

## Derleme Makale/Review Paper

### Gıdalarda yenilebilir filmler ve kaplamalar

#### Edible films and coatings for food

Yelda Eser<sup>1\*</sup>, Yusuf Doğruer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Veteriner Kontrol Enstitüsü Müdürlüğü, KONYA, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, KONYA, TÜRKİYE  
(Yazar sırlamasına göre)

<sup>1</sup>ORCID ID: 0000-0002-9019-4085, Vet. Hek.

<sup>2</sup>ORCID ID: 0000-0002-3712-5021, Prof. Dr.

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: yeldarlan@gmail.com

Geliş Tarihi : 02.03.2022

Kabul Tarihi : 28.06.2022

#### Öz

**Amaç:** Yenilebilir film ve kaplamalar gıdanın korunması, raf ömrünün uzatılması, dağıtım ve pazarlanmasında önemli rol oynayan, gıda yüzeyinde oluşturulan ince tabakalı yenilebilen kaynaklardan oluşan maddelerdir. Gıdayı mekanik, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik tehlikelerden korumak amacıyla kullanılmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar fonksiyonel, mekanik ve optik özellikleri, gaz bariyer etkisi, suya ve mikroorganizmalara karşı yapısal direnç oluşturma gibi özellikleri nedeniyle gıda uygulamalarında kullanım alanı bulmaktadır. Bu derlemede yenilebilir film ve kaplamaların genel özellikleri, gıdalara uygulama yöntemleri ve gıda endüstrisinde kullanım alanları ele alınmıştır.

**Sonuç:** Yenilebilir film ve kaplamalar ince bir tabaka halinde uygulandığında gıda ve çevre arasında bariyer görevi görerek ürün kalitesini etkilemeden raf ömrünü uzatmaktadır. Bu kaplamalar gıdanın besinsel ve duyu kalitesini iyileştirmektedir. Ayrıca antimikrobiyal bileşikler, antioksidanlar, uçucu yağlar, mineraller ve vitaminler gibi bileşenlerin eklenmesiyle özellikleri geliştirilebilmektedir. Geleneksel gıda ambalajlamada kullanılan plastiklerin kanserojen etkisi ve atık sorunu, biyolojik olarak parçalanabilen maddelerin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Yenilebilir ambalajlar, plastik ambalajlara kıyasla gıdaların raf ömrünü uzatarak su, oksijen ve ışık için seçici bir bariyer oluşturmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar uygun şekilde hazırlandığında fonksiyonel bir ambalajın sahip olabileceği özellikleri yerine getirebilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** bariyer; gıda; yenilebilir film; kaplama

#### Abstract

**Objective:** Edible films and coatings are substances consisting of thin-layered edible resources formed on the surface of the food, which play an important role in the preservation, extension of shelf life, distribution and marketing of food. It is used to protect food from mechanical, chemical, physical and microbiological hazards. Edible films and coatings have usages in food applications due to their functional, mechanical and optical properties, gas barrier effect, and structural resistance against water and microorganisms. In this review, the general properties of edible films and coatings, their application to foods and their use in the food industry are discussed.

**Conclusion:** Films and coatings, when applied as a thin layer, act as a barrier between food and the environment, extending shelf life without affecting product quality. These coatings improve the nutritional and sensory quality of food. In addition, its properties can be improved by adding components such as antimicrobial compounds, antioxidants, essential oils, minerals and vitamins. The carcinogenic effect and waste problem of plastics used in traditional food packaging have encouraged the development of biodegradable materials. Edible packaging extends the shelf life of foods compared to plastic packaging, creating a selective barrier for water, oxygen and light. When edible films and coatings are prepared properly, they can fulfill all the functions of a functional package.

**Keywords:** barrier; food; edible film; coating

## 1. Giriş

Ambalajlama; meyve, sebze ve işlenmiş gıdaların korunması ve raf ömrünün uzatılması için en kritik işlemlerden biridir. Gıda ambalajının başlıca işlevleri arasında korumak, bilgi vermek ve kolaylık sağlamak yer almaktadır. Tüketicinin daha uzun raf ömrüne sahip sağlıklı gıdalara yönelik artan talebi, plastiğin çevre üzerine etkileri hakkında tüketici bilincinin artması, çevre dostu alternatif gıda ambalajlarının üretimi üzerine yeni sistemler geliştirilmesi için ilgili endüstriyi yönlendirmektedir (Kumar vd., 2022). Bu sebeplerle, son on yılda gıda sektöründe, çok çeşitli gıda ürünlerinin bütünlüğünü korumak için, yenilebilir filmler ve kaplamaların kullanılmaya başladığı görülmektedir (Suhag vd., 2020).

Yenilebilir kaplama, gıda üzerinde oluşturulmuş ince bir yenilebilir tabakadır. Yenilebilir film ise, yenilebilir doğal malzemeden yapılmış, önceden şekillendirilmiş, ince bir tabakadır ve bir kez oluşturulduktan sonra gıda bileşenlerinin üzerine veya arasına yerleştirilebilmektedir (McHugh, 2000).

Yenilebilir kaplama doğrudan gıda üzerinde şekillenirken, yenilebilir film daha önceden yapılp ürüne yerleştirilmektedir (Bourtoom, 2008; Guimaraes vd., 2018). Buna rağmen her iki durumda da benzer özelliklere sahip yapılar oluşmaktadır (Tavassoli-Kafrani vd., 2016). Yenilebilir film ve kaplamaların temel özellikleri Çizelge 1'de gösterilmektedir (Díaz-Montes ve Castro-Munoz, 2021).

**Çizelge 1.** Yenilebilir film ve kaplamaların temel özellikleri (Díaz-Montes ve Castro-Munoz, 2021)

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ UV ışığına karşı koruması</li> <li>▪ Çözünen maddelerin (ör. tuzlar, katkı maddeleri ve pigmentler), su buharının, organik buharların (ör. aromalar ve çözücüler) ve gazların (ör. oksijen, karbondioksit, nitrojen ve etilen) gıda ile atmosfer arasında taşınması</li> <li>▪ Mekanik hasara karşı bariyer (ör. ezikler veya kesikler) oluşturması</li> <li>▪ Ürünün raf ömrünü uzatması</li> <li>▪ Biyoaktif bileşenler (ör. antioksidanlar) içermesi</li> <li>▪ Bakteri ve mantar kontaminasyonuna karşı antimikrobiyal etki (ör. gümüş nanopartiküller) göstermesi</li> <li>▪ Tüketici için faydalı mikroorganizmalar (ör. probiyotikler) içermesi</li> <li>▪ Biyolojik olarak parçalanabilen doğal malzemeler olması</li> </ul>
---

## 2. Yenilebilir film ve kaplamaların sınıflandırılması

Yenilebilir film ve kaplamalar bileşenlerin yapısına göre polisakkaritler, proteinler, lipitler veya kompozitler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Lipitler ve hidrokolloidlerin (proteinler ve polisakkaritler) birlikte kullanılmasıyla kompozit filmler oluşmaktadır (Debeaufort vd., 2000).

