun olması gerekmektedir (Raghav vd., 2016; Kurek vd., 2017).

Meyvelerin balmumu ile kaplanması, 12. yüzyılın başlarında popüler olan eski yöntemlerden biridir. Bu yöntemin; Çin'de, limon ve portakallarda su kaybını geciktirmek için uygulandığı bilinmektedir (Raghav vd., 2016; Hassan vd., 2018). Ayrıca, mumla kaplanmış meyvelerin mumla kaplanmayan meyvelere kıyasla daha uzun süre depolanabileceği bildirilmiştir. 1930 yılında sıcak eriyik parafin mumları, elma ve armut gibi taze meyvelerde yenilebilir kaplama olarak kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra "laring" olarak adlandırılan yağ kaplaması İngiltere'de popüler hale gelmiştir. 15. yy başlarından bu yana bazı gıdalarda görünüm ve kaliteyi muhafaza etmek için soya sütünden kaynatılarak elde edilen

Yuba isimli film, Asya'da halen kullanılmaktadır. 16. yy'dan bu yana etlerde görünümü iyileştirmek ve büzülmeyi engellemek için yağ ile kaplama uygulanmaktadır. 19. yy'da ceviz, badem ve fındık gibi yemişlerin oksidasyonunu ve bozulmasını önlemek için sükrözden elde edilen yenilebilir kaplamanın kullanıldığı bilinmektedir (Dursun ve Erkan, 2009).

### **Yenilebilir Kaplamaların Özellikleri**

Yenilebilir kaplamanın özellikleri, moleköl büyüklerine ve kimyasal yapılarına bağlıdır (Arvanitoyannis ve Gorris, 1999; Dhall, 2013; Raghav vd., 2016; Ncama vd., 2018).

Kaplama materyalinin; suya dayanıklı olması, yeterli düzeyde ürünü kaplayabilmesi, gaz geçirgenliğini optimumda tutması gerekmektedir. Ayrıca, kaplama materyali; su buharı geçirgenliğini azaltmalı, görünümü iyileştirmeli, yapısal bütünlüğü korumalı, mekanik kullanım özelliklerini iyileştirmeli, aktif maddeleri (antioksidanlar, vitaminler, vb.) taşımalı ve uçucu lezzet bileşiklerini muhafaza etmelidir (Raghav vd., 2016; Ncama vd., 2018). Belirtilen bu özelliklerin dışında kaplama materyali; dekompozisyon olmadan 40°C'nin üzerinde eriyebilmeli, kolay emülsifiye olmalı, yapışkan olmamalı, kurutmaya karşı dirençli olmalı, taze meyve veya sebzelerin kalitesini olumsuz etkilememeli, düşük viskoziteye sahip, ekonomik, saydam olmalı ve hafif bir basınca dayanabilmelidir (Arvanitoyannis ve Gorris, 1999; Dhall, 2013).

### **Yenilebilir Kaplamaların Avantajları ve Dezavantajları**

Yenilebilir kaplamaların, meyve yüzeyine parlaklık kazandırarak dış görünümü iyileştirme, ağırlık kaybını azaltma, meyve sertliğini koruma ve taze görünümü koruma, solunum ve etilen üretim oranını azaltarak olgunlaşmayı geciktirme gibi avantajları vardır. Meyve ve sebzeleri depolama bozukluklarına karşı korumaktadır. Ayrıca, hasat sonrası kimyasal işlemler için dayanıklılık sağlamakta; aroma bileşiklerini, antioksidanları, pigmentleri, esmerleşme reaksiyonlarını engelleyen iyonları ve vitaminleri içermekte, sentetik ambalaj malzemelerinin kullanımını

azaltmakta ve bazı ülkelerde, ambalaj malzemelerinin sevkiyatına harcanan maliyeti azaltma gibi avantajları bildirilmektedir (Dhall, 2013).

Meyve ve sebze yüzeyine uygulanan kalın kaplama, dış ve iç atmosfer arasında arzu edilmeyen bir bariyer haline gelebilmekte ve solunum gazlarının (CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub>) değişimini kısıtlayabilmektedir (Hassan vd., 2018). Bu durum da daha fazla karbondioksit, asetaldehit ve etanol üreten anaerobik solunum ile sonuçlanabilir. Yenilebilir kaplamalar genellikle kaplanmış ürün ile tüketildiğinden; antimikrobiyeller, antioksidanlar ve nutrasötikler gibi bileşiklerin dahil edilmesi, tüketici kabulünü etkilememelidir. Bazen bazı esmerleşme önleyici maddelerin yenilebilir kaplamalara dahil edilmesi durumunda, özellikle de N-asetilsistein ve glutasyon gibi yüksek konsantrasyonlarda sülfür içeren bileşiklerin daldırma maddesi olarak kullanımının hoş olmayan bir koku verdiği belirtilmiştir (İyidoğan ve Bayındırlı, 2004). Yenilebilir kaplamalara nutrasötik bileşiklerin (acı tat, büzücü veya tatlandırıcı) eklenmesi tüketicilerin ürünü beğenmemesine neden olabilmektedir (Drewnowski ve Gomez-Carneros, 2000).

Gıda güvenliği açısından, Avrupa Direktifi ve ABD yönetmeliklerine göre yenilebilir kaplamaların; gıda ürünleri, gıda bileşenleri, gıda katkı maddeleri, gıda temas maddeleri veya gıda ambalaj malzemeleri olarak sınıflandırılabilirdiği aktarılmaktadır (Dhall, 2013). Filmi oluşturan tüm bileşenlerin ya da film malzemelerindeki bir fonksiyonel katkı maddesinin gıda sınıfında yer alması, toksik olmaması ve tüm işlem basamaklarının hijyen standartlarını karşılaması gerekmektedir (Guilbert vd., 1996).

Birçok esansiyel yağ; gıda, sağlık ve kişisel bakım endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve aynı zamanda GRAS olarak sınıflandırılmaktadır veya gıda katkı maddeleri olarak izin verilmektedir. Bununla birlikte, bazı tüketicilerin koruyucu kaplama kullanımları hakkında endişeleri bulunmaktadır. Birçok yenilebilir kaplama, alerjik reaksiyonlara neden olabilecek maddelerden üretilmektedir. Bu alerjenler arasında; süt, soya fasulyesi, balık, yer fıstığı, fındık

ve buğday yer almaktadır. Bu nedenle, bir gıda üzerinde alerjen içeren bir kaplamanın varlığı da açıkça belirtilmelidir (Dhall, 2013).

### **Yenilebilir Kaplamaların Bileşimi**

Meyve ve sebzelerin çoğu, yüzeylerinde kütikül adı verilen doğal bir balmumu tabakasına sahiptir. Gıda üzerine ek olarak bir kaplama uygulanması, bu doğal bariyerin işlevini artırabilmekte veya hasat sonrası işleme sırasında bu katmanın yerini alabilmektedir. Kaplamalar; nem ve gaz alışverişi için kısmi bir bariyer sağlamakta, yapısal bütünlüğü ve uçucu aroma bileşiklerini korumakta ve diğer fonksiyonel gıda bileşenlerini taşıyarak mekanik işleme özelliğini iyileştirmektedir. Proteinler, polisakkaritler, lipitler ve reçineler gibi biyopolimerler, tek başlarına veya kombinasyon halinde kullanılabilen yaygın kaplama malzemelerdir. Biyopolimerlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, ortaya çıkan kaplamaların işlevselliğini büyük ölçüde etkilemektedir (Galus ve Kadzinska, 2015).

