



Makale / Research Paper

Gıda Ürünlerinde Yenilebilir Film ve Kaplama Uygulamaları

Tuba CANDAN*, Aytunga BAĞDATLI

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 45140
Manisa/TÜRKİYE
htuba93@gmail.com

Received/Geliş: 09.03.2018

Revised/Düzeltilme: 19.04.2018

Accepted/Kabul: 19.04.2018

Öz: Yenilebilir film ve kaplama konusu, geleneksel ambalajın aksine biyolojik olarak parçalanabilir ve çevre kirliliğini azaltmaya katkıda bulunduğu için son yıllarda bilim insanları tarafından dikkat çekmektedir. Yenilebilir materyal ince tabaka halinde gıda üzerine kaplanabilir veya bir film halinde gıdanın orijinal içeriğini veya işleme yöntemini değiştirmeden sargı olarak kullanılabilir. Yenilebilir film ve kaplama, gıdaların kalitesini geliştirmek, mikrobiyal koruma sağlamak, raf ömrünü uzatmak ve ambalaj verimliliğini arttırmak gibi önemli etkiler göstermektedir. Doğal yollarla gıdaları korumak için artan tüketici talebi, yenilenebilir kaynaklar veya endüstriyel yan ürünlerden yenilebilir biyopolimer uygulamaları gibi alternatif koruma yöntemlerinin gelişimine yol açmıştır. Yenilebilir film ve kaplamalar antioksidanlar, antimikrobiyal maddeler, aroma maddeleri ve biyoaktif bileşikler gibi aktif maddelerin taşıyıcıları olarak görev almaktadır. Yenilebilir kaplamaların işlevselliği ve performansı polimer ve aktif bileşik arasındaki etkileşime odaklanır. Yenilebilir kaplamaların formülasyonunu optimize etmek için bu mekanizmaları anlamak önemlidir. Bu nedenle, bu çalışma fonksiyonel maddelerce zenginleştirilmiş yenilebilir kaplamaların yapı ve işlevselliği ve gıda kalitesi üzerindeki etkisinin birlikte incelendiği çalışmaları bir bütün halinde sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Gıda ürünleri, Yenilebilir filmler, Yenilebilir kaplamalar

Edible Film and Coating Applications in Food Products

Abstract: The issue of edible film and coating has attracted attention by scientists in recent years because it is biodegradable and contributes to reducing environmental pollution as opposed to traditional packaging. A thin layer of edible material can be directly coated on food or formed into a film and be used as a food wrap without changing the original ingredients or the processing method. Edible films and coatings can indicate crucial effects in improving the overall quality of the food, providing protection to the external microbial contamination, extending the shelf life of food and possibly improving the efficiency of packing materials. The increasing consumers demand to preserve food in a natural way has led to the development of alternative preservation methods, such as the application of edible biopolymers from renewable sources and/or industrial by-products. Edible films and coatings have also been described to be good carriers of active ingredients such as antioxidants, flavorings agents, bioactive compounds or antimicrobials. The functionality and performance of edible coatings focuses on the interaction between the polymer and the active compound. It is important to understand these mechanisms in order to optimize the formulation of edible coatings. For this reason, this study aims to present a comprehensive study of the structure and function of edible coatings enriched with functional substances and the effects on food quality.

Keywords: Edible films, Edible coating, Food products

1. Giriş

Gıda kalitesi ve güvenliği, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesi ve gıdanın yapısında bulunan proteinler, vitaminler, uçucu yağlar gibi biyomoleküllerin korunmasıyla yakından ilgilidir. Gıdalarda meydana gelen bozulmalar, gıda kaynaklı hastalıklara neden olmakla birlikte gıdaların raf ömrünün azalmasına neden olmaktadır. Gıdaların ambalajlanmasının amacı, bozulma etmeni mikroorganizmalar, kimyasal maddeler, oksijen, nem, ışık, dış kuvvet gibi istenmeyen faktörleri veya koşulları önleyerek gıdanın raf ömrünü uzatmak ve depolama ve taşıma sırasında gıdanın kalitesini ve güvenliğini korumaktır [1-3].

Değişen hayat tarzları ve hızlı yaşam koşulları insanların beslenme konusundaki beklentilerini artırmış, yüksek kalitedeki gıdaların kolay ulaşılabilir olması ihtiyacını doğurmuştur. Bu ihtiyaçtan yola çıkarak gıda ürünlerinde kalite kayıplarını en aza indirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla çeşitli ambalajlama teknikleri geliştirilmiştir. Günümüzde ambalaj malzemeleri olarak petrol esaslı sentetik polimerlerin kullanılması, biyolojik olarak parçalanabilir olmaması nedeniyle çevresel kaygılara neden olmaktadır. Bu nedenle, petrol esaslı sentetik polimerlerin yerini almak üzere biyopolimer esaslı yeni paketleme malzemeleri geliştirmeye dayalı artan bir ilgi vardır. Biyopolimerler, çevre dostu, düşük maliyetli ve yenilebilir film/kaplama özellikleriyle gıda ambalajlama materyali olarak kullanılabilir [4,5].

Yenilebilir film ve kaplama, gıda üzerinde kaplama olarak veya gıda bileşeni arasına yerleştirilen yenilebilir film olarak tanımlanmaktadır. Yenilebilir film/kaplama, gıda muhafazasında koruyucu bir membran oluşturarak çevre ile ürün arasında doğru gaz aktarımını gerçekleştirmektedir. Bu nedenle ambalaj malzemesinin nem ve gaz transferini gıdaya uygun şekilde önlemesi gerekmektedir. Yenilebilir film/kaplama raf ömrünün uzatılmasında ve çevresel etkilerin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca ambalajlanmış gıdanın perakendeciler ve tüketiciler için albenisini artırma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, yenilebilir filmlerin ve kaplamaların sentetik paketlemenin yerini alması ve çevre kirliliğinin çözümüne katkıda bulunacağı düşünülmektedir [6-8].