### 2.1. Yenilebilir polisakkarit film ve kaplamalar

Polisakkaritler nişasta veya selüloz gibi saf halde bitkilerden, hayvanlardan veya mikrobiyal kaynaklardan elde edilen veya kitosan gibi kimyasal olarak modifiye edilmiş suda çözünür polimerlerdir (Lin vd., 2017). Polisakkarit kaplamalar, gaz bariyer özellikleri gelişmiş olmasına rağmen nem transferine karşı zayıf bir bariyer kapasitesine sahiptirler (Polat, 2007).

Kitosan, gamlar, aljinat, pektin, selüloz ve nişasta yenilebilir kaplama olarak kullanılan bazı polisakkaritlerdir (Sharma vd., 2019). Karides, yengeç ve kerevit kabuklarının atıklarından elde edilen kitinin alkali koşullar altında deasetilasyonu ile üretilen kitosan, katyonik bir polisakkarittir (Zhang ve Quantick, 1998). Antimikrobiyal, antioksidan, film oluşturabilme, tekstüre etme ve

bağlama özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır (Benjakul vd., 2003). Gamlar, tekstüre etme özelliklerinden dolayı geniş uygulama alanına sahiptir (Sharma vd., 2019). Aljinat, yenilebilir film olarak su ürünleri ve et ürünlerinin kaplanmasıyla sıklıkla kullanılan materyallerdendir (Datta, 2008; Gennadios, 2002). Ürünün nem kaybını önlemekte ve lipit oksidasyonu ile artan acılaşıma üzerine olumlu etki yapmaktadır (Işık vd., 2013).

Su geçirgen bir polisakkarit olan selüloz, D-glikoz birimlerinden oluşur. Karboksimetil selüloz (CMC), metil selüloz (MC), hidroksipropil selüloz (HPC) veya hidroksipropil metil selüloz (HPMC) gibi selüloz türevleri, yenilebilir kaplama filmlerinin hazırlanması için kullanılmaktadır (Murray, 2000). Nişasta biyolojik olarak parçalanabilen filmlerin üretiminde düşük maliyeti ve yenilenebilirliği nedeniyle kısmen veya tamamen plastik polimerin yerini alacak şekilde kullanılmaktadır (Xu vd., 2005). Nişasta filmleri, şeffaf veya yarı saydamdır ve su varlığında ortam koşulları altında kırılındır (Myllärinen vd., 2002). Zayıf fiziksel özellikleri nedeniyle uygulama alanları sınırlıdır. Nişasta bazlı yenilebilir filmler genellikle kırılmanın engellenmesi için sorbitol ve gliserol gibi plastikleştiricilerle birlikte kullanılmaktadır (Mali vd., 2005). Pektinler

bitkisel kökenli polisakkaritlerdendir. Pektinin şekerle birlikte jel oluşturma özelliğine sahip olması, gıda endüstrisinde kalınlaştırıcı ajan olarak kullanılmasını sağlamaktadır (Çelikel ve Akın, 2017).

## 2.2. Yenilebilir protein film ve kaplamalar

Yenilebilir film oluşturuca proteinler hayvansal kaynaklı (kollajen, jelatin, peynir altı suyu proteinleri, kazein ve yumurta albümini) ve bitkisel kaynaklı (soya fasulyesi, mısır zeini, yer fıstığı, pamuk tohumu ve buğday) filmler olarak elde edilmektedir (Sharma vd., 2019).

Protein kaplamaların gaz bariyer özelliği gelişmiştir. Polisakkarit filmlerden daha iyi mekanik özelliklere sahiptir. Ancak polisakkarit kaplamaya benzer hidrofilik yapıları nedeniyle nem bariyeri özelliği zayıftır (Gennadios, 2002). Gıdaların yenilebilir protein filmleri ile kaplanması besin değerini de artırmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009). Yine bu kaplamalara polietilen glikol ya da gliserol gibi plastikleştiriciler eklenerek esneklik artırılabilir (Sánchez-Ortega vd., 2014). Bu filmlerin aroma bariyerleri gelişmiştir ve oksijene karşı geçirgenliği düşüktür (Hong ve Krochta, 2006; Miller ve Krochta, 1997).

Jelatin, et endüstrisi yan ürünü olarak hayvan derisi ve kemikleri ile balık derilerinden elde edilen kollajenin termal denatürasyonu ile oluşmaktadır. Memeli jelatini yüksek amino asit içeriği nedeniyle, balık jelatinlerinden daha iyi termal stabiliteye ve fiziksel özelliklere sahiptir (Gómez-Guillén vd., 2007). Jelatinin film oluşturma yeteneği doğrudan moleküler ağırlığıyla ilgilidir ve daha yüksek moleküler ağırlıklı jelatin daha iyi film kalitesine sahiptir (Ledward vd., 2000).

Peynir altı suyu, peynir üretimi esnasında kazeinin çökmesi ve ayrılmasından sonra kalan kısımdır. Peynir altı suyu protein filmlerinin mekanik dirençleri iyi olup, düşük bağıl nemde iyi bir gaz bariyeri özelliğine de sahiptir. Ancak hidrofilik özelliklerinden dolayı bu filmler neme karşı sadece orta düzeyde bariyer görevi görmektedirler (Galus ve Kadzińska, 2016). Peynir altı suyu proteinleri tarafından oluşturulan yenilebilir filmler; şeffaf, esnek, renksiz, tatsızdır ve zayıf nem bariyerine sahiptir. Bu kaplamalar; kuru üzüm, kahvaltılık tahıllar, peynir parçaları ve dondurulmuş bezelyeler üzerinde denenmiş; yer fıstıklarında da oksijen bariyeri olarak uygulanmıştır (Gennadios vd., 1997).

Mısır endospermünde bulunan ve öğütme endüstrisinin yan ürünü olan ticari zeinin, film oluşturma özelliği üzerinde yıllardır durulmakta ve

ticari olarak kullanılmaktadır (Ryu vd., 2002). Zein proteinden yapılan filmler taze ürünlerin renk değişikliğini, sıklığını ve ağırlık kaybını önlemede etkilidir (Raghav vd., 2016). Zein; fındık, şekerleme ürünlerinde yenilebilir film veya kaplama olarak kullanılmaktadır (Ryu vd., 2002).