Kaplama malzemeleri; genellikle kaplanabilme özelliğine, suda çözünürlüklerine, hidrofilik-hidrofobik ve duyuşal özelliklerine göre seçilmektedir. Yenilebilir kaplamalar, film oluşturma kabiliyetine sahip malzemelerden üretilmelidir. Film materyalleri, üretim sırasında su, alkol, su-alkol karışımı gibi bir çözücü içinde dağıtılmalı ve çözülmalıdır. Bu işlemde plastikleştiriciler, antimikrobiyal maddeler, mineraller, vitaminler, renk maddeleri veya aromalar eklenebilmektedir. Seçilen polimerin dispersiyonu için pH değerinin ayarlanması ve/veya çözeltilerin ısıtılması gibi işlemler uygulanabilmektedir. Daha sonra film çözeltisi istenen sıcaklıkta ve bağıl nemde dökülmekte ve kurutulmaktadır. Film çözeltileri; gıdalara daldırma, püskürtme, dökme, köpüklenme, damlatma ve ardından kurutma gibi çeşitli yöntemlerle uygulanabilmektedir (Arvanitoyannis ve Gorris, 1999; Raghav vd., 2016).

Son yıllarda çeşitli meyve/sebzelerde kullanılan kaplama materyalleri ve etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca, gıdalara uygulanan kaplamalarda kullanılan maddeler detaylı bir şekilde aşağıda açıklanmaktadır.

Çizelge 1. Çeşitli meyve/sebzelerde kullanılan kaplama materyalleri ve özellikleri

Kaplama Materyali	Kaplanan Meyve/Sebze	Sonuçlar	Kaynakça
Kitosan	Taze kesilmiş balkabağı	Kontrolle kıyasla raf ömrü artırılmıştır. pH ve renk değerleri korunmuştur.	Soares vd., 2018
Kitosan+Klorofilin	Çilek	Antimikrobiyal özellik göstererek yüzeydeki maya ve küf yükü azaltılmıştır.	Luksiene ve Buchovec, 2019
Selüloz ve Türevleri	Domates	Solunum hızını yavaşlatmıştır.	Tosati vd., 2015
Nişasta	Domates	Ağırlık kaybı azaltılmış ve film konsantrasyonunun artması ile raf ömrü uzatılmıştır.	Begum vd., 2017
	Mung fasulyesi	Oksijen bariyeri özelliği sebebiyle paketlenme yöntemi olarak önerilmiştir.	Rompothi vd., 2017
Aljinat+ Öjenol	Çilek	Besin değerleri korunmuş ve mikrobiyolojik bozulma geciktirilmiştir.	Guerreiro vd., 2015
Karragenan	Taze kesilmiş balkabağı	Kontrolle kıyasla duyuusal, dokusal ve mikrobiyolojik özellikleri korunmuştur.	Cho vd., 2016
	Yaban mersini ve ahududu	Depolama süresince fizikokimyasal özellikler korunmuştur.	Falcó vd., 2019
Pektin+Sitrik asit+CaCl <sub>2</sub>	Taze kesilmiş elma	Enzimatik esmerleşme geciktirilmiş ve patojenler üzerine antimikrobiyal özellik göstermiştir.	Sanchís vd., 2016
Pektin	Limon	Solunum hızı kontrol altında tutulmuş ve tekstür korunmuştur.	Maftoonazad ve Ramaswamy, 2019
Aloe Vera	Taze kesilmiş şeftali	Duyuusal özellikler korunmuş ve ağırlık kaybı azaltılmıştır.	Hazrati vd., 2017
Jelatin+ Nişasta	Üzüm	Su buharı geçirgenliği azaltılmış ve tekstür korunmuştur.	Fakhouri vd., 2015
Zein+ Tannik Asit	Guava	Solunum hızı yavaşlatılmış ve gaz geçirgenliği önlenmiştir.	Santos vd., 2018
Soya protein+ Ferulik Asit	Taze kesilmiş elma	Enzimatik esmerleşme geciktirilmiş ve meyvenin sıklığı artırılmıştır.	Alves vd., 2017
Peynir altı suyu	Çilek	Ağırlık kaybı azaltılmış ancak renk kaybı yaşanmıştır.	Soazo vd., 2015
Soya Proteini+Kitosan	Kayısı	Kontrol örneğine kıyasla kaplanmış örneklerde tekstür korunmuştur.	Zhang vd., 2018
Ksantan	Taze kesilmiş armut	Enzimatik esmerleşme geciktirilmiş ve raf ömrü uzatılmıştır.	Sharma ve Rao, 2015
Zamkı+Sinamik Asit	Mantar	Kalite, kontrol örneğine kıyasla kaplanmış örneklerde korunmuştur.	Huang vd., 2019
Kitosan+Guar Zamkı	Taze kesilmiş patlıcan	Kaplanmış örneklerde tekstür korunmuştur.	Singh vd., 2016
Karnauba Mummu	Taze kesilmiş elma	Sıklığı korunmuş ve enzimatik esmerleşme geciktirilmiştir.	Espino-Díaz vd., 2016
Aljinat+Asetillenmiş Monogliserit	Taze kesilmiş kivi	Kontrolle kıyasla film, meyvenin sıklığını korumuş ancak mikrobiyal çoğalma önlenememiştir.	Gago vd., 2018
Aljinat+öjenol	Taze kesilmiş kavun	Solunum hızı yavaşlatılmış ve nem bariyer özelliği göstermiştir.	Lopes vd., 2016
Kitosan+Transsinamald ehit	Çilek	Antimikrobiyal özellik ile bakteri çoğalması önlenmiştir.	Abdi vd., 2017
Pektin+esansiyel yağ	Yaban mersini	Maya ve küf gelişimi kısıtlanmıştır.	Abugoch vd., 2015
Kitosan+Kinoa Proteini+Ayçiçek yağı	Taze kesilmiş muz	Solunum hızı yavaşlatılmış ve meyve tekstürü korunmuştur.	Thakur vd., 2019
Nişasta	Çilek ve yenidünya	Meyvelerin duyuusal özellikleri ve mikrobiyolojik kalitesi korunmuştur.	Ergin vd., 2018
Kiraz ve Kayısı Ağacı Zamkı	Ananas	Mikrobiyal çoğalma geciktirilmiş ve fenolik bileşikler korunmuştur.	Yousuf ve Srivastava, 2019

## **Polisakkaritler**

### ***Selüloz ve türevleri***

Bitki hücre duvarlarının yapısal malzemesi olan selüloz, film üretimi için öncelikle sodyum hidroksit ve karbon disülfür karışımı içinde çözülmekte ve daha sonra selofan üretmek için sülfürik aside dönüştürülmektedir (Kurek vd., 2017). Genel olarak, selüloz türevlerinin film oluşturma özelliği yüksektir, ancak büyük ölçekli ticari kullanım için çok pahalıdır. Anhidroglikozun polimer zincirlerinin sıkı bir şekilde bir araya gelmesi, sulu ortama dirençli olan kristalli bir yapı oluşmasını sağlamaktadır. Selülozun suda çözünürlüğü, alkali ile artırılabilir, ardından karboksimetil selüloz (CMC), metil selüloz (MC), hidrokispropil metil selüloz (HPMC) elde etmek için kloroasetik asit, metil klorür, propilen oksit veya hidrokisilpropil selüloz (HPC) ile muamele edilmektedir. MC, HPMC, HPC ve CMC filmlerinin film oluşturma özelliğinin iyi, genellikle kokusuz, tatsız, esnek ve orta mukavemetli, şeffaf, sıvı ve katı yağlara karşı dirençli, suda çözünür ve orta derecede nem ve oksijen geçirgenliğine sahip olduğu aktarılmaktadır (Cazon vd., 2017; Hassan vd., 2018). Arnon vd. (2015) mandalinalarda; MC, CMC, HPMC ve kitosan kaplama yaparak depolama ve aroma gelişimini incelemişlerdir. İncelenen materyaller arasında, CMC ve kitosan kombinasyonundan oluşan kaplamaların en iyi performans gösterdiği belirlenmiştir.