Yenilebilir film/kaplama hazırlama teknolojisi, kaplamaya direnç ve esneklik veren plastikleştiricilerin ve diğer katkı maddelerinin seçimi, uygulanan teknikler (daldırma, püskürtme, köpükleme, damlatma ve dökme) ve kaplama kalınlığı üzerine etkilidir. Kaplama tekniği, ürünün zarar görmeyeceği şekilde seçilmelidir. Çeşitli incelemeler, yenilebilir filmlerin ve kaplamaların; proteinler (jelatin, zein, gluten, süt kazein, peynir altı suyu, soya), polisakkaritler (nişasta, selüloz türevleri, karragenan, aljinat, pektin, kitosan) ve lipitler (gliseridler, balmumu, gomalak) gibi farklı yapısal malzemelerden hazırlanabileceğini ya da bu bileşiklerin iki veya daha fazlasını birleştirerek hazırlanabileceğini göstermiştir [9-11].

Yenilebilir filmler ve kaplamalar bariyer özelliklerinin yanı sıra içine ilave edilen çeşitli katkı maddeleriyle uygulandıkları gıdaların organoleptik özelliklerini geliştirmekte, antimikrobiyal ve antioksidan maddeler için taşıyıcı görev görmekte ve gıda yüzeyine uygulanarak yüzeydeki koruyucu maddelerin, iç kısımlara difüzyon hızını kontrol etme imkanı sağlamaktadır. Aktif ambalajlama, yenilebilir filme/kaplamaya fonksiyonel gıda katkı maddeleri ilave edildiğinde başarılıdır. Bu nedenle aktif yenilebilir film/kaplama; antioksidan veya antimikrobiyal ajanlar, probiyotikler, besleyici takviyeler ve farklı polimerik materyallerin eklenmesiyle gıdaya uygulanan filmin/kaplamanın işlevselliğini arttıran koruyucu kaplama olarak tanımlanır [12,13].

2. Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar

Biyočözünür materyallere dayanan yenilebilir film ve kaplama konusu, gıda ambalajlanmasındaki potansiyel kullanımı nedeniyle son yıllarda bilim insanları tarafından dikkat çekmektedir.

Polisakkaritler, yenilebilir filmleri ve kaplamaları oluşturmak için yaygın kullanılan doğal polimerlerdir. Polisakkaritlerin, hidrofilik yapıya sahip olduğu için nem bariyerleri düşüktür. Ayrıca polisakkarit kaplamaların gaz geçirgenliği düşük, su buharı geçirgenliği yüksektir. Gıdalarda oksidatif bozulmayı ve yüzeydeki karar ve dehidrasyonu önemli ölçüde azalttığı için meyveler, sebzeler, deniz ürünleri ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla polisakkarit esaslı yenilebilir kaplamalar kullanılmaktadır. Lipit kaplamalar hidrofobik yapıya sahip olduğu için kırılabilir ve kalın yapıya sahiptir. Lipit kaplamalar, mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla proteinler ve polisakkaritler ile birlikte kullanılmaktadır. Lipitler düşük polariteye sahip olmasından dolayı nem transferini önlemektedir. Lipit içeren kaplamaların ya da filmlerin gıdaların görünümünü ve parlaklığını olumsuz etkileyeceği bildirilmiştir. Protein kaplamalar, protein zincirinin hidrojen, iyonik ve kovalent bağlar ile birbirine bağlanması nedeniyle güçlü mekanik özelliklere sahiptir. Protein kaplamaların hidrofilik yapısı nedeniyle nem bariyeri düşüktür. Ayrıca gaz geçirgenlikleri düşük, aroma bileşenleri ve yağ karşı bariyer özellikleri yüksektir [14-16].

Yenilebilir kaplamaların fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla çeşitli biyoaktif bileşikler eklenmektedir. En çok kullanılan maddeler arasında, doğal antimikrobiyal maddeler (baharatlar, uçucu yağlar), doğal antioksidan maddeler (biberiye, adaçayı, yeşil çay, çeşitli sebzeler ve üzüm meyveleri), organik asitler (asetik, laktik, propiyonik, malik), metaller (gümüş), bakteriyosinler (nisin, laktisin), enzimler (lizozim, laktoperoksidaz) ve peptidlerdir [17-19]. Fonksiyonel bileşiklerin taşıyıcısı olan yenilebilir kaplamalar gıdanın raf ömrünü uzatırken, gıda yüzeylerinde patojen gelişim riskini azaltır aynı zamanda tüketiciye sağlık faydaları olan fonksiyonel bir ürün sunar. Fonksiyonel gıda katkılarıyla zenginleştirilen yenilebilir kaplamalar gıdanın doğasına uygun olarak seçilmelidir. Bu amaçla literatürde çeşitli biyoaktif maddeler içeren yenilebilir kaplamaların fonksiyonel özelliklerini ortaya koyan birçok araştırma yer almaktadır [20,21].

Siripatrawan ve Vitchayakitti, 2016 propolis özütü (%0- 2.5- 5- 10- 20 w/w) içeren kitosan filmlerin gaz geçirgenlikleri, antioksidan ve antimikrobiyal etkilerini araştırmıştır [22]. Filmlerin propolis oranı arttıkça; su buharı geçirgenliği ve oksijen geçirgenliği azalmış, gerilme kuvveti, kopmada uzama, toplam fenolik içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi artmıştır. Propolis özütü içeren kitosan filmler, antimikrobiyal aktivite sergilemesine karşın, propolis özütü içermeyen kitosan kaplamalarda bu durumun gözlemlenmediği aktarılmıştır. Abugoch vd., 2011 %0.8 kinoa özütünün ilave edildiği kitosan yenilebilir filmlerin, mekanik ve gaz bariyeri özelliklerini araştırmıştır [23]. Kinoa özütü içeren kitosan yenilebilir filmlerin, kinoa özütü içermeyen kitosan yenilebilir filmlerden daha kalın olduğu ayrıca daha iyi mekanik ve su buharı geçirgenlik özelliklerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Liu vd., 2017 tarafından yapılan çalışmada doğal fenolik antioksidan olan protokateşuik asit, kitosan filmlerle birleştirilerek (PA-g-CS) aktif filmler oluşturulmuştur [24]. Hazırlanan filmlerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve antioksidan özellikleri araştırılmıştır. Kitosan filmin aksine, PA-g-CS filmlerin nem içeriği ve su buharı geçirgenliğinin azaldığı, sudaki çözünürlük ve gerilme kuvvetinin arttığı gözlemlenmiştir. PA-g-CS filmlerin depolama boyunca antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir. PA-g-CS filmlerin, göstermiş olduğu antioksidan aktivitesinde 15 hafta boyunca belirgin bir düşüş olmadığı belirtilmiştir.