Tahıl bitkilerinin yan ürünlerinden buğday gluten proteini, uygun maliyetli, bol miktarda bulunan ve yenilebilir ambalaj filmleri için iyi bir kaynaktır (Dong vd., 2022). Buğday proteini (gluten), yapışkanlığı ve esnekliği nedeniyle film oluşumu için kullanılmaktadır (Dhall, 2013). Bu proteinden elde edilen filmler, sahip oldukları su ve ışığı yalıtma özellikleri nedeniyle gıdaların tazeliğini korumak için kullanılma potansiyeline sahipken, mekanik gücünün, su direncinin zayıflığı ve kopmaya eğilimli olmaları gıda endüstrisindeki pratik kullanımlarını büyük ölçüde sınırlamıştır (Dong vd., 2022).

## 2.3. Yenilebilir lipit film ve kaplamalar

Yenilebilir lipit film ve kaplamalar gıdalarda nem kaybını önlemektedir. Ancak gaz bariyeri özelliği zayıftır (Banker, 1966). Lipit bileşikler; gliseritler, mumlar ve reçinelerden oluşmaktadır (Hernandez, 1994). Asetillenmiş monogliseritler, balmumu, karnauba mumu, mineral yağ, parafin mumu, bitkisel yağ ve yüzey aktif maddeler, kaplama malzemeleri olarak geniş bir uygulama alanına sahiptir (Dhall, 2013).

Lipit bazlı kaplama, polisakkarit ve protein bazlı kaplamalara kıyasla diğer kaplama ajanları ile daha iyi uyum sağlayarak bariyer özelliğini geliştirmektedir (Lin vd., 2017). Bu kaplamalar hidrofobik özellikleriyle kalın ve kırılma eğilimli film oluşturmaktadır. Bu nedenle protein yapılı bileşenlerle kompozit film yaparak kullanılmaktadırlar (Debeaufort vd., 1998).

## 2.4. Yenilebilir kompozit film ve kaplamalar

Kompozit filmler, lipit ve hidrokolloid bileşenlerden oluşmaktadır. Lipit bileşenler gelişmiş bir su buharı bariyeri, hidrokolloid bileşenler ise oksijen ve karbondioksit karşı seçici bir bariyer özelliği sağlamaktadır (Baldwin vd., 1995; Sharma vd., 2019). Filmlerin farklı özelliklerini bir araya getirmesi sebebiyle, elde edilen kompozit filmlerde daha iyi fiziksel ve bariyer özellikler bulunabilmektedir. Yapılan bir çalışmada, peynir altı suyu izolatlarından oluşan filme asetillenmiş monogliserit eklendiği zaman su buharı geçirgenliğinin 70 kat azaldığı tespit edilmiştir (Anker vd., 2002).

**Çizelge 2.** Yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde en çok kullanılan biyopolimerler ile katkı maddelerinin özellikleri ve ambalajlamadaki işlevleri (Díaz-Montes ve Castro-Munoz, 2021)

Materyal	Örnekler	Özellikleri	Yenilebilir film ve kaplamalardaki görevi
<b>Biyopolimerler</b>			
Polisakkaritler	Nişasta Selüloz Pektin Gamlar Kitosan Agar Aljinat Dekstran	Kalınlaştırıcılar, Jelleştiriciler, Emülgatörler, Stabilizatörler, Kaplama	Katı bir polimer matrisinin temel yapısını oluştururlar
Proteinler	Jelatin Kazein Peynir altı suyu proteini	Jelleştiriciler, Kalınlaştırıcılar, Stabilizatörler, Köpüklenme	Gazların (esas olarak oksijen) taşınmasını kontrol ederler Antimikrobialların ve antioksidanların taşınmasına yardımcı olurlar
Lipitler	Mumlar Parafin Gliseritler	Koruyucular, Kaplama	Esneklik sağlayarak yenilebilir filmin kurumasını veya dehidrasyonunu önlemeye yardımcı olurlar
<b>Katkı maddeleri</b>			
Plastikleştiriciler	Gliserol Aloe Reçineler	Vizkozite, Esneklik, Rezistans	Karışımdaki moleküller arası kuvveti ve erime sıcaklığını düşürürler
Kaotropik ajanlar	Üre	Yıkıcı Ajan, Antioksidanlar, Stabilizatörler	Polimerlerin sudaki çözünürlüğünü artırırlar
Diğerleri	Polifenoller	Fungisitler, Herbisitler, Gübreler	Ürünler için koruma sağlamanın yanı sıra stabilizatör olarak da çalışırlar

### 3. Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan katkı maddeleri

Yenilebilir kaplamaların ana bileşenlerinin (hidrokolloidler, lipitler) özelliklerini geliştirmek için plastikleştiriciler, emülgatörler, antimikrobiyal maddeler ve antioksidanlar gibi belirli katkı maddeleri eklenmektedir (Sharma vd., 2019). Ayrıca katkı maddelerinin eklenmesi, biyoaktif ambalajlamanın elde edilmesini de sağlamaktadır (Ganiari vd., 2017; Ghani vd., 2018).

#### 3.1. Plastikleştiriciler

Yenilebilir film ve kaplamaların sertliği, kırılabilirliğinin düşük olması, elastikiyeti ve esnekliği, taşıma ve depolanma sırasında çatlamayı

önlemek için ön koşuldur (Barreto vd., 2003). En yaygın kullanılan plastikleştiriciler arasında propilen glikol, gliserol, polietilen glikol, sukroz, sorbitol gibi oligosakkaritler ve su bulunmaktadır (Bourtoom, 2008; Cerqueira vd., 2009; Jagannath vd., 2006; Mylläinen vd., 2002; Veiga-Santos vd., 2007). Plastikleştiriciler gaz geçirgenliğini artırarak veya gerilme direncini azaltarak filmlerin bariyer özelliklerini değiştirmektedir (Mali vd., 2005).

#### 3.2. Emülgatörler

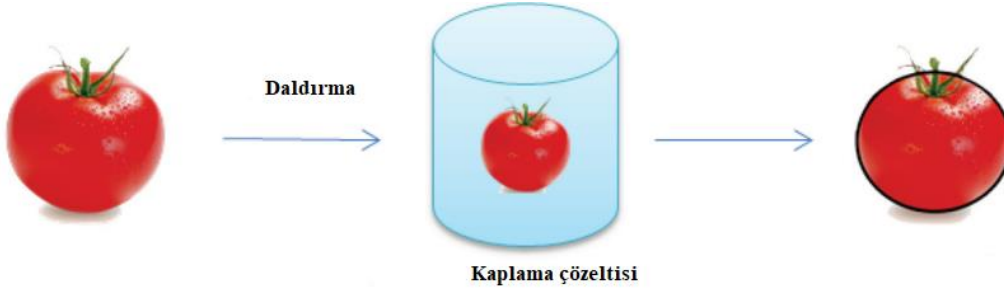
Emülgatörler ıslanabilirliği artırmak ve düzgün bir kaplama uygulamak için kaplama çözeltilerine eklenmektedir. Yüzey aktif madde veya emülgatörlerin eklenmesi, filmin olgunlaşmayı

engelleme yeteneğini arttırmaktadır (Sharma vd., 2019).