### ***Nişasta ve türevleri***

Nişasta; geniş aralıktaki işlevselliği ve düşük maliyeti nedeniyle gıda hidrokolloidi olarak kullanılan doğal polisakkaritlerden biridir (Serrano vd., 2015). Nişasta, hem termal hem de mekanik enerjinin uygulanmasıyla bir ekstrüderde işlendiğinde, termoplastik bir malzemeye dönüştürülmektedir. Termoplastik nişastaların üretiminde, plastikleştiricilerin moleküller arası hidrojen bağlarını etkili bir şekilde azaltmaları ve ürün özelliklerine stabilite sağlamaları beklenmektedir. Nişastanın hidrofilik özelliğinden dolayı, su içeriği değiştikçe işleme sırasında ve işlemden sonra nişasta ile ekstrüde edilen malzemelerin performansı değişmektedir (Kurek vd., 2017).

Begum vd. (2017) domateslerin raf ömrünü uzatmak için nişasta bazlı yenilebilir kaplamalar kullanmıştır. Plastikleştirici olarak gliserol eklenmiş farklı konsantrasyonlardaki nişasta çözeltileri uygulamasında, %1.5'lik nişasta çözeltisinin domates kaplamada en uygun oran olduğu belirtilmektedir. Ayrıca Hint fesleğeni ekstraktının nişasta bazlı yenilebilir kaplamalara eklenmesi ile depolama kalitesinin artırılacağı da aktarılmaktadır. Thakur vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, muzda hasat sonrası fizyolojik aktivitenin kontrol edilebilmesi amacıyla pirinç nişastasının yenilebilir kaplama olarak kullanılmasının; ağırlık kaybı, titrasyon asitliği, toplam çözünebilir kuru madde içeriği, renk değişimi, solunum ve etilen üretimi gibi parametrelerin incelenmesiyle araştırıldığı belirtilmektedir. Kontrol örneğine kıyasla nişasta kaplanmış muz örneklerinde raf ömrünün 12 gün daha uzatılabildiği bildirilmektedir.

### ***Kitin ve kitosan***

Kitosan, 2-amino-2-deoksi-β-D-glukanın doğrusal bir polimeridir. Selülozdan sonra doğal olarak bulunan ve en büyük biyopolimer olan kitinin deasetilasyonu ile elde edilmektedir. Kabukluların (yengeç ve karides) kabuk bileşeni, omurgasız hayvanların iskelet maddesi, mantar ve böceklerin hücre duvarı bileşeni olarak ortaya çıkmaktadır (Kurt ve Zorba, 2005; Dursun ve Erkan, 2009; Kerch, 2015). Kitosanın; floküle edici madde, koyulaştırıcı, gaz seçici zar, kaplama malzemesi, bitkiyi hastalıktan koruyan destekleyici, doku iyileştirici ve antimikrobiyal madde olarak rol oynadığı bildirilmektedir (Dhall, 2013). Kitosan; film oluşturucu özelliği, vitaminler, mineraller gibi diğer maddelerle uyumluluğu nedeniyle taze ürünler için umut verici kaplama malzemelerinden biri olarak düşünülmektedir (Park ve Zhao, 2004; Kerch, 2015; Cazon vd., 2017). Liu vd. (2016) taze kesilmiş elma dilimlerine kitosan, askorbik asit ve kalsiyum klorürden oluşan kaplama materyali uygulamış ve 10 saat boyunca oda sıcaklığında gözlemişlerdir. Sonuç olarak, kitosan ile birlikte antioksidan ve mineral madde kullanımının meyvenin esmerleşmesini geciktirdiğini belirtmişlerdir.

Kitosan içeren kaplamaların; olgunlaşmayı geciktirdiği, meyve ve sebzelerin solunum oranlarını azalttığı, biber, salatalık ve domateslerde ağırlık kaybını, renk solmasını ve maya gelişimini önlediği gösterilmiştir (Serrano vd., 2015)

Kitosan iç atmosferi modifiye edebilen yarı geçirgen kaplamalar oluşturabilmekte, böylece meyve ve sebzelerde olgunlaşmayı ve solunumu azaltabilmektedir. Kitosan ve kitinin gıda ambalajıyla ilgili diğer bir özelliği de, ağır metal iyonlarını absorbe etme yeteneğinin bulunmasıdır. Kitosan kaplama; çilek, salatalık, biber gibi meyve ve sebze ürünlerinde, antimikrobiyal; elma, armut, seftali ve erik gibi meyve ve sebze ürünlerinde ise genellikle gaz bariyeri olarak kullanılmaktadır (Ferreira vd., 2016). Kitosan esaslı kompozit kaplama formülasyonlarının muz, mango ve kırmızı biber gibi meyve ve sebzelerde raf ömrünü uzattığı saptanmıştır (Hassan vd., 2018).

#### ***Aljinat ve karragenan***

Aljinatlar; düzgün, saydam ve suda çözünebilen film oluşumunu sağlayan polisakaritlerdir. Aljinat esaslı filmler sıvı ve katı yağlara karşı dayanıklıdır. Ayrıca, diğer hidrofilik polisakaritler gibi yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptirler. Aljinat kaplamalar, lipit oksidasyonlarını geciktirebilen oksijen bariyerleridir (Lin ve Zhao, 2007). Minimum işlenmiş havuçlarda ağırlık kaybını ve mikrobiyolojik yükü azalttığı belirtilmiştir. Karragenan içeren kaplamalar; nem kaybını, oksidasyonu veya parçalanmayı azaltmak için taze meyve ve sebzelere uygulanmaktadır (Ferreira vd., 2016). Azaraksh vd. (2014) taze kesilmiş ananası, limon otu esansiyel yağı ilave edilmiş aljinat ile kaplamış, taze meyvenin solunum hızının, ağırlık kaybının, toplam bakteri sayısının ve maya-küf sayısının azaldığını aktarmışlardır.