Fabra vd., 2018 su buharı geçirgenliğini geliştirmek amacıyla lipit eklenen aljinat filmlere aktif bileşik olarak yeşil çay özütü ve üzüm çekirdeği özütü (1: 0.75 aljinat: özüt oranı) ilave edilmiştir [25]. Hepatit A virüsüne karşı antiviral etki yeşil çay özütü içeren aljinat kaplamalarda daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca antioksidan etki yeşil çay özütü içeren aljinat kaplamalarda daha yüksek olduğu belirtilmiştir. De'Nobili vd., 2016 aljinat kaplamalara antioksidan etki kazandırmak amacıyla askorbik asit ve sitrik asit ilave etmiştir [26]. Askorbik asitin depolama boyunca hidrolitik aktivitesi nedeniyle kaplamaların ömrünün azaldığı belirtilmiştir. Askorbik asit içeren kaplamalarda, askorbik asitin bozulmasıyla kahverengileşme olduğu gözlemlenmiştir. Depolama boyunca sitrik asitin oranı değişmeyerek kahverengileşme oluşum süresinin uzadığı aktarılmıştır. Andrade vd., 2018 biberiye ve kekik özütü içeren peynir altı suyu proteini esaslı yenilebilir

kaplamaların fonksiyonel özelliklerini incelemiştir [27]. En yüksek antioksidan kapasitenin biberiye özütü içeren yenilebilir kaplamalarda olduğu belirtilmiştir. Ayrıca biberiye özütünün *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium perfringens*’e karşı antimikrobiyal etki gösterdiği aktarılmıştır.

3. Gıdalarda Yenilebilir Film ve Kaplama Kullanılarak Yapılan Çalışma Örnekleri

3.1. Meyve ve Sebze

Meyve ve sebzeler insan diyetinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Meyve ve sebzeler taze veya işlenmiş olarak tüketilebilir. Taze meyve ve sebzeler hasattan sonra ürün gelişimini tamamlarken, etilen üretimi ve solunum gibi devam eden metabolik olaylar, ürünlerin olgunlaşmasını hızlandırarak bozulmasına ve raf ömrünün kısalmasına sebep olmaktadır. Son yıllarda minimum işlenmiş gıdaların üretimi ve tüketimi popülerlik kazanmaktadır. Bununla birlikte, minimum işleme sırasında yapılan mekanik işlemler, meyve dokularına zarar vererek raf ömrünü sınırlamaktadır [28-30].

Mekanik işlemler enzimatik kahverengileşmeye neden olduğu için renk, taze kesilmiş meyve ve sebzelerin önemli kalite parametresidir. Enzimatik esmerleşmede anahtar enzim polifenol oksidazdır (PPO). Polifenol oksidaz enzimi meyve ve sebzelerin yapısında bulunan fenollerini oksidasyona uğratarak kahverengi melanin pigmentlerine yol açar. Taze kesilmiş meyve ve sebzeler yüksek su aktivitesi ve yüzeyde bulunan besin maddelerinin varlığı nedeniyle mikrobiyal bozulmaya oldukça hassastır. Meyve ve sebzelerin çoğu düşük pH değerine sahip olması nedeniyle ana flora küfler ve mayalardan oluşmaktadır. Ayrıca *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella spp.* gibi çeşitli patojen bakterilerde oluşmaktadır [31,32].

Taze veya işlem görmüş meyve ve sebzelerde depolama boyunca meydana gelen kalite kayıplarını önlemek amacıyla yenilebilir filmler ve kaplamalar geliştirilmiştir. Yenilebilir kaplama uygulanmış meyve sebzelerde depolama boyunca nem aktarımı, solunum hızı, oksidasyon prosesleri kontrol altında tutularak ürünün raf ömrünün uzaması sağlanmaktadır. Yenilebilir kaplamalar meyve ve sebzelerin solunum oranını düşürerek olgunlaşmayı geciktirmektedir. Ayrıca kaplama uygulamaları ile birlikte düşük sıcaklıkta muhafaza, mikrobiyal bozulmaları kontrol altına almaktadır [33,34].

Alves vd., 2017 taze kesilmiş elmaların kalitesini artırmak amacıyla antioksidan özellikte ferulik asit ($1.0-4.0 \text{ g L}^{-1}$) içeren soya protein bazlı yenilebilir kaplama uygulamıştır [35]. Kontrol grubu olarak kaplama uygulaması olmayan ve ticari antioksidan olan sodyum askorbat (10 g L^{-1}) çözeltilisine daldırılan elma grupları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kaplama uygulanmış elmalarda kontrole kıyasla ağırlık kaybının daha az ve esmerleşme oranının daha düşük olduğu belirlenmiştir. 4.0 g ferulik asit içeren kaplamanın taze kesilmiş elmaların raf ömrünün uzatılmasında potansiyel bir uygulama olduğu belirtilmiştir. Nawab vd., 2017 raf ömrünü uzatmak amacıyla domateslere mango çekirdeği nişastasından elde edilen yenilebilir kaplama uygulamıştır [36]. Tüm kaplanmış domateslerde, kontrole (kaplanmamış domates) kıyasla titrasyon asitliği, askorbik asit içeriği, sıklık ve çözülebilir katı madde oranında sınırlı değişiklikler nedeniyle olgunlaşma işleminin yavaşladığı belirtilmiştir. Li vd., 2017 poli- ϵ -lisinin (ϵ -PL, %0.05, %0.10, %0.15) içeren aljinat bazlı yenilebilir kaplamayı taze kesilmiş kivilere uygulayarak fizikokimyasal özellikler ve mikrobiyolojik analizler açısından araştırmıştır [37]. Düşük seviyede bulunan ϵ -PL (%0.05 %0.10) grubunun daha düşük CO_2 ve daha yüksek O_2 oranına sahip olduğu belirtilmiştir. %0.05 ϵ -PL içeren kaplamalar yeşil renk, toplam klorofil içeriği, askorbik asit, antioksidan kapasiteyi korurken, elektrolit sızıntısını ve malonaldehit içeriğini önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir. Ayrıca %0.05 ϵ -PL içeren yenilebilir kaplamalar, mezofil aerob sayımını 3.5 log/CFU ve maya ve küf sayımını 2.5 log/CFU azalttığı bildirilmiştir. Khalifa vd., 2016 çilek ve elma meyvelerinde mikrobiyal bozulmaları önleyebilmek amacıyla kitosan filmlere zeytinyağı kalıntı