### 3.3. Antimikrobiyal ajanlar

Antimikrobiyal ajanlar, mikrobiyal faaliyetlerin oluşumunu yavaşlatarak ürünlerin raf ömrünü uzatmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalarda en yaygın olarak kullanılan antimikrobiyaller; potasyum sorbat, sodyum benzoat, sorbik asit, trisodyum fosfat, laktik asit, laurik asit, pediosin, nisin, laktikin, etilen diamin tetra asetik asit (EDTA), kitosan, yeşil çay tozu, üzüm çekirdeği ekstresi, baharatlar/uçucu yağlar veya bunların bileşenleri, tiyosülfonatlar, imazali, albumin, izotiyosiyanatlar, benomyl, gümüş ve enzimlerdir. Lizozim, laktoperoksidaz ve glukoz oksidaz enzimleri kaplama çözeltilerinde antimikrobiyal ajanlar olarak kullanılmaktadır. Ancak farklı pH ve sıcaklıklarda stabilite eksikliğinden dolayı çok dar bir uygulama alanına sahiptir (Mohammed Fayaz vd., 2009). Tüketici talebinin artırılması için bitkisel kaynaklardan elde edilen antimikrobiyal ajanlar tavsiye edilmektedir (Sharma vd., 2019).

Çizelge 2’de yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde en çok kullanılan biyopolimerler ile katkı maddelerinin özellikleri ve ambalajlamadaki işlevleri listelenmektedir (Díaz-Montes ve Castro-Munoz, 2021).



Şekil 1. Daldırma yöntemi (Hassan vd., 2018)

### 4.2. Püskürtme yöntemi

Bu yöntemde sıvı çözelti, gıdanın üzerine püskürtülmektedir. Sıvının püskürtülmesi, sıvı çözeltiyi küçük damlacıklara dönüştürür. Aynı miktarda sıvı çözelti için bu damlacıklar daha fazla yüzey alanına sahip olmaktadır. Bu nedenle,

## 4. Yenilebilir film ve kaplamaların uygulama yöntemleri

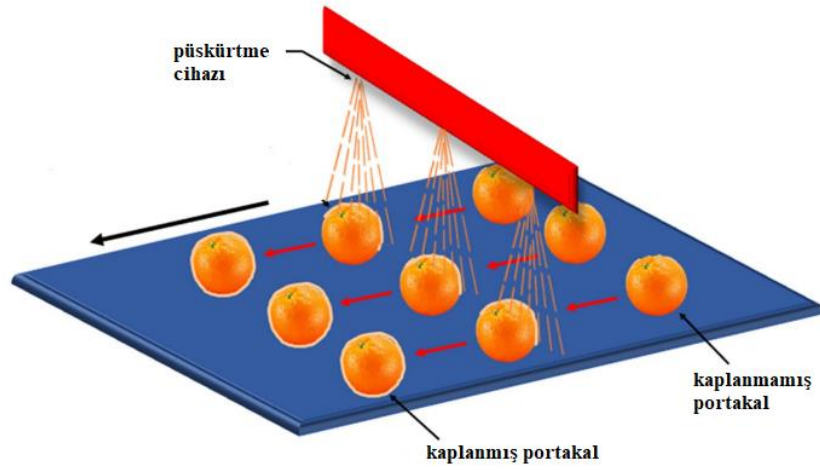
Yenilebilir kaplamalar birincil yenilebilir ambalaj olarak gıdaların yüzeyine doğrudan uygulanmaktadır. Dört ana kaplama tekniği vardır. Bunlar daldırma, püskürtme, kaydırma ve akışkan yatak işleme yöntemleridir (Kumar vd., 2021). Kaplama yönteminin seçimi, gıdanın yüzey özellikleri ve kaplama tabakasının amacı olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. Kaplama yönteminde önce malzemeler gıda yüzeyine dağılır ve ardından kaplama malzemesi ile gıda yüzeyi arasında yapışma gerçekleşmektedir (Cerqueira vd., 2017).

### 4.1. Daldırma yöntemi

Daldırma yöntemi en çok meyve ve sebzeler için kullanılmaktadır. Gıdanın kaplama oluşturacak olan çözeltiliye tamamen daldırılmasıyla, kaplama malzemesi gıdanın yüzeyinde birikir. Son adımda ise solvent kaplamadan buharlaşarak bir solüsyon oluşturarak ve ürünün yüzeyinde ince bir kaplama bırakmaktadır (Kumar vd., 2021). Şekil 1’de daldırma yöntemi uygulaması gösterilmiştir (Hassan vd., 2018).

damlacıklar gıdanın daha fazla alanını kaplamaktadır. Yüksek viskoziteli biyopolimerlerin püskürtülememesi bu yöntemin dezavantajıdır. Yüksek viskoziteli biyopolimer için daldırma yöntemi tercih edilmektedir (Suhag vd., 2020). Şekil 2’de püskürtme yöntemi gösterilmiştir (Kumar vd., 2021).



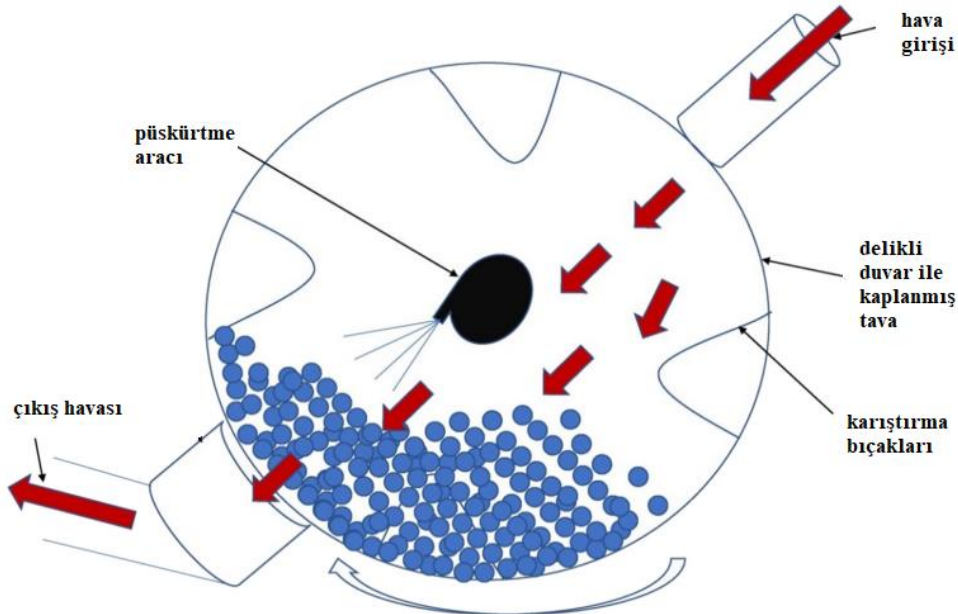


Şekil 2. Püskürtme yöntemi (Kumar vd., 2021)