#### ***Pektin***

Pektin;  $\beta$ -1,4 bağlı D-galakturonik asit ünitelerinden oluşan kompleks bir anyonik polisakarittir. Üronik asit karboksiller tamamen (yüksek metoksi pektin) veya kısmen (düşük metoksi pektin) metil ile esterleşmektedir. Yüksek metoksi pektininin film özelliğinin yüksek kalitede

olduğu bilinmektedir (Cazon vd., 2017). Narenciye pektini ve amilaz nişastasının plastikleştirilmiş karışımlarının, 180 °C'ye kadar dayanıklı olan esnek filmler sağladığı bildirilmektedir. Nişastanın, polilaktik asitle karıştırılmasıyla oluşturulan nişasta esaslı plastik köpükler, taşıma sırasında şok ve titreşime karşı koruma sağlamak için yağsız dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır (Hassan ve ark., 2018). Rossi Marquez vd. (2017); taze kesilmiş elma, patates ve havuç dilimlerini peynir altı suyu proteini ve pektin ile kaplamış ve transglutaminaz eklemiştir. Kaplanmış ve kaplanmamış meyve ve sebze örneklerinin çeşitli özelliklerini, depolama süresince (10 gün) analiz etmişlerdir. Protein ve polisakarit kaplamaların, protein esaslı kaplamalara kıyasla daha iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir.

#### ***Aloe Vera***

Aloe vera jelinin, antifungal aktivitesi ve fonksiyonel bir bileşen olması nedeniyle içecek ve dondurmalarda kullanılması, meyve ve sebzeler için yenilebilir bir kaplama malzemesi olarak dikkat çekmiştir. Aloe vera jel esaslı yenilebilir kaplamalar; nem ve sertlik kaybını azaltması, solunum hızını ve olgunlaşma gelişimini kontrol etmesi, oksidatif esmerleşmeyi geciktirmesi ve mikroorganizma çoğalmasını azaltması özelliğiyle tatlı kirazlar ve sofralık üzümde kullanılmıştır (Chrysargyris vd., 2016) Chrysargyris vd. (2016) domateslerde farklı konsantrasyonlarda aloe vera jeli uygulayarak domateslerin hasat sonrası depolanmasında olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Bu çalışmada, domateste aloe vera jeli uygulamasının etilen üretimini azalttığı, askorbik asit ve toplam fenolik içeriği ile antioksidan aktiviteyi artırdığı, solunum oranı ve ağırlık kaybı ölçümlerinde değişimlerin olmadığı aktarılmaktadır.

#### ***Proteinler***

##### ***Jelatin***

Jelatinin geniş uygulama alanlarına sahip olması, emülsifiye ve stabilize etme yeteneği, reolojik özellikleri modifiye etme özelliği, su bağlayıcı ve film oluşturucu özellikleri nedeniyledir (Erge ve Zorba, 2018). Genellikle jelatin filmler; %20-30 jelatin, %10-30 plastikleştirici (gliserin veya



sorbitol) ve %40-70 sudan oluşmaktadır ve ardından kurutulmuş olarak uygulanmaktadır (Dhall, 2013).

Portakalın raf ömrünü uzatmak amacıyla jelatin (%5-7), şellak (%9-11) ve bir çeşit gam maddesinin (%3.5-4.5) kullanıldığı bir çalışmada, kaplanmış tüm portakal örneklerinde parlaklığın arttığı ve şellak ile kaplanan örneklerde ağırlık ve sıklık kaybının daha az olduğu belirtilmiştir (Khorram vd., 2017). Ayrıca, depolama süresi arttıkça jelatin ve gam ile kaplanan örneklerde çatlamaların olduğu da bildirilmiştir.

### **Zein**

Mısır zeini, mısırdaki suda çözünmeyen proteinin en önemlisidir. Zeinin film oluşturma özelliği yüksektir ve biyo-bozunabilir filmlerin üretimi için kullanılabilir. Zein kaplamanın, taze domateslerde nem ve sertlik kaybını azalttığı ve renk değişimini geciktirdiği (oksijen ve karbondioksit iletimini azaltma) belirtilmektedir (Dhall, 2013; Raghav vd., 2016). Elde edilen filmlerin kırılma olduğu ve bu nedenle esnekliği artırmak için plastikleştirici ilave edilmesi gerektiği bildirilmektedir. Plastikleştiriciler; hidrojen bağlarıyla protein polimer zincirleri arasındaki mesafeyi artırarak kaplamalara esneklik sağlamaktadırlar. Gliserol, sorbitol, polietilen glikol, mono-, di- veya oligosakkaritler, yağ asitleri, lipitler ve türevleri gibi plastikleştirici maddeler kaplamanın kırılma özelliğini azaltarak, esnekliğini ve uzayabilirliğini artırmaktadırlar (Arham vd., 2018; Yerlikaya vd., 2019). Guava meyvesinin zein ile kaplandığı bir çalışmada kaplama ile birlikte olgunlaşmanın yavaşlatıldığı ve ayrıca kaplamada zein ile birlikte tannik asit uygulamasının ağırlık azalışı, yumuşama, renk değişimi, etilen üretimi ve oksidatif stres gibi koşulları azaltmada daha etkili olduğu aktarılmaktadır (Santos vd., 2018).

### **Glüten**

Glütenin yapışkanlığı ve elastikiyeti, buğday hamuruna bütünlük kazandırır ve film oluşumunu kolaylaştırır. Yenilebilir filmler, buğday glüteninin sulu etanol çözeltisinin kurutulmasıyla oluşturulmaktadır. Kurutma sırasında oluşan yeni disülfür bağlarının, hidrojen ve hidrofobik

bağlarla birlikte buğday glüten film yapısında önemli olduğu düşünülmektedir (Hassan vd., 2018). Glüten filmlerde gliserol gibi plastikleştiricilerin eklenmesi, film esnekliğini artırmak için gereklidir (Arham vd., 2018). Bununla birlikte, sorbitol içeriğinin film mukavemetini, elastikiyeti ve su buharı bariyer özelliklerini azalttığı belirtilmektedir (Dhall, 2013; Yerlikaya vd., 2019).

### **Soya proteini**

Soya protein konsantratu veya soya protein izolatu, yağı alınmış proteinli gıdalardan ekstrakte edilmektedir (Lin ve Zhao, 2007). Soya proteini (SP) kaplamaları, esnekliği geliştiren bir plastikleştirici olan ve yaygın olarak kullanılan gliserol ve sorbitol eklenerek soya proteini izolatından hazırlanmaktadır (Dhall, 2013; Kurek vd., 2017). SP kaplamalarının, genellikle proteinin doğal hidrofobik yapısına ve hidrofobik plastikleştiricilerin eklenmesine bağlı olarak zayıf nem direncinin olduğu ve su buharına karşı bariyer özelliğinin de düşük olduğu bildirilmektedir (Sharma vd., 2019).

### **Kazein ve peynir altı suyu**

Peynir altı suyu proteini ve kazein gibi süt proteinleri, sayısız fonksiyonel özelliği nedeniyle yenilebilir filmler ve kaplamalar için önemli malzemelerdir (Lin ve Zhao, 2007). Kazeinler, toplam süt proteinlerinin yaklaşık %80'ini karşılamakta ve yoğun intermoleküler hidrojen, elektrostatik ve hidrofobik bağlar oluşturarak sulu çözeltileri yenilebilir film olarak kullanılabilir (Shendurse vd., 2018). Peynir altı suyu proteinleri, uygun şekilde işlendiğinde, saydam özellikte ve esnek yapıda filmler oluşturmaktadır. Peynir altı suyu proteinleri hidrofobik olduğundan, iyi bir nem bariyeri değildir. Denatüre edilmiş film çözeltisine plastikleştirici ilavesi, film esnekliğini geliştirmekte, ancak filmlerin su buharı geçirgenliğini artırmaktadır (Yerlikaya vd., 2019). Kazeinat ve peynir altı suyu protein içerikli kaplamaların, kolay uygulanabilir olması ve homojen kaplanabilirliğinden dolayı kuru üzüm, dondurulmuş bezelye ve yer fıstığı gibi küçük yapıdaki gıdalara uygulandığı aktarılmaktadır (Lin ve Zhao, 2007).