özütü (zeytin yaprakları ve zeytin posası- 10, 20 g L⁻¹) ilave etmiştir [38]. Yenilebilir kaplamalara ilave edilen zeytinyağı kalıntı özütünün görünümü etkilemezken kalınlığı olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. 20 g L⁻¹ zeytinyağı kalıntı özütü içeren kaplamalar antimikrobiyal ve antifungal etki göstererek çilek ve elma meyvesinin raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir.

Genevois vd., 2016 kabak dilimlerini askorbik asit (2.21 g/ 100g) ve demir (34 mg Fe/ 100 g kabak) açısından zenginleştirmiştir [39]. Kabak dilimlerine k-karragenan ve nişasta bazlı yenilebilir kaplama uygulayarak askorbik asit ve demir oranlarını, kontrol grubuna göre değerlendirmiştir. Kaplama uygulaması olmayan kontrol grubunda askorbik asit ve Fe ilavesi kabak dilimlerinin kahverengileşmesine neden olduğu gözlemlenmiştir. Yenilebilir kaplama uygulamasının, renk ve askorbik asit oranını koruduğu, bağırsak lümeninin Fe erişilebilirliğinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ben-Fadhel vd., 2017 çeşitli esansiyel yağlar, organik asit tuzları ve natamisin ile zenginleştirilmiş aljinat esaslı yenilebilir kaplamaları, 20±1 g olacak şekilde kesilen brokoli çiçeklerine uygulamıştır [40]. Yenilebilir kaplamalar *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium*, *Aspergillus niger* açısından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda limon otu esansiyel yağı (300 ppm), sodyum diasetat (500 ppm) ve natamisin (80 ppm) kombinasyonu içeren yenilebilir kaplamanın antimikrobiyal etki göstererek, raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir. Ghidelli vd., 2015 taze kesilmiş enginarların enzimatik kahverengileşmesini azaltmak amacıyla balmumu yenilebilir kaplamalara l-cysteine (0.1, 0.3, 0.5 g/ 100 mL) ilave etmiştir [41]. Daha sonra ise modifiye atmosfer paketleme (MA-A: 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂; MA-B: 80 kPa O₂) uygulamıştır. 0.3 g l-cysteine kullanımının, enzimatik esmerleşmeyi kontrol etmeye yardımcı olduğu gözlemlenmiştir. Kaplamaların modifiye atmosfer ile kombinasyonu enginar dilimlerinin raf ömrünü uzatmazken, ürünün antioksidan kapasitesini koruduğu bildirilmiştir.

3.2. Et ve Et Ürünleri

Et, içerdiği besin maddeleri, kokusu, tat ve aroma özellikleri ile insan beslenmesi için vazgeçilmez protein kaynağıdır. Ancak et çok çabuk bozulabilen bir gıda olduğu için depolama aşamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Depolama boyunca lipid ve proteinlerin substrat olarak rol oynadığı oksidatif reaksiyonlar, ortamda bulunan oksijen, sıcaklık, ışık ve metal iyonlarının etkisiyle parçalanarak oksidatif ürünleri oluşturur. Bu durum ise renkte, tekstürde, lezzette ve besin kompozisyonunda değişmelere yol açmaktadır. Depolama boyunca meydana gelen diğer önemli bozulma etin yüksek su aktivitesi ve düşük pH'ya sahip olması nedeniyle mikrobiyolojik bozulmalardır. *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* ve laktik asit bakterileri etin bozulmasından sorumludur. *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* *Campylobacter spp.* gibi patojen bakteriler, ette en yaygın bulunan mikroorganizmalardır. Et ve et ürünlerinde renk, lipid oksidasyonu ve mikrobiyal yük önemli kalite parametreleridir. Bu kalite parametrelerinin korunması açısından ambalajlama yöntemi önemli bir faktördür. Yenilebilir filmler ve kaplamalar et ve et ürünlerinde meydana gelen büzülmeyi, oksidatif lezzeti, istenmeyen rengi ve mikrobiyal kontaminasyonu önlemek amacıyla kullanılmaktadır [42-45].

Özvural vd., 2016 hamburger köftesinin kalitesi ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine doğrudan ilave, yenilebilir kaplama ve kapsülleme gibi farklı tekniklerle eklenen yeşil çay özütünün etkilerini karşılaştırmıştır [46]. Sonuç olarak, kapsülleme yönteminin bakteri sayısını olumlu ölçüde etkilediği fakat depolama süresince genellikle bakteri miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca %0.5 oranında yeşil çay özütü içeren kitosan filmlerin depolama boyunca lipid oksidasyonuna karşı daha dirençli olduğu belirtilmiştir. Şahin, 2013 kekik yağı (%1) içeren kitosan esaslı yenilebilir filmlerin soğuk muhafaza boyunca modifiye atmosferde ambalajlanan dilimlenmiş sucukların kalite özelliklerini incelemiştir [47]. Kitosan yenilebilir kaplama uygulanmış gruplarda kontrole göre toplam aerob mezofil bakteri ve toplam aerob psikrofil bakteri sayılarında yaklaşık 3 log birimlik, LAB ve *Staphylococcus-Micrococcus spp.* sayılarında ise 2 log birimlik azalma olduğu aktarılmıştır. Tüm çalışma boyunca kitosanın antimikrobiyel etkisinin gözlemlendiği ancak, kekik

uçucu yağının beklenen etkisinin görülmediği belirtilmiştir. Lekjing, 2016 sosislere uygulanan kitosan kaplamayı ve karanfil yağı içeren (%1.5) kitosan kaplamayı kalite ve raf ömrü açısından kontrol grubu ile kıyaslamıştır [48]. Karanfil yağı içeren kaplamalarda TBA değerinin daha düşük olduğu belirtilmiştir. Raf ömrü, kontrol grubunda 14 gün, kitosan kaplama uygulanan sosislere 20 gün ve karanfil yağı içeren kitosan kaplama uygulanan sosislere 20 gün olarak gözlemlenmiştir.