### 4.3. Kaydırma yöntemi

Bu yöntem gıda ve şekerleme ürünleri için uygun bir kaplamadır. Bu yöntemde çok sayıda yuvarlak veya oval şekilli gıda tek seferde kaplanabilmektedir. Tava olarak bilinen büyük bir yuvarlak top döndürülürken içindeki gıdalar da dönmektedir. Kaplama oluşturan çözelti, tava

dönmeye devam ederken gıdanın yüzeyine püskürtülmektedir. Püskürtülen solüsyon miktarı, gıda üzerindeki son kaplamanın kalınlığını belirlemektedir. Hava sirkülasyonu sayesinde solvent buharlaşarak kaplamanın kuruması sağlanmaktadır (Campos vd., 2011). Şekil 3'te kaydırma yöntemi gösterilmiştir (Kumar vd., 2021).



Şekil 3. Kaydırma yöntemi (Kumar vd., 2021)

### 4.4. Akışkan yatak işleme yöntemi

Bu yöntem buğday veya fındık gibi çok küçük boyutlu bir kuru gıdanın yüzeyine ince bir kaplama tabakası uygulanmada kullanılmaktadır. Kaplama solüsyonunun nozullar yardımıyla püskürtülerek, daha küçük boyutlu gıdalardan akması sağlanmaktadır. Çözelti gıda üzerinde yavaş yavaş kaplamaya dönüşen bir kabuk oluşturmaya başlar. Daha sonra kurutma işlemi gerçekleştirilir. Bu

yöntem diğer kaplama yöntemlerinden daha maliyetlidir (Chawla vd., 2021).

## 5. Yenilebilir film ve kaplamaların gıda endüstrisinde kullanımı

### 5.1. Et ve et ürünleri

Et ve et ürünlerinde yenilebilir film ve kaplamalar fire kaybını önlemek, mikrobiyal kontaminasyonu kontrol etmek, oksidasyonu ve istenmeyen renk

oluşumunu engellemek için kullanılmaktadır. Et ürünlerinde birçok yenilebilir biyopolimer kullanılmaktadır (Gaikwad vd., 2020; Ustunol, 2009). Sodyum aljinatın oksijen bariyer özelliği gelişmiştir. Bu nedenle iyi bir film oluşturma özelliğiyle et ve et ürünleri için tercih edilmektedir. Önceleri aljinat filmler meyve ve sebzelerin solunum hızını kontrol etmek için kullanılırken, günümüzde et ürünleri için de kullanılmaktadır. Antimikrobiyal maddelerin de eklenmesiyle aljinat filmler, et ürününün raf ömrünün uzamasına yardımcı olmaktadır (Kontominas, 2020). Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Gıda ve İlaç İdaresi aljinatı genel olarak güvenli (Generally Recognized as Safe [GRAS]) malzeme olarak kabul etmiştir. Bunun yanı sıra Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority [EFSA]) tavuk göğüs eti, balık eti ve dana eti için aljinatı güvenli olarak bildirmiştir. Yenilebilir filmlere gliserol veya sorbitol gibi plastikleştiriciler eklenerek esnekliği artırılmaktadır. Kekik, tarçın ve biberiye gibi uçucu yağlar, antimikrobiyal ajanlar *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae* ve *Salmonella typhimurium* gibi mikroorganizmaların gelişimini engellemek ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için eklenmektedir (Kumar vd., 2021).

Tavuk göğüs etine antimikrobiyal ajan olarak siyah kimyon yağı eklenmiş aljinat bazlı yenilebilir film uygulanan bir çalışmada, ürün 40°C'de depolandığında *Escherichia coli*'nin gelişiminin engellendiği ve ette renk değişiminin yaklaşık 5 gün geciktiği gözlenmiştir (Takma ve Korel, 2019). Antimikrobiyal ajan olarak kekik esansiyel yağı içeren jelatin ve aljinat film, balık filetosuna uygulandığında mikrobiyal üremenin 15 gün kadar geciktirilebildiği gözlenmiştir (Kazemi ve Rezaei, 2015). Raeisi (2016), tavuk etine uygulamak için antimikrobiyal özellikte nisin, tarçın ve biberiye esansiyel yağı içeren yenilebilir sodyum aljinat kaplamalar üretmiştir. Kaplama materyaline bu maddeler hem tek tek hem de kombinasyon şeklinde uygulanmıştır. Antimikrobiyal ajanlar, kombinasyon halinde kullanıldıklarında tavuk etinin mikrobiyal kalitesini korumada daha güçlü etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Hem tarçın hem de biberiye esansiyel yağı içeren kaplamalarda en güçlü etki gözlenmiştir. Tavuk göğsü filetosuna uygulanan karanfil esansiyel yağı içeren peynir altı suyu proteini bazlı yenilebilir kaplamanın, kaliteyi artırdığı ve ürünün raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir (Fernández-Pan vd., 2014).

Deniz ürünleri, çabuk bozulan gıdalar olduğu için raf ömrü kısadır. Ayrıca taşıma ve depolama sırasında kontaminasyon riski yüksektir. Bu durum gıda kaynaklı hastalıklar ile ürünün kalite ve besin

değerinde değişikliğe neden olmaktadır. Ayrıca deniz ürünlerinin tüketici talebini olumsuz yönde etkilemektedir (Dehghani vd., 2018). Jiang vd. (2011), balık derisinden üretilen jelatine potasyum sorbat ve sodyum tripolifosfat ekleyerek hazırladıkları filmlerle karidesleri kaplamışlar ve neticesinde kontrol grubuna kıyasla filmlerin, toplam bakteri ve psikrofil bakteri gelişimleri bakımından daha etkili olduğunu tespit etmiştir.

Antimikrobiyal madde olarak tarçınla zenginleştirilmiş jelatin bazlı kaplamaların, mikrobiyal büyümeyi geciktirdiği ve taze gökkuşağı alabalığı balıklarının raf ömrünü uzattığı gözlenmiştir (Andevari Rezaei, 2011).

Yenilebilir film ve kaplamalar, et ürünlerine genellikle püskürtme ve daldırma yöntemleriyle uygulanmaktadır. Aljinat filmler şeffaf olduğu için etin rengi ve kalitesi müşteri tarafından kolaylıkla görülebilir. Araştırmalar, ambalajlama faktörünün şeffaflığının tüketicinin satın alma kararını etkilediğini göstermiştir (Gutt ve Amarieci, 2020).