**Lipitler*****Balmumu ve yağ içerikli kaplamalar***

Balmumları (karnauba mumu, balmumu, parafin mumu ve diğerleri), 1930'lardan beri taze meyve ve sebzeler için koruyucu kaplama olarak uygulanmaktadır. Balmumu kaplamaların; turunçgil, elma, yeşil domates, salatalık ve kuşkonmaz, fasulye, pancar, havuç, kereviz, patlıcan, alabaş, bamya, biber, patates, turp gibi meyve ve sebzelerde yaygın kullanıldığı bildirilmektedir. Trigliseritler veya nötr lipitler, balmumlarına kıyasla yüksek polariteleri nedeniyle gıda yüzeyinde sürekli bir stabil tabaka oluşturabilir. Bitkisel yağlardan elde edilen çoğu yağ asidi; GRAS olarak kabul edilir ve yenilebilir kaplamaların hazırlanmasında kullanılan lipit içerikli mineral yağların yerine önerilmektedir (Lin ve Zhao, 2007; Dehghani vd., 2018).

Mum ve yağ esaslı kaplamalar arasında parafin mumu, kandelilla mumu, balmumu, karnauba mumu, polietilen mumu ve mineral yağ bulunmaktadır (Galus ve Kadzinska, 2015). Mumlar, gaz ve neme karşı bariyer filmler olarak kullanılmakta (Ochoa-Reyes vd., 2019) ve çeşitli meyve sebzelerin yüzey görünümünü iyileştirmektedir. Kalın bir tabaka halinde uygulanırsa, tüketilmeden önce çıkarılmalıdır. Mumlar (özellikle parafin, karnauba, kandelilla ve arı balmumu) nem bariyeri için kullanılan en yaygın yenilebilir bileşiklerdir (Serrano vd., 2015).

Karnauba mumu-nanokil emülsiyon kaplamasının portakal üzerinde uygulandığı bir çalışmada, karnauba mumu içerisine eklenen nanokilin duyusal özellikleri ve besin kalitesini olumlu etkilediği; depolama boyunca ağırlık kaybını azalttığı bildirilmektedir (Motamedi vd., 2018).

***Yağ asitleri ve monogliseritler***

Yağ asitleri ve monogliseritler, kaplamalarda emülsifiye edici olarak kullanılmaktadır. Katı haldeki çoğu lipit, kırılmadan önce gerçek uzunluğunun sadece %102'sine kadar uzayabilirken, asetillenmiş gliserol monostearat, gerçek uzunluğunun %800'üne kadar uzatılabilir (Dhall, 2013). Bitkisel yağlar (mısır yağı, zeytinyağı, kolza yağı, ayçiçeği yağı) kolayca temin edilebilen, düşük maliyetli, toksik

olmayan ve uçucu olmayan ürünlerdir. Ayrıca tekli doymamış yağ asidi kaynağıdır ve gıda ürünlerinde yenilebilir kaplama olarak kullanımı sağlık açısından faydalıdır (Galus ve Kadzinska, 2015; Perricone vd., 2015).

***Emülsiyonlar***

Balmumu esaslı emülsiyon kaplamaların kullanımı, nem bariyer özelliklerinin yüksek olması nedeniyle dikkat çekmektedir. Ancak, ürüne parlaklık kazandırmazlar. Bu tür mum emülsiyonlarında kullanılan emülsiyonlaştırıcıların çoğu gliserol ve yağ asitlerinin türevleri olarak bilinmektedir. Ticari olarak temin edilebilen bu tür emülsiyonlaştırıcıların örnekleri arasında poligliserol-polistearatlar yer almaktadır (Galus ve Kadzinska, 2015).

***Kompozit ve İki Katmanlı Kaplayıcılar***

Bu tip kaplamalar, üstün nitelikli bir film oluşturmak ve kaplama bileşenlerinin yararlı özelliklerini birleştirmek için yapılmaktadır. Bu kaplamalar; polisakkaritler, protein ve/veya lipitlerin karışımından oluşabilmekte (Günaydın vd., 2017), doğada heterojen olarak bulunabilmektedir. Bu yaklaşım, kullanılan her film sınıfının farklı işlevsel özelliklerini kullanabilmeyi sağlamaktadır. Kompozit filmlerin üretilmesindeki başlıca amaç, özel uygulama ihtiyacına göre geçirgenliği veya mekanik özellikleri iyileştirmektir. Bu heterojen filmler; emülsiyon, süspansiyon, ardışık katmanlar halinde (çok tabakalı kaplama ya da filmler) (Dhall, 2013), ya da ortak bir çözücü içinde bir çözelti formunda uygulanmaktadır. Uygulama yöntemi, elde edilen filmlerin bariyer özelliklerini etkilemektedir. Sınırlı ölçüde kullanılmakta olan çift katmanlı kaplamalar; lipit kaplamaların su bariyeri özellikleri, polisakkarit kaplamaların gaz geçirgenlik özellikleri ile birleştirilmektedir (Hassan vd., 2018).

Kaplamaların işlevselliğinin geliştirilmesi için proteinlerin, polisakkaritlerin ve/veya lipitlerin bir araya getirilmesi gibi kompozit veya iki tabakalı kaplamalara olan ilgi giderek artmıştır. Bu durum, her bir kaplama malzemesinin kendine özgü fakat sınırlı işlevlerin birlikte kullanılmalarıyla geliştirilebileceği gerçeğine dayanmaktadır.

Polisakaritler ve proteinler doğada polimerik yapıdadır ve hidrofiliktir. Dolayısıyla düşük bağıl nemde oksijen, aroma ve lipit bariyeri olarak iyi kalitede film oluşturmaktadırlar. Bununla birlikte, sentetik nemlendiricilere kıyasla zayıf nem bariyer özelliği gösterirler. Kompozit filmler ve kaplamalarda; polisakarit veya protein, film bütünlüğünü sağlamakta ve lipit bileşenini tutarak filmin, nem-bariyer özelliğini sağlamaktadır (Dhall, 2013; Yousuf vd., 2018).

Armutta yenilebilir kompozit kaplamalar üzerine yapılan bir çalışmada; hidroksipropil metilselüloz ve zeytinyağı içeren soya protein izolatu kullanıldığı ve kaplanmamış armutlara kıyasla raf ömrünün 2 kat arttığı bildirilmektedir (Dave vd., 2017). Sucheta vd. (2019) tarafından yapılan başka bir çalışmada kompozit yenilebilir kaplama olarak farklı oranlarda pektin, mısır unu ve kırmızı pancar tozu karışımının domateslerde kullanımı araştırılmıştır. Kontrol örneğine göre yenilebilir kaplama uygulanmış domateslerde raf ömrünün uzatıldığı ve pektin: mısır unu (%50:50) karışımı ile sadece pektin uygulanan domateslerde en yüksek parlaklığın ve en düşük büzülmenin gözlemlendiği aktarılmaktadır.