Fernández-Pan vd., 2014 tavuk göğüs etinin kalite ve raf ömrünü arttırmak için kekik ve karanfil uçucu yağı (%0.01- %0.02) içeren yenilebilir kaplama geliştirmiştir [49]. Bu kaplama, tavuk göğüs etinin doğrudan yüzeyine eklenen kekik ve karanfil uçucu yağ örnekleriyle antimikrobiyal etki açısından karşılaştırılmıştır. Antimikrobiyal etkinin uçucu yağ içeren yenilebilir kaplama örneklerinde daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Göğüs etlerine uygulanan kekik uçucu yağ içeren yenilebilir kaplamanın depolama süresini 2 katına çıkardığı belirtilmiştir. Giteru vd., 2017 tavuk filetosuna, antioksidan etkili farklı bileşikler içeren (%2.5 sitral- %2 kuersetin- %1.25 sitral ve %1 kuersetin) kafirin bazlı yenilebilir kaplama uygulamıştır [50]. Kontrol grubu olarak kafirin bazlı yenilebilir kaplama uygulanmış tavuk filetoları üretilmiştir. Antioksidan etkili bileşik içeren her kaplama grubunda kontrole göre toplam canlı sayımında daha düşük sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca TBA değerinin kontrole göre önemli ölçüde düşük olduğu belirtilmiştir. En iyi sonuç ise %1.25 sitral ve %1 kuersetin içeren kafirin kaplama uygulanan tavuk filetolarında gözlemlenmiştir. Raeisi vd., 2016 tavuk etinin mikrobiyal kalitesini korumak amacıyla antimikrobiyal özellikte nisin, tarçın ve biberiye esansiyel yağı içeren yenilebilir sodyum aljinat kaplamalar üretmiştir [51]. 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 gözlemlenmiştir.

Ojagh vd., 2010 tarçın yağı (% 1.5) ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın depolama boyunca gökkuşağı alabalığı kalitesine etkilerini incelemiştir [52]. Tarçın yağı içeren yenilebilir kaplamalarda kontrol grubuna göre lipid oksidasyonunun ve mikrobiyal gelişiminin daha düşük olduğu belirtilmiştir. Kontrol grubunun raf ömrü 12 gün sürerken, tarçın yağı içeren kaplamaların gökkuşağı alabalığının raf ömrünü 16 güne çıkardığı aktarılmıştır. Choulitoudi vd., 2017 tütsülenmiş yılan balığına biberiye esansiyel yağı (EO- 2000 ppm) ve özütü (200- 800 ppm) içeren karboksil metil selüloz kaplama uygulamıştır [53]. 200 ppm biberiye özütü ve EO içeren kaplamaların, diğer kaplamalara göre oksidatif bozulmayı önemli ölçüde geciktirdiği belirtilmiştir. Ayrıca 800 ppm biberiye özütü ve EO içeren kaplamaların daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Wang vd., 2017 taze somonlara kollajen (%4)- lizozim (%0.1- %0.3- %0.5- %0.7) esaslı yenilebilir kaplama uygulayarak kalite özelliklerini araştırmıştır [54]. Tüm uygulamaların taze somon filetolarının muhafaza kalitesini önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir. %0.7 lizozim içeren kaplamaların uçucu bazik azot miktarını azalttığı fakat genel kabul edilebilirliğe zarar verdiği belirtilmiştir.

3.3. Diğer Ürünler

Peynir, depolama ve dağıtım sırasında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalara duyarlı bir gıdadır. Peynirler, bakterilerin (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* ve *Escherichia coli*), küflerin ve mayaların (*Saccharomyces cerevisiae*) canlılığını sürdürmesi ve çoğalması için uygun bir ortam sunar. Mikrobiyolojik bozulma istenmeyen lezzetin ve görünümün gelişimine neden olarak peynir kalitesini ve raf ömrünü düşürmektedir. Ayrıca, depolama boyunca peynirlerde yüksek nem kaybı, sertlik artışı ve istenmeyen organoleptik özellikler görülmektedir. Peynirlerde yenilebilir film ve kaplama oksijen, karbondioksit ve su buharı için yarı geçirgen özellik sağlayarak gıda kalitesini, su kaybını ve olgunlaşma oranını kontrol etmektedir. Ayrıca, yenilebilir filmler ve kaplamalar antimikrobiyal ajanların taşıyıcıları olarak kullanılarak peynir yüzeyinde istenmeyen mikrobiyal büyümeyi önlemektedir [55,56].

Zhong vd., 2014 Mozzarella peynirine farklı yenilebilir kaplama malzemesi (kitosan, sodyum alginat ve soya proteini izolatu) ve farklı kaplama uygulama yöntemi (daldırma, püskürtme) uygulamıştır [57]. Püskürtme yöntemiyle daha ince film kalınlığı elde edilirken daldırma yöntemiyle daha homojen film yapılarının elde edildiği belirtilmiştir. Sodyum aljinat kaplama uygulanan peynirlerin daha iyi fizikokimyasal özelliklere sahip olduğu aktarılmıştır. Resa vd., 2016 natamisin ve nisin içeren yenilebilir kaplamaları Port Salut peynirlerine uygulayarak mikrobiyolojik özellikler açısından incelemiştir [58]. Natamisin ve nisin içeren kaplamaların, kontrole göre maya ve küf büyümesini engellediği ve psikrofil bakterilerin büyümesini kontrol ettiği belirtilmiştir. Di Pierro vd., 2011 Ricotta peynirini kitosan- peynir altı suyu esaslı film ile kaplayarak kalite özellikleri açısından incelemiştir [59]. Kitosan- peynir altı suyu esaslı filmin, kitosan filme göre daha yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kitosan- peynir altı suyu esaslı filmlerin mikrobiyolojik bozulmayı azalttığı aktarılmıştır. Ayrıca bu uygulamanın peynirlerin raf ömrünü uzattığı gözlemlenmiştir. Torlak ve Nizamoğlu, 2009 dilimlenmiş kaşar peynirlerine kekik (%0,5) ve karanfil (%1) uçucu yağları içeren kitosan yenilebilir film uygulamıştır [60]. Filmlerin antimikrobiyal etkilerini incelemek amacıyla dilimlenmiş kaşar peynirlerine *L. monocytogenes* 5 log kob/g düzeyinde kontamine edilmiştir. Depolama sonunda kontrol grubuna nazaran yenilebilir film uygulanan örneklerde *L. monocytogenes* sayısının 1,18-2,39 log kob/g olduğu belirtilmiştir.