## 5.2. Süt ve süt ürünleri

Süt ürünlerine uygulanan yenilebilir film ve kaplamalar olgunlaşma sürecini kontrol etmek, kütle transferini önlemek ve ürünle ortam arasında bir bariyer oluşturarak raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmaktadır (Cruz-Diaz vd., 2019; Leandro vd., 2017). Peynir altı suyu proteininden yapılan yenilebilir filmler diğerlerine kıyasla daha iyi gaz bariyeri özellikleri göstermektedir ve iyi bir film oluşturma eğilimine sahiptir. Peynir altı suyu proteinlerine genelde gliserol gibi plastikleştiriciler ve pH ayarlayıcı maddeler eklenmektedir ve bu filmlerin şeffaf olması peynir kalitesinin tüketici tarafından görülmesini sağlamaktadır (Costa vd., 2018).

Peynir doğrudan uygulanan antimikrobiyal ajanlar, peynir altı suyu protein matrisine eklenen ajanlardan daha düşük aktivasyon eğilimine sahiptir. Her antimikrobiyal ajan, belirli bir mikroorganizma tipini hedeflemektedir. Biberiye esansiyel yağı Mukor'a kekik esansiyel yağı *Penicillium*'a, lizozim *Escherichia coli*'ye ve laktik asit maya ve küflere karşı etkilidir. Antioksidan maddelerin eklenmesiyle de tat ve renk değişimlerinin oluşumu azaltılmaktadır (Cruz-Diaz vd., 2019).

Ricotta peynirine kitosan ve peynir altı suyu proteini karışımı yenilebilir film uygulandığında 4°C'de depolamada mezofilik ve psikotropik mikroorganizmaların sayısının 21 gün sonra bile önemli ölçüde az olduğu belirtilmiştir (Di Pierro vd., 2011). İran Feta peynirine kekik yağı içeren zein filmler uygulanmış ve 14 gün süreyle 4°C'de

depolanmıştır. Bu süre sonunda *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* sayılarında önemli miktarda azalma gözlenmiştir (Ghasemi vd., 2015). Aktif bileşen olarak zencefil yağı içeren mısır nişastası bazlı yenilebilir kaplama uygulanan tereyağında 2-5°C'de depolandığında lipit oksidasyonunu azaldığı tespit edilmiştir (Arshad vd., 2020).

### 5.3. Meyve ve sebzeler

Minimum düzeyde işlenmiş veya kesilmiş meyve ve sebzelerin kalitesini korumak, gıda endüstrisi için önemli bir faktördür. Nem kaybı, mikrobiyal büyüme, solunum ve etilen üretimi, meyve ve sebzelerin kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir (Kumar vd., 2021; Olivás ve Barbosa-Cánovas, 2009). Bu filmler nem ve gaza karşı bariyer görevi görerek ve solunum hızını kontrol ederek sebzelerin olgunlaşma hızını geciktirmektedir (Cha ve Chinnan, 2004).

*Aloe vera* jeli esas olarak polisakkaritlerden oluşan doğal bir biyopolimerdir. Yenilebilir film ve kaplama olarak kullanıldığında meyve ve sebzelerin solunum hızını azaltarak, gıdanın ağırlığını korumaktadır. Ayrıca raf ömrünü uzatan iyi bir antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Böylece meyvelerin bozulmasını geciktirerek raf ömrünü uzatmaktadır (Nicolau-Lapena vd., 2021). *Aloe vera* jelinin 28°C'de depolanan taze kesilmiş papaya uygulandığında ağırlık kaybını azaltıp sertliğini koruduğu gözlenmiştir (Mendy vd., 2019). Taze kesilmiş 40°C'de depolanmış mango üzerine kaplanmış karnauba mumu ve %1 gliserol içeren *Aloe vera* jelinin sıklığı koruduğu ve ağırlık kaybını azalttığı tespit edilmiştir (Pérez vd., 2016).

Kitosan bazlı yenilebilir kaplamaların, çileklerin görünümünü iyileştirdiği ve raf ömrünü uzattığı gözlenmiştir (Abu Salha ve Gedanken, 2021). Salatalıklara uygulanan şellak ve karnauba mumu, salatalıktan nem kaybını azaltmıştır (Li vd., 2018). Domateslerin üzerine *Aloe vera* jeli uygulandığında 11°C'de 14 günlük depolama süresinden sonra bile domateslerin sertliğinin kontrol sınırında olduğu tespit edilmiştir (Chrysargyris vd., 2016).

### 6. Sonuç

Yenilebilir film ve kaplamalar; gıdanın raf ömrünün uzatılması, mikrobiyolojik, duyu ve besinsel kalitelerinin korunmasında etkilidir. Yenilebilir bir kaplamada değerlendirilmesi gereken en önemli özellikler; mikrobiyolojik stabilitesi, ıslanabilirliği, çözünürlüğü, şeffaflığı,

mekanik ve duyu özellikleriyle su buharı ve gaz geçirgenliğidir. Çevre dostu, sürdürülebilir ve kimyasal katkısız gıdalara yönelik artan tüketici talebi, yenilebilir film ve kaplamaların geliştirilmesine yol açmıştır. Yenilebilir ambalajlarda kullanılan tüm malzemeler ve katkı maddeleri gıda sınıfı içerisinde yer almaktadır. Ayrıca bu kaplamalar için geliştirilmiş özelliklere sahip yeni malzemeler araştırılmaktadır.

Nem, gaz ve aroma bariyerlerine sahip olması, gıdaların ağırlık kayıplarını azaltması ve eklenen antimikrobiyal ve antioksidan gibi maddelerle gıdanın raf ömrünü uzatması bu kaplamaların avantajları arasındadır. Ayrıca ambalaj sektöründe kullanımıyla geleneksel yöntemlere göre çevre kirliliği ve kanserojen etkinin azaltılacağı düşünülmektedir. Ancak mekanik özellikleri ve yüksek işleme maliyeti gıda endüstrisinde kullanımını kısıtlamaktadır. Ayrıca yeni bir teknoloji olması nedeniyle tüketici tarafından yeterince tanınmaması da dezavantajlarından. Yenilebilir ambalajların yaygın kullanılmasında kaliteyi artıracak ve üretim maliyetini azaltacak daha fazla araştırma yapılması gerektiği düşünülmektedir.

### 7. Kaynaklar

- Abu Salha, B., Gedanken, A. (2021). Extending the shelf life of strawberries by the sonochemical coating of their surface with nanoparticles of an edible anti-bacterial compound. *Applied Nano*, 2(1), 14-24.
- Andevari, G. T., Rezaei, M. (2011). Effect of gelatin coating incorporated with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage. *International Journal of Food Science Technology*, 46(11), 2305-2311.
- Anker, M., Berntsen, J., Hermansson, A. M., & Stading, M. (2002). Improved water vapor barrier of whey protein films by addition of an acetylated monoglyceride. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3(1), 81-92.
- Arshad, R., Sameen, A., Huma, N., Zia, M. A. (2020). Exploring The Potential Of Active Edible Coating On The Shelf Stability Of Dairy Products. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 57(1), 237-244.
- Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. O., Baker, R. A. (1995). Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, 35(6), 509-524.