### **Yenilebilir Kaplamalarda Kullanılan Aktif Maddeler**

#### ***Antimikrobiyel Ajanlar***

Antimikrobiyel bileşiklerin yenilebilir kaplamalarda kullanımı, ürünün güvenliğini artırmak için diğer bir alternatif olarak görülmektedir (Dhall, 2013). Meyve ve sebzelerin antimikrobiyelleri içeren sulu çözeltilere daldırılması, mikrobiyel stabiliteyi artırmanın en pratik yolu olarak bilinmektedir. Bununla birlikte, antimikrobiyel maddelerin gıda yüzeyine uygulanmasında bazı dezavantajların olduğu bilinmektedir. Aktif maddelerin hızla nötralize edilebildiği veya yüzeyden gıda ürününe dağılabildiği ve böylece antimikrobiyel bileşiğin etkisinin sınırlanabildiği ileri sürülmektedir (Hassan vd., 2018).

#### ***Doku Geliştiriciler***

Pektik enzimler; depolanma sırasında, meyve dokularında sertlik kaybına neden olmaktadır (Temiz ve Ayhan, 2017). Taze meyvelerde

yumuşamayı kontrol etmenin en yaygın yolu, kalsiyum tuzlarının kullanılmasıdır. Kalsiyum iyonları pektik polimerlerle reaksiyona girerek mekanik direnci artıran, böylece olgunlaşmayı geciktiren ve meyve sebzelerde fizyolojik bozuklukları kontrol eden çapraz bağlantılı bir ağ oluşturmaktadır. Ürünün yumuşamasını en aza indirmek için, yenilebilir kaplamaların formülasyonuna doku artırıcılar dahil edilebilir (Dhall, 2013).

#### ***Nütrositler***

Bazı araştırmacılar; bazı meyve ve sebzelerin mikro besin elementlerini artırmak için yenilebilir kaplama formülasyonlarına mineraller, vitaminler ve yağ asitlerini dahil etmişlerdir (Salgado vd., 2015). Park ve Zhao (2004) kitosan içeren filmlerin su bariyeri özelliklerinin, film matrisindeki mineral ve E vitamini konsantrasyonunu artırarak iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma, kitosan içerikli film matrisinin yüksek miktarda mineral veya E vitamini taşıyabilme kapasitesini göstermiştir. Bu filmlerin, gıdaların besin değerini artırmak için ambalajlama veya kaplama materyali olarak kullanılabilirliğini aktarmışlardır.

### **SONUÇ**

Günümüzde birçok yenilebilir kaplama bileşiklerinin taze kesilmiş meyve ve sebzelerde kullanıldığı bilinmektedir. Ancak; yenilebilir kaplama uygulanmış taze kesilmiş meyve ve sebzeleri ticarileştirmek, yenilebilir kaplamaların tüketime uygunluğunu geliştirmek, ucuz ve kolay ulaşılabilir kaynaklardan elde etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. İşlevselliğin ve duyuusal performansın geliştirilmesi amacıyla yeni kaplama bileşiklerinin ve uygulamalarının önem kazanacağı düşünülmektedir.

#### **KAYNAKÇA**

Abdi, S., Roein, Z., Erfanimoghadam, J., Aziznia, S. (2017). Application of pectin coating containing essential oil for increasing quality of strawberry fruit. *J Postharvest Technol*, 05(4): 83–94.

Abugoch, L., Tapia, C., Plasencia, D., Castro-Mandujano, O., Lopez, L., Pastor, A., Escalona, V.H. (2015). Shelf-life of fresh blueberries coated with quinoa protein/chitosan/sunflower oil

- edible film. *J Sci Food Agric*, 96: 619-626, doi:10.1002/jsfa.7132.
- Ahvenainen, R. (1996). New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci Technol*, 7: 179-187.
- Alves, M.M., Gonçalves, M.P., Rocha, C.M.R. (2017). Effect of ferulic acid on the performance of soy protein isolate-based edible coatings applied to fresh-cut apples. *LWT - Food Sci Technol*, 80: 409-415, doi:10.1016/j.lwt.2017.03.013.
- Arham, R., Salengke, S., Metusalach, M., Mulyati, M.T. (2018). Optimization of agar and glycerol concentration in the manufacture of edible film. *Int Food Res J*, 25(5): 1845-1851.
- Arnon, H., Granit, R., Porat R, Poverenov E. (2015). Development of polysaccharides-based edible coatings for citrus fruits: A layer-by-layer approach. *Food Chem*, 166: 465-472, doi:10.1016/j.foodchem.2014.06.061.
- Arvanitoyannis, I., Gorris, L.G.M. (1999). Edible and biodegradable polymeric materials for food packaging or coating assessment. In: *Processing foods: quality optimization and process assessment*, Oliveira, F.A.R., Oliveira, J.C., Hendrickx, M.E., Knorr, D., Gorris L.G.M., Amerika Birleşik Devletleri: CRC Press LLC, pp. 357-371. ISBN: 0-8493-7905-9.
- Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H.M., Tan, C.P., Mohd Adzahan, N. (2014). Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. *Postharvest Biol Technol*, 88: 1-7, doi:10.1016/j.postharvbio.2013.09.004.
- Barrett, D.M., Beaulieu, J.C., Shewfelt, R. (2010). Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: Desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 50(5): 369-389, doi: 10.1080/10408391003626322.
- Beaulieu, J.C. Gorny, J.R. (2016). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. In: *Fresh-Cut Fruits*, Gross, K.C., Wang, C.Y., Saltveit, M., Agriculture Handbook Number 66. United States Department of Agriculture, Amerika Birleşik Devletleri, pp. 604-623.
- Begum, N., Paul, S.K., Kumar, P., Sahu, J.K., 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.
- Bhattacharjee, D., Das, A., Dhua, R.S. (2014). Fresh-cut vegetables: A consumer friendly approach. *Int J Sci Res*, 3(9): 47-50.
- Cazon, P., Velazquez, G., Ramírez, J.A., Vazquez, M. (2017). Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocoll*, 68: 136-148, doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.09.009.
- 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., Nurul Adibah, M. (2016). Extending shelf-life of minimally processed pumpkin with a carrageenan-based coating. III Int. Conf. on Fresh-Cut Produce: Maintaining Quality and Safety: III Int. Conf. on Fresh-Cut Produce: Maintaining Quality and Safety, 175-180 s.
- Chrysargyris, A., Nikou A., Tzortzakis, N. (2016). Effectiveness of Aloe vera gel coating for maintaining tomato fruit quality. *N Z J Crop Hortic Sci*, 44(3): 203-217, doi:10.1080/01140671.2016.1181661.
- Dave, R.K., Ramana Rao, T.V., Nandane, A. S. (2017). Improvement of post-harvest quality of pear fruit with optimized composite edible coating formulations. *J Food Sci Technol*, 54(12): 3917-3927, doi:10.1007/s13197-017-2850-y.
- Dehghani, S., Hosseini S.V., Regenstein, J.M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chem*, 240: 505-513, doi:10.1016/j.foodchem.2017.07.034.
- Dhall, R.K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A review. *Crit Rev Food Sci*, 53: 435-450, doi: 10.1080/10408398.2010.541568.

