

Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları

Serpil Tural, Furkan Türker Sarıcaoğlu, Sadettin Turhan ✉

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 55139 Samsun

Geliş Tarihi (Received): 10.01.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 21.06.2016

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): sturhan@omu.edu.tr (S. Turhan)*

☎ 0 362 312 19 19 / 1506 📠 0 362 457 60 35

ÖZ

Ambalajlama endüstrisindeki hızlı gelişime paralel olarak, son yıllarda, bariyer özelliğinden dolayı sınırlı etki gösteren klasik ambalajlama teknikleri yanında, ek avantajlar sağlayan yeni ambalaj materyalleri ve teknolojileri geliştirilmektedir. Bu teknolojilerden biri olan yenilebilir film ve kaplamalar, raf ömrünü uzatmak amacıyla gıda maddelerinin ambalajlanmasında kullanılan ve gıda ile birlikte tüketilebilen ambalajlardır. Önceleri, genellikle depolama ve taşıma sırasında nem kaybını önlemek amacıyla kullanılan bu ambalajlar, günümüzde gıdaların kalite özelliklerinin iyileştirilmesi ve raf ömrünün uzatılması amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bu ambalajlar, antioksidan ve antimikrobiyal bileşiklerle kombine edilerek gıdalarda istenmeyen renk oluşumunu, lipid oksidasyonunu ve mikrobiyolojik bozulmaları engellerler. Kaslı gıdalar, depolama sırasında meydana gelen mikrobiyal ve biyokimyasal değişiklikler nedeniyle çabuk bozulan ve raf ömrü nispeten kısa olan ürünlerdir. Bu yüzden, kaslı gıdaların depolama süresince bozulmalarının geciktirilerek korunmalarında modern ambalajlama teknolojileri önem taşımaktadır. Bu derlemede, bu teknolojilerden olan yenilebilir film ve kaplamaların özellikleri ve kaslı gıdalarda kullanımları konusunda günümüze kadar yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilebilir filmler, Yenilebilir kaplamalar, Kaslı gıdalar

Edible Films and Coatings: Their Production, Application Methods, Functions and Uses in Muscle Foods

ABSTRACT

In recent years, novel packaging materials and methods with additional advantages have been developed in parallel with the rapid development in packaging industry besides classical packaging that may show limited barrier effect. Edible film and coating production is one of the technologies where packages are used for extend the shelf life and can be consumed with foods. Typically, food packages have been generally used to prevent moisture loss during storage and transportation of foods, and nowadays they are being used both to improve the quality characteristics and to extent shelf life of foods. In addition, these packages are combined with antioxidant and antimicrobial compounds to inhibit undesirable color formation, lipid oxidation and microbiological spoilage in foods. Muscle foods are perishable and have relatively short shelf life due to microbial and biochemical changes during storage. Therefore, modern packaging technologies are important for delaying the deterioration of muscular foods during storage. In this review, studies on the properties of edible films and coatings and their application in muscle foods are presented.

Keywords: Edible