- Banker, G. S. (1966). Film coating theory and practice. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 55(1), 81-89.
- Barreto, P., Pires, A., Soldi, V. (2003). Thermal degradation of edible films based on milk proteins and gelatin in inert atmosphere. *Polymer Degradation and Stability*, 79(1), 147-152.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Phatchrat, S., Tanaka, M. (2003). Chitosan affects transglutaminase-induced surimi gelation. *Journal of Food Biochemistry*, 27(1), 53-66.
- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3), 237-248.
- Campos, C. A., Gerschenson, L. N., Flores, S. K. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food and Bioprocess Technology*, 4(6), 849-875.
- Cerqueira, M. A., Pinheiro, A. C., Souza, B. W., Lima, Á. M., Ribeiro, C., Miranda, C., . . . Gonçalves, M. P. (2009). Extraction, purification, and characterization of galactomannans from non-traditional sources. *Carbohydrate Polymers*, 75(3), 408-414.
- Cerqueira, M. A. P. R., Pereira, R. N. C., da Silva Ramos, O. L., Teixeira, J. A. C., Vicente, A. A. (2017). Materials and processing technologies. *Edible Food Packaging*, 469, 64.
- Cha, D. S., Chinnan, M. S. (2004). Biopolymer-based antimicrobial packaging: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 223-237.
- Chawla, R., Sivakumar, S., Kaur, H. (2021). Antimicrobial edible films in food packaging: Current scenario and recent nanotechnological advancements-a review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100024.
- Chrysargyris, A., Nikou, A., Tzortzakis, N. (2016). Effectiveness of Aloe vera gel coating for maintaining tomato fruit quality. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 44(3), 203-217.
- Costa, M. J., Maciel, L. C., Teixeira, J. A., Vicente, A. A., Cerqueira, M. A. (2018). Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges. *Food Research International*, 107, 84-92.
- Cruz-Diaz, K., Cobos, Á., Fernández-Valle, M. E., Díaz, O., Cambero, M. I. (2019). Characterization of edible films from whey proteins treated with heat, ultrasounds and/or transglutaminase. Application in cheese slices packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, 22, 100397.
- Çelikel A, Akın MB. (2017). Yenilebilir filmler ve peynir teknolojisinde kullanımı. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7, 2.
- Datta S, Janes ME, Xue QG, Losso J, La Peyre JF, (2008). Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella anatum* on the surface of smoked salmon coated with calcium alginate coating containing oyster lysozyme and nisin, *Journal of Food Science*, 73(2), M67-M71.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., Delporte, B, Voilley, A. (2000). Lipid hydrophobicity and physical state effects on the properties of bilayer edible films, *J Membrane Sci*, 180: 47-55.
- Dehghani, S., Hosseini, S. V., Regenstein, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chemistry*, 240, 505-513.
- Dhall, R. K. (2013). Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435-450. doi:10.1080/10408398.2010.541568
- Di Pierro, P., Sorrentino, A., Mariniello, L., Giosafatto, C. V. L., Porta, R. (2011). Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2324-2327.
- Díaz-Montes, E., Castro-Muñoz, R. (2021). Edible Films and Coatings as Food-Quality Preservers: An Overview. *Foods*, 10, 249. https://dx.doi.org/10.3390/foods10020249.
- Dong, M., Tian, L., Li, J., Jia, J., Dong, Y., Tu, Y., Liu, X., Tan, C. & Duan, X. (2022). Improving physicochemical properties of edible wheat gluten protein films with proteins, polysaccharides, and organic acid. *LWT*, 154, 112868.
- Dursun, S., Erkan, N. (2009). Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of FisheriesSciences.com*, 3(4), 352.
- Fernández-Pan, I., Carrión-Granda, X., Maté, J. I. (2014). Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 36(1), 69-75.
- Gaikwad, K. K., Singh, S., Negi, Y. S., Lee, Y. S. (2020). The effect of trans-polyisoprene/LDPE

- based active films on oxidative stability in roasted peanuts. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(4), 1857-1864.
- Galus, S., & Kadzińska, J. (2016). Whey protein edible films modified with almond and walnut oils. *Food Hydrocolloids*, 52, 78-86.
- Ganiari, S., Choulitoudi, E., Oreopoulou, V. (2017). Edible and active films and coatings as carriers of natural antioxidants for lipid food. *Trends in food science technology*, 68, 70-82.
- Gennadios, A., Hanna, M. A., & Kurth, L. B. (1997). Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT-Food science and Technology*, 30(4), 337-350.
- Gennadios, A. (2002). *Protein-based Films and Coatings*, 672.
- Ghani, S., Barzegar, H., Noshad, M., Hojjati, M. (2018). The preparation, characterization and in vitro application evaluation of soluble soybean polysaccharide films incorporated with cinnamon essential oil nanoemulsions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 112, 197-202.
- Ghasemi, S., Javadi, N. H. S., Moradi, M., Khosravi-Darani, K. (2015). Application of zein antimicrobial edible film incorporating Zataria multiflora boiss essential oil for preservation of Iranian ultrafiltered Feta cheese. *African Journal of Biotechnology*, 14(24), 2014-2021.
- Gómez-Guillén, M., Ihl, M., Bifani, V., Silva, A., Montrö, P. (2007). Edible films made from tuna-fish gelatin with antioxidant extracts of two different murta ecotypes leaves (*Ugni molinae* Turcz). *Food Hydrocolloids*, 21(7), 1133-1143.
- Guimaraes, A., Abrunhosa, L., Pastrana, L. M., Cerqueira, M. A. (2018). Edible films and coatings as carriers of living microorganisms: A new strategy towards biopreservation and healthier foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 594-614.
- Gutt, G., Amariei, S. (2020). The use of edible films based on sodium alginate in meat product packaging: An eco-friendly alternative to conventional plastic materials. *Coatings*, 10(2), 166.
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., Akhtar, N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095-1107.
- Hernandez, E. (1994). Edible coatings from lipids and resins. Edible coatings and films to improve food quality, *Technomic Publishing Co., Inc.*, 279-303.
- Hong, S.-I., Krochta, J. M. (2006). Oxygen barrier performance of whey-protein-coated plastic films as affected by temperature, relative humidity, base film and protein type. *Journal of Food Engineering*, 77(3), 739-745.
- Işık H, Dağhan Ş, Gökmen S, (2013). Gıda endüstrisinde kullanılan yenilebilir kaplamalar üzerine bir araştırma. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8, 1, 26-35.
- Jagannath, J. H., Nanjappa, C., Gupta, D. D., Bawa, A. S. (2006). Studies on the stability of an edible film and its use for the preservation of carrot (*Daucus carota*). *International Journal of Food Science Technology*, 41(5), 498-506.
- Jiang, M., Liu, S., Wang, Y. (2011). Effects of antimicrobial coating from catfish skin gelatin on quality and shelf life of fresh white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Journal of Food Science*, 76(3), M204-M209.
- Kazemi, S. M., Rezaei, M. (2015). Antimicrobial effectiveness of gelatin–alginate film containing oregano essential oil for fish preservation. *Journal of Food Safety*, 35(4), 482-490.
- Kontominas, M. G. (2020). Use of alginates as food packaging materials. *Foods*, 9(1440).
- Kumar, A., Hasan, M., Mangaraj, S., Pravitha, M., Verma, D. K., & Srivastav, P. P. (2022). Trends in Edible Packaging Films and its Prospective Future in Food: A Review. *Applied Food Research*, 2,1,100118.
- Kumar, L., Ramakanth, D., Akhila, K., Gaikwad, K. K. (2021). Edible films and coatings for food packaging applications: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 1-26.
- Leandro, O., Nuno, R., Pereira, C., Martins, J. T., Malcata, F. X. (2017). Edible packaging for dairy products. *Edible Food Packaging*. *CRC Press*, 384-412.
- Ledward, D., Phillips, G., Williams, P. (2000). Handbook of hydrocolloids. *Woodhead*, 67-86.
- Li, J., Li, Q., Lei, X., Tian, W., Cao, J., Jiang, W., Wang, M. (2018). Effects of wax coating on the moisture loss of cucumbers at different storage temperatures. *Journal of Food Quality*, Vol.2018 pp.Article ID 9351821.
- Lin, M. G., Lasekan, O., Saari, N., Khairunniza-Bejo, S. (2017). The effect of the application of