- Drewnowski, A., Gomez-Carneros, C. (2000). Bitter taste, phytonutrients and the consumer: A review. *Am J Clin Nutr*, 72:1424–1435, doi:10.1093/ajcn/72.6.1424.
- Dursun, S., Erkan, N. (2009). Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *J Fish Sci*, 3(4): 352-373, doi: 10.3153/jfscm.2009040.
- Erge, A., Zorba, Ö. (2018). Jelatinin fonksiyonel özellikleri ve gıda sanayinde kullanımı. *Türk J Agric- Food Sci Technol*, 6(7): 840–849, doi:10.24925/turjaf.v6i7.840-849.1779.
- Ergin, S. Ö., Yaman, H., Dilek, M. (2018). The usage of edible films extracted from cherry and apricot tree gums for coating of strawberry (*Fragaria ananassa*) and Loquat (*Eriobotrya japonica*) Fruits. *Türk J Agric- Food Sci Technol*, 6(5): 561–569, doi:10.24925/turjaf.v6i5.561-569.1768.
- Espino-Diaz, M., Molina-Corral, F., Sepulveda, D., Gonzalez-Aguilar, G., Olivas, G. (2016). Alginate coatings containing high levels of isoleucine improve aromatic and standard quality in fresh-cut apple. *Eur J Hortic Sci*, 81(3): 175-184, doi:10.17660/eJHS.2016/81.3.6.
- Fakhouri, F. M., Maria, S., Caon, T., Ignacio, J., Helena, L., Mei, I. (2015). Edible films and coatings based on starch / gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biol Technol*, 109: 57–64, doi:10.1016/j.postharvbio.2015.05.015.
- Falcó, I., Randazzo, W., Sánchez, G., López-rubio, A., José, M. (2019). On the use of carrageenan matrices for the development of antiviral edible coatings of interest in berries. *Food Hydrocoll*, 92: 74–85, doi:10.1016/j.foodhyd.2019.01.039.
- Ferreira, A.R.V., Alves, V.D., Coelho, I.M. (2016). Polysaccharide-based membranes in food packaging applications. *Membranes*, 6(22): 1–17, doi:10.3390/membranes6020022.
- Gago, C., Vieira, A., Guerreiro, A.C., Miguel, M.G.C., Antunes, M.D.C. (2018). Edible coatings enriched with essential oils for extending the shelf-life of 'Hayward' fresh-cut kiwifruit. Proc. IX International Symposium on Kiwifruit, 533-540 s.
- Galindo-Perez, M.J., Quintanar-Guerrero, D., Mercado-Silva, E., Real-Sandoval, S.A., Zambrano-Zaragoza, M.L. (2015). The effects of tocopherol nanocapsules/xanthan gum coatings on the preservation of fresh-cut apples: Evaluation of phenol metabolism. *Food Biopro Tech*, 8: 1791-1799, doi:10.1007/s11947-015-1523-y.
- Galus, S., Kadzinska, J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends Food Sci Technol*, 45, 273–283, doi:10.1016/j.tifs.2015.07.011.
- 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 Biol Technol*, 100: 226-233, doi:10.1016/j.postharvbio.2014.09.002.
- Guilbert, S., Gontard, N., Gorris, L.G.M. (1996). Prolongation of the shelf life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensm Wiss Technol*, 29:10–17.
- Günaydın, Ş., Karaca, H., Palou, L., Fuente, B., Pérez-Gago, M.B. (2017). Effect of hydroxypropyl methylcellulose-beeswax composite edible coatings formulated with or without antifungal agents on physicochemical properties of plums during cold storage. *J Food Qual*, 1–9, doi:10.1155/2017/8573549.
- Hassan, B., Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Zia, K.M. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *Int Biol Macromol*, 109: 1095-1107, doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097.
- Hazrati, S., Beyraghdar, A., Farhad, K., Zeinolabedin, H., Sadeghi, A.R. (2017). Evaluation of Aloe vera gel as an alternative edible coating for peach fruits during cold storage period. *Gesunde Pflanze*, 131-137, doi:10.1007/s10343-017-0397-5.
- 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. *Sci Hortic*, 253: 382–389, doi:10.1016/j.scienta.2019.04.062.

- İyidoğan, N.F., Bayındırlı, A. (2004). Effect of L-cysteine, kojic acid and 4-hexylresorcinol combination on inhibition of enzymatic browning in Amasya apple juice. *J Food Eng*, 62: 299-304, doi:10.1016/s0260-8774(03)00243-7.
- James, J.B, Ngarmsak, T. (2010). *Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: A technical guide*, Bangkok: RAP Publication. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. ISBN 978-92-5-106712-3.
- Kerch, G. (2015). Chitosan films and coatings prevent losses of fresh fruit nutritional quality : A review. *Trend Food Sci Technol*, 46(2): 159–166, doi: 10.1016/j.tifs.2015.10.010.
- Khorrām, F., Ramezaniān, A., Hosseini, S.M.H. (2017). Shellac, gelatin and Persian gum as alternative coating for orange fruit. *Sci Horti*, 225: 22-28, doi: 10.1016/j.scienta.2017.06.045.
- Kurek, M., Scetar, M., Galic, K. (2017). Edible coatings minimize fat uptake in deep fat fried products: A review. *Food Hydrocoll*, 71: 225–235, doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.05.006.
- Kurt, Ş., Zorba, Ö. (2005). Kitin (chitin), kitosan (chitosan) ve türevlerinin gıdalarda kullanım olanakları. *Gıda*, 30(6): 371-378.
- Lin, D., Zhao, Y. (2007). Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Compr Rev Food Sci F*, 6(3): 60-75, doi: 10.1111/j.1541-4337.2007.00018.x.
- Liu, X., Ren, J., Zhu, Y., Han, W., Xuan, H., Ge, L., (2016). The preservation effect of ascorbic acid and calcium chloride modified chitosan coating on fresh-cut apples at room temperature. *Colloid Surface A*, 502: 102–106, doi:10.1016/j.colsurfa.2016.05.018.
- Lopes, R., Freitas, M., Andrade, T., Moita, W., Carvalho, D., Montenegro, I., Miranda, A.D. (2016). Chitosan coating with trans-cinnamaldehyde improves structural integrity and antioxidant metabolism of fresh-cut melon. *Postharvest Biol Technol*, 113: 29–39, doi:10.1016/j.postharvbio.2015.11.004.
- Luksiene, Z., Buchovec, I. (2019). Impact of chlorophyllin-chitosan coating and visible light on the microbial contamination, shelf life, nutritional and visual quality of strawberries. *Innov Food Sci Emerg*, 52: 463–472, doi:10.1016/j.ifset.2019.02.003
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. (2019). Application and evaluation of a pectin-based edible coating process for quality change kinetics and shelf-life extension of lime fruit (*Citrus aurantifolium*). *Coatings*, 9: 285–299, doi:10.3390/coatings9050285.
- McHugh, T.H., Senesi, E. (2000). Apple wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *J Food Sci*, 65: 480-485, doi:10.1111/j.1365-2621.2000.tb16032.x.
- Motamedi, E., Nasiri, J., Malidarreh, T.R., Kalantari, S., Naghavi, M.R., Safari, M. (2018). Performance of carnauba wax-nanoclay emulsion coatings on postharvest quality of ‘Valencia’ orange fruit. *Sci Horti*, 240: 170-178, doi: 10.1016/j.scienta.2018.06.002.
- Ncama, K., Magwaza, L.S., Mditshwa, A. (2018). Plant-based edible coatings for managing postharvest quality of fresh horticultural produce: A review. *Food Pack Shelf*, 16: 157–167, doi: 10.1016/j.fpsl.2018.03.011.
- Ochoa-Reyes, E., Tirado-Gallegos, J.M., Tafolla-Arellano, J.C., Buenrostro-Figueroa, J.J., Rojas, R., Ochoa-Chantaca, A. (2019). Edible Active Coatings for Foods as a Key Factor for Shelf-Life Prolongation. *Handbook of Research on Food Science And Technology*, Chavez-Gonzalez, M. L., Buenrostro-Figueroa, J. J., Aguilar, C. (ed.), Apple Academic Press, Oakville, Canada, s. 1-42.
- Park, S.I., Zhao, Y. (2004). Incorporation of a high concentration of mineral or vitamin into chitosan-based films. *J Agric Food Chem*, 52: 1933-1939, doi:10.1021/jf034612p.
- Perricone, M., Arace, E., Corbo, M.R., Sinigaglia, M., Bevilacqua, A. (2015). Bioactivity of essential oils: A review on their interaction with food components. *Front Microbiol*, 6: 1-7, doi: 10.3389/fmicb.2015.00076.