Çikolatalı ürünler düşük su aktivitesi nedeniyle ozmofilik mayalar, kseroofilik mantarlar ve düşük su aktivitesine dayanan bakteriler gibi mikrobiyolojik bozulmalara hassastır. Ayrıca çikolatalı ürünlerde yağın açığa çıkması, kahverengileşme reaksiyonları ve nem/ yağ göçü gibi renk değişiklikleri görülmektedir. Bu bozulmaların önlenmesi için yenilebilir film ve kaplamalar önerilmektedir [61,62]. Fırıncılık ürünlerinde hamur özelliklerini, ekmek kalitesini ve tolerans süreçlerini, özellikle de raf ömrünü optimize etmek için çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Ekmek gibi çeşitli gıdalarda mikrobiyal bozulma yüzeyde başlamaktadır. Yenilebilir film ve kaplama fırıncılık ürünlerinde mikrobiyal bozulmayı engellemek ve raf ömrünü uzatmak için alternatif bir yöntemdir [63]. Saraiva vd., 2016 panettonlara katkı maddesi içeren (sitrik asit 10g/kg- potasyum sorbat 1 g/kg) patates nişastası esaslı yenilebilir film uygulamıştır [64]. Çalışma sonucunda katkı maddesi içeren kaplamaların maya ve küf büyümesini engellediği belirtilmiştir. Raf ömrünün film uygulanmayan kontrol grubunda 16 gün, katkı maddesi içeren film gruplarında ise 48 gün olduğu aktarılmıştır.

4. Sonuçlar

Yenilebilir film ve kaplama alanında yapılan son çalışmalar, gıdalarda depolama boyunca oluşan kimyasal, fiziksel ve duyuşsal bozulmaları en aza indirmek, depolama süresini uzatmak ve yenilebilir filmin ve kaplamanın mekanik bütünlüğünü geliştirme yönündedir. Yenilebilir film ve kaplama uygulamasıyla, ürün kalitesini muhafaza etmenin yanında sağlık üzerine olumlu etkileri olan fonksiyonel katkıların ambalaj sistemlerinde kullanımı gıda sektörü için oldukça önemlidir. Bu amaçla yenilebilir filmlere gıdalar için uygun antioksidanlar, antimikrobiyal maddeler, organik asitler, enzimler ve aroma maddeleri ilave edilmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde yenilebilir filmlerin ve kaplamaların özellikle mikroorganizma sayısını önemli derecede düşürdüğü belirtilmiştir. Ayrıca gıdaların lipit oksidasyonu, raf ömrü, renk, tekstür gibi kalite parametrelerinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çeşitli fonksiyonel katkıları içeren yenilebilir materyallerin, duyuşsal özellikler açısından gıdaya uygun olması en önemli konulardan biridir. Bu nedenle yenilebilir kaplama materyallerinin farklı gıdalara, farklı oranlarda uygulanan ilgili çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Gıda güvenliği, teknolojiye uygunluk ve tüketici kabul edilebilirliği gibi konuların ön planda tutularak araştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Realini, C.E., Marcos, B., “Active and intelligent packaging systems for a modern society”, *Meat Science*, 2014, 98:404-419.
- [2] Sung, S-Y., Sina, L.T., Tee, T-T., Bee, S-T., Rahmat, A.R., Rahman, W.A.W.A., Tan A-C., Vikhraman, M., “Antimicrobial agents for food packaging applications”, *Trends in Food Science & Technology*, 2013, 33:110-123.
- [3] Rhim, J-W., Park, H-M., Hac, C-S. “Bio-nanocomposites for food packaging applications”, *Progress in Polymer Science*, 2013, 38:1629-1652.
- [4] Demir, S.S. “Modifiye Atmosferde Paketlemenin Tyty F1 Kokteyl Domatesinin Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi”, (Yüksek Lisans Tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2015).
- [5] Chaichi, M., Hashemi, M., Badii, F., Mohammadi, A., “Preparation and characterization of a novel bionanocomposite ediblefilm based on pectin and crystalline nanocellulose”, *Carbohydrate Polymers*, 2017, 157:167-175.
- [6] Zhang, P., Zhao, Y., Shi, Q., “Characterization of a novel edible film based on gum ghatti: Effect of plasticizer type and concentration”, *Carbohydrate Polymers*, 2016, 153:345–355.
- [7] Podshivalov, A., Zakharova, M., Glazacheva, E., Uspenskaya, M., “Gelatin/ potato starch edible biocomposite films: Correlation between morphology and physical properties”, *Carbohydrate Polymers*, 2017, 157:1162-1172.
- [8] Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R.D., Johnson, S.K., Active and intelligent packaging in meat industry, *Trends in Food Science & Technology*, 2017, 61:60-71.
- [9] Santacruz, S., Rivadeneira, C., Castro, M., “Edible films based on starch and chitosan. Effect of starch source and concentration, plasticizer, surfactant's hydrophobic tail and mechanical treatment”, *Food Hydrocolloids*, 2015, 49:89-94.
- [10] Pereira, J.O., Soares, J., Sousa, S., Madureira, A.R., Gomes, A., Pintado, M., “Edible films as carrier for lactic acid bacteria”, *LWT - Food Science and Technology*, 2016, 73:543-550.
- [11] Sharma, L., Singh, C., Sesame protein based edible films: Development and characterization, *Food Hydrocolloids*, 2016, 61:139-147.
- [12] Oğuzhan-Yıldız, P., Yangılar, F., “Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıda Endüstrisinde Kullanımı”, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2016, 5 (1):27-35.
- [13] Benbettaieb, N., Chambin, O., Karbowski, T., Debeaufort, F., “Release behavior of quercetin from chitosan-fish gelatin edible films influenced by electron beam irradiation”, *Food Control*, 2016, 66:315-319.
- [14] Hassan, B., Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Zia, K.M., Akhtar, N., “Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review”, *International Journal of Biological Macromolecules*, 2018, 109:1095-1107.
- [15] Galus, S., Kadzinska, J., “Food applications of emulsion-based edible films and coatings”, *Trends in Food Science & Technology*, 2015, 45:273-283.
- [16] Sukyai, P., Anongjanya, P., Bunyahwuthakul, N., Kongsin, K., Harnkarnsujarit, N., Sukatta, U., Sothornvit, R., Chollakup, R., “Effect of cellulose nanocrystals from sugarcane bagasse on whey protein isolate-based films”, *Food Research International*, 2018, doi:10.1016/j.foodres.2018.02.052
- [17] Elsabee, M.Z., Abdou, E.S., “Chitosan based edible films and coatings: A review”, *Materials Science and Engineering*, 2013, 33:1819-1841.
- [18] Sanchez-Ortega, I., García-Almendarez, B.E., Santos-Lopez, E.M., Reyes-Gonzalez, L.R., Regalado, C., “Characterization and antimicrobial effect of starch-based edible coating suspensions”, *Food Hydrocolloids*, 2016, 52:906-913.
- [19] Tavassoli-Kafrani, E., Shekarchizadeh, H., Masoudpour-Behabadi, M., “Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans”, *Carbohydrate Polymers*, 2016, 137:360-374.