- edible coatings on or before ultraviolet treatment on postharvested longan fruits. *Journal of Food Quality*, ID 5454263 <https://doi.org/10.1155/2017/5454263>
- Mali, S., Grossmann, M. V. E., García, M. A., Martino, M. N., Zaritzky, N. E. (2005). Mechanical and thermal properties of yam starch films. *Food Hydrocolloids*, 19(1), 157-164.
- McHugh, T. (2000). Protein-lipid interactions in edible films and coatings. *Food/Nahrung*, 44(3), 148-151.
- Mendy, T., Misran, A., Mahmud, T., Ismail, S. (2019). Application of Aloe vera coating delays ripening and extend the shelf life of papaya fruit. *Scientia Horticulturae*, 246, 769-776.
- Miller, K. S., Krochta, J. (1997). Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A review. *Trends in Food Science Technology*, 8(7), 228-237.
- Mohammed Fayaz, A., Balaji, K., Girilal, M., Kalaichelvan, P., Venkatesan, R. (2009). Mycobased synthesis of silver nanoparticles and their incorporation into sodium alginate films for vegetable and fruit preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(14), 6246-6252.
- Murray, M.A. (2000). Fruits, vegetables, pulses, and condiments. *Ancient Egyptian Materials and Technology*, p. 609–655.
- Myllärinen, P., Partanen, R., Seppälä, J., Forssell, P. (2002). Effect of glycerol on behaviour of amylose and amylopectin films. *Carbohydrate polymers*, 50(4), 355-361.
- Nicolau-Lapena, I., Colas-Meda, P., Alegre, I., Aguilo-Aguayo, I., Muranyi, P., Vinas, I. (2021). Aloe vera gel: An update on its use as a functional edible coating to preserve fruits and vegetables. *Progress in Organic Coatings*, 151, 106007.
- Olivas, G. I., Barbosa-Cánovas, G. (2009). Edible films and coatings for fruits and vegetables *Edible Films and Coatings for Food Applications*, 211-244.
- Pérez, A. F., Aristizábal, I. D., Restrepo, J. I. (2016). Conservación De Mango Tommy Atkins Mínimamente Procesado Mediante La Aplicación De Un Recubrimiento De Aloe Vera (Aloe Barbadensis Miller). *Vitae*, 23(1), 65-77.
- Polat, H. (2007). İşlenmiş et ürünlerinde yenilebilir filmlerin ve kaplamaların uygulamaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, 16 s, Afyon.
- Raeisi, M., Tabaraei, A., Hashemi, M., Behnampour, N. (2016). Effect of sodium alginate coating incorporated with nisin, Cinnamomum zeylanicum, and rosemary essential oils on microbial quality of chicken meat and fate of *Listeria monocytogenes* during refrigeration. *International Journal of Food Microbiology*, 238, 139-145.
- Raghav, P., Agarwal, N., Saini, M. (2016). Edible coating of fruits and vegetables: A review. *Education*, 1, 2455-5630.
- Ryu, S. Y., Rhim, J. W., Roh, H. J., & Kim, S. S. (2002). Preparation and physical properties of zein-coated high-amylose corn starch film. *LWT-Food Science and Technology*, 35(8), 680-686.
- Sánchez-Ortega, I., García-Almendárez, B. E., Santos-López, E. M., Amaro-Reyes, A., Barboza-Corona, J. E., Regalado, C. (2014). Antimicrobial edible films and coatings for meat and meat products preservation. *The Scientific World Journal*, 2014;2014:248935. doi: 10.1155/2014/248935.
- Sharma, P., Shehin, V., Kaur, N., Vyas, P. (2019). Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables: a review. *International Journal of Vegetable Science*, 25(3), 295-314.
- Suhag, R., Kumar, N., Petkoska, A. T., Upadhyay, A. (2020). Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. *Food Research International*, 136, 109582.
- Takma, D. K., Korel, F. (2019). Active packaging films as a carrier of black cumin essential oil: Development and effect on quality and shelf-life of chicken breast meat. *Food Packaging and Shelf Life*, 19, 210-217.
- Tavassoli-Kafrani, E., Shekarchizadeh, H., Masoudpour-Behabadi, M. (2016). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, 137, 360-374.
- Ustunol, Z. (2009). Edible films and coatings for meat and poultry. *Edible films and coatings for food applications*, pp. 245-268.
- Veiga-Santos, P., Oliveira, L., Cereda, M., Scamparini, A. (2007). Sucrose and inverted sugar as plasticizer. Effect on cassava starch–gelatin film mechanical properties, hydrophilicity and water activity. *Food Chemistry*, 103(2), 255-262.
- Xu, Y., Kim, K. M., Hanna, M. A., Nag, D. (2005). Chitosan–starch composite film: preparation and

characterization. *Industrial Crops and Products*, 21(2), 185-192.

Zhang, D., Quantick, P. C. (1998). Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73(6), 763-767.