- Raghav, P.K., Agarwal, N., Saini, M. (2016). Edible coating of fruits and vegetables: A Review. *Int J Sci Res Modern Educ*, 1; 188-204.
- Rompothi, O., Pradipasena, P., Tananuwong, K. (2017). Development of non-water soluble, ductile mung bean starch based edible film with oxygen barrier and heat sealability. *Carbohydr Polym*, 157: 748-756, doi:10.1016/j.carbpol.2016.09.007.
- Rossi Marquez, G., Di Pierro, P., Mariniello, L., Esposito, M., Giosafatto, C.V.L., Porta, R. (2017). Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films. *LWT-Food Sci Technol*, 75: 124-130, doi:10.1016/j.lwt.2016.08.017.
- Salgado, P.R., Ortiz, C.M., Musso, Y.S., Giorgio, L., Mauri, A. (2015). Edible films and coatings containing bioactives. *Curr Opin Food Sci*, 5: 86–92, doi:10.1016/j.cofs.2015.09.004.
- Sanchís, E., González, S., Ghidelli, C., Sheth, C.C., Mateos, M., Palou, L., Pérez-gago, M.B. (2016). Browning inhibition and microbial control in fresh-cut persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) by apple pectin-based edible coatings. *Postharvest Biol Technol*, 112: 186-193, doi:10.1016/j.postharvbio.2015.09.024.
- Santos, T.M., Filho, M.S.M.S., Silva, E.O., Silveira, M.R.S., Miranda, M.R.A., Lopes, M.M.A., Azeredo, H.M.C. (2018). Enhancing storage stability of guava with tannic acid-crosslinked zein coatings. *Food Chem*, 257: 252-258, doi:10.1016/j.foodchem.2018.03.021.
- Serrano, M., Martínez- Romero, D., Zapata, P.J., Guillén, F., Valverde, J.M., Díaz-Mula, H.M., Castillo, S., Valero, D. (2015). *Advances in Edible Coatings. Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology*. Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology, Wills, B., Golding, J., (Ed.), CRC Press, Dublin, Irlanda, s. 147-166.
- Sharma, P., Shenin, V.P., Kaur, N., Vyas., P. (2019). Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables : A review. *Int J Vegetable Sci*, 25(3): 295–314, doi:10.1080/19315260.2018.1510863.
- Sharma, S., Rao, T.V.R. (2015). Xanthan gum based edible coating enriched with cinnamic acid prevents browning and extends the shelf-life of fresh-cut pears. *LWT - Food Sci Technol*, 62(1), 791-800, doi:10.1016/j.lwt.2014.11.050.
- Shendurse, A., Gopikrishna, G., Patel, A.C., Pandya, A.J. (2018). Milk protein based edible films and coatings—preparation, properties and food applications. *J Nutr Health Food Eng*, 8(2): 219-226, doi:10.15406/jnhfe.2018.08.00273.
- Singh, S., Khemariya, P., Rai, A., Chandra, A., Koley, T.K., Singh, B. (2016). Carnauba wax-based edible coating enhances shelf-life and retain quality of eggplant (*Solanum melongena*) fruits. *LWT- Food Sci Tech*, 74, 420–426, doi:10.1016/j.lwt.2016.08.004.
- Soares, A.S., Ramos, A.M., Vieira, É.N.R., Vanzela, E.S.L., de Oliveira, P.M., Paula, D.A. (2018). Vacuum impregnation of chitosan-based edible coating in minimally processed pumpkin. *Int J Food Sci Technol*, 53(9): 2229-2238, doi:10.1111/ijfs.13811.
- Soazo, M., Perez, L., Rubiolo, A. (2015). Prefreezing application of whey protein-based edible coating to maintain quality attributes of strawberries. *Food Sci Technol*, 50:605-611, doi:10.1111/ijfs.12667.
- Sucheta, K., Chaturvedi, K., Sharma, N., Yadav, S.K. (2019). Composite edible coatings from commercial pectin, corn flour and beetroot powder minimize post-harvest decay, reduces ripening and improves sensory liking of tomatoes. *Int Biol Macromol*, 133: 284-293, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.04.132.
- Temiz, A., Ayhan, D.K. (2017). Enzymes in minimally processed fruits and vegetables. In: *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*, Yıldız, F., Wiley, R.C. (ed.), Second Edition, Amerika Birleşik Devletleri: Springer. pp: 93-151. ISBN: 978-1-4939-7018-6.
- Thakur, R., Pristijono, P., Bowyer, M., Singh, S.P., Scarlett, C.J., Stathopoulos, C.E., Vuong, Q. V. (2019). A starch edible surface coating delays banana fruit ripening. *LWT - Food Sci Technol*, 100: 341–347, doi:10.1016/j.lwt.2018.10.055.

Tosati, J.V., Oliveira, D. De, Lerin, L.A., Sarantópoulos, C.I.G.L., Monteiro, A.R. (2015). Respiration rate of cherry tomatoes and gas permeability of hydroxypropylmethyl cellulose-based coating. *Int J Emerg Technol Adv Eng*, 5(3): 281-287.

Yerlikaya, P, Yatmaz, H.A, Topuz, O.K. (2019). Applications of Edible Films and Coatings in Aquatic Foods, *Innovative Technologies in Seafood Processing*. Özoğul, Y. (baş ed.), CRC Press, pp.71-86

Yousuf, B., Srivastava, A.K. (2019). Impact of honey treatments and soy protein isolate-based coating on fresh- cut pineapple during storage at 4°C. *Food Pack Shelf*, 21:1-9, doi:10.1016/j.fpsl.2019.100361.

Yousuf B., Qadri, O.S., Srivastava, A.K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *LWT - Food Sci Technol*, 89: 198-209, doi: 10.1016/j.lwt.2017.10.051.

Zhang, L., Chen, F., Lai, S., Wang, H., Yang, H. (2018). Impact of soybean protein isolate-chitosan edible coating on the softening of apricot fruit during storage. *LWT - Food Sci Technol*, 96: 604–611, doi:10.1016/j.lwt.2018.06.011.