- [20] Lopez, D., Marquez, A., Gutierrez-Cutino, M., Venegas-Yazigi, D., Bustos, R., Matiacevich, S., “Edible film with antioxidant capacity based on salmon gelatin and boldine”, *LWT- Food Science and Technology*, 2013, 77:160-169.
- [21] Pineros-Hernandez, D., Medina-Jaramillo, C., Lopez-Cordoba, A., Goyanes, S., “Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging”, *Food Hydrocolloids*, 2017, 63:488-495.
- [22] Siripatrawan, U., Vitchayakitti, W., “Improving functional properties of chitosan films as active food packaging by incorporating with propolis”, *Food Hydrocolloids*, 2016, 61:695-702.
- [23] Abugoch, L.E., Tapia, C., Villamán, M.C., Yazdani-Pedram, M., Díaz-Dosque, M., “Characterization of quinoa proteine chitosan blend edible films”, *Food Hydrocolloids*, 2011, 25:879-886.
- [24] Liu, J., Meng, C., Liu, S., Kan, J., Jin, C., “Preparation and characterization of protocatechuic acid grafted chitosan films with antioxidant activity”, *Food Hydrocolloids*, 2017, 63:457-466.
- [25] Fabra, M.J., Falcó, I., Randazzo, W., Sánchez, G., López A., “Antiviral and antioxidant properties of active alginate edible films containing phenolic extracts”, *Food Hydrocolloids*, 2018, doi: 10.1016/j.foodhyd. 2018.02.026.
- [26] De'Nobili, M.D., Soria, M., Martinefski, M.R., Tripodi, V.P., Fissore, E.N., Rojas, A.M., “Stability of L-(p)-ascorbic acid in alginate edible films loaded with citric acid for antioxidant food preservation”, *Journal of Food Engineering*, 2016, 175:1-7.
- [27] Andrade, M.A., Ribeiro-Santos, R., Bonito, M.C.C., Saraiva, M., Sanches-Silva, A., “Characterization of rosemary and thyme extracts for incorporation into a whey protein based film”, *LWT- Food Science and Technology*, 2018, doi: 10.1016/j.lwt.2018.02.041.
- [28] Yousuf, B., Qadri, O.S., Srivastava, A.K., “Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review”, *LWT- Food Science and Technology*, 2018, 89:198-209.
- [29] Öz, A.T., Süfer, Ö., Meyve ve Sebzelede Hasat Sonrası Kalite Üzerine Yenilebilir Film ve Kaplamaların Etkisi, *Akademik Gıda*, 2012, 10 (1):85-91.
- [30] Marquez, G.R., Di Pierro, P., Mariniello, L., Esposito, M., Giosafatto, C.V.L., Porta, R. “Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/ pectin edible films”, *LWT- Food Science and Technology*, 2017, 75:124-130.
- [31] Oms-Oliu, G., Rojas-Graü, M.A., González, L.A., Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando, M.I.H., Munuera, I.P., Fiszman, S., Martín-Belloso, O., “Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review”, *Postharvest Biology and Technology*, 2010, 57:139-148.
- [32] Bai, J., Plotto, A., “Coatings for fresh fruits and vegetables”, *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, CRC Press, New York, (2012).
- [33] Kerch, G., “Chitosan films and coatings prevent losses of fresh fruit nutritional quality: A review”, *Trends in Food Science & Technology*, 2015, 46:159-166.
- [34] Işık, H., Dağhan, Ş., Gökmen, S., “Gıda Endüstrisinde Kullanılan Yenilebilir Kaplamalar Üzerine Bir Araştırma”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2013, 8 (1):26-35.
- [35] Alves, M.M., Gonçalves, M.P., Rocha, C.M.R., “Effect of ferulic acid on the performance of soy protein isolate-based edible coatings applied to fresh-cut apples”, *LWT- Food Science and Technology*, 2017, 80:409-415.
- [36] Nawab, A., Alam, F., Hasnain, A., “Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit”, *International Journal of Biological Macromolecules*, 2017, 103:581-586.
- [37] Li, S., Zhang, L., Liu, M., Wang, X., Zhao, G., Zong, W., “Effect of poly-ε-lysine incorporated into alginate-based edible coatings on microbial and physicochemical properties of fresh-cut kiwifruit”, *Postharvest Biology and Technology*, 2017, 134:114-121.

- [38] Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H.A., Soliman, S.A., “Improving the shelf-life stability of apple and strawberry fruits applying chitosan-incorporated olive oil processing residues coating”, *Food Packaging and Shelf Life*, 2016, 9:10-19.
- [39] Genevois, C.E., Pla, M.F.E., Flores, S.K., “Application of edible coatings to improve global quality of fortified pumpkin”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2016, 33:506-514.
- [40] Ben-Fadhel, Y., Saltaji, S., Khelifi, M.A., Salmieri, S., Vu, K.D., Lacroix, M., “Active edible coating and γ -irradiation as cold combined treatments to assure the safety of broccoli florets (*Brassica oleracea L.*)”, *International Journal of Food Microbiology*, 2017, 241:30-38.
- [41] Ghidelli, C., Mateos, M., Rojas-Argudo, C., Pérez-Gago, M.B., “Novel approaches to control browning of fresh-cut artichoke: Effect of a soy protein-based coating and modified atmosphere packaging”, *Postharvest Biology and Technology*, 2015, 99:105-113.
- [42] Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V., “Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review”, *Food Research International*, 2014, 64:171-181.
- [43] Mainar, M.S., Stavropoulou, D.A., Leroy, F., “Exploring the metabolic heterogeneity of coagulase-negative *Staphylococci* to improve the quality and safety of fermented meats: a review”, *International Journal of Food Microbiology*, 2016, 247:24-37.
- [44] Mala, D.M., Yoshimura, M., Kawasaki, S., Tsuta, M., Kokawa, M., Trivittayasil, V., Sugiyama, J., Kitamura, Y., “Fiber optics fluorescence fingerprint measurement for aerobic plate count prediction on sliced beef surface”, *LWT - Food Science and Technology*, 2016, 68:14-20.
- [45] Coma, V., “Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products”, *Meat Science*, 2008, 78:90-103.
- [46] Özvural, E.B., Huang, Q., Chikindas, M.L., “The comparison of quality and microbiological characteristic of hamburger patties enriched with green tea extract using three techniques: Direct addition, edible coating and encapsulation”, *LWT- Food Science and Technology*, 2016, 68:385-390.
- [47] Şahin, A. “Kekik Yağı İçeren Kitozan Kaplamaların Modifiye Atmosferde Ambalajlanan Sucukların Kalitesi Üzerine Etkisi”, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi ve Fen Bilimleri Enstitüsü, (2013).
- [48] Lekjing, S., “A chitosan-based coating with or without clove oil extends the shelf life of cooked pork sausages in refrigerated storage”, *Meat Science*, 2016, 111:192–197.
- [49] Fernández-Pan, I., Carrión-Granda, X., Maté, J.I., “Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets”, *Food Control*, 2014, 36:69-75.
- [50] Giteru, S.G., Oey, I., M. Ali, M.A., Johnson, S.K., Fang, Z., “Effect of kafirin-based films incorporating citral and quercetin on storage of fresh chicken fillets”, *Food Control*, 2017, 80:37-44.
- [51] Raeisi, M., Tabaraei, A., Hashemi, M., Behnampour, N., “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*, 2016, 238:139-145.
- [52] Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H., “Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout”, *Food Chemistry*, 2010, 120:193-198.
- [53] Choulitoudi, E., Ganiari, S., Tsironi, T., Ntzimani, A., Tsimogiannis, D., Taoukis, P., Oreopoulou, V., “Edible coating enriched with rosemary extracts to enhance oxidative and microbial stability of smoked eel fillets”, *Food Packaging and Shelf Life*, 2017, 12:107-113.
- [54] Wang, Z., Hu, S., Gao, Y., Ye, C., Wang, H., “Effect of collagen-lysozyme coating on fresh-salmon fillets preservation”, *LWT- Food Science and Technology*, 2017, 75:59-64.

- [55] Artiga-Artigas, M., Acevedo-Fani, A., Martín-Belloso, O., “Improving the shelf life of low-fat cut cheese using nanoemulsion based edible coatings containing oregano essential oil and mandarin fiber”, *Food Control*, 2017, 76:1-12.
- [56] Costa, M.J., Maciel, L.C., Teixeira, J.A., Vicente, A.A., Cerqueira, M.A., “Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges”, *Food Research International*, 2018, 107:84-92.
- [57] Zhong, Y., Cavender, G., Zhao, Y., “Investigation of different coating application methods on the performance of edible coatings on Mozzarella cheese”, *LWT- Food Science and Technology*, 2014, 56:1-8.
- [58] Resa, C.P.O., Gerschenson, L.N., Jagus, R.J., “Starch edible film supporting natamycin and nisin for improving microbiological stability of refrigerated argentinian Port Salut cheese”, *Food Control*, 2016, 59:737-742.
- [59] Di Pierro, P., Sorrentino, A., Mariniello, L., Giosafatto, C.V.L., Porta, R., “Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life”, *LWT- Food Science and Technology*, 2011, 44:2324-2327
- [60] Torlak E., Nizamoğlu M., “Doğal antimikrobiyal maddeler ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Listeria monocytogenes* üzerine etkileri”, *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2009, 25 (1-2):15-21.
- [61] McHung, T.H., Avena-Bustillos, R.J., 2012 “Applications of edible films and coatings to processed foods”, *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, CRC Press, New York, (2012).
- [62] Dias, J., Coelho, P., Alvarenga, N.B., Duarted, R.V., Saraiva, J.A., “Evaluation of the impact of high pressure on the storage of filled traditional chocolates”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2018, 45:36-41.
- [63] Quezada-Gallo, J.A., “Delivery of Food Additives and Antimicrobials Using Edible Films and Coatings”, *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer Science+Business Media, New York, (2009).
- [64] Saraiva, L.E.F., Naponucena, L.O.M., Santos, V.S., Silva, R.P.D., Souza, C.O., Souza, I.E.G.L., Mamede, M.E.O., Druzian, J.I., “Development and application of edible film of active potato starch to extend mini panettone shelf life”, *LWT- Food Science and Technology*, 2016, 73:311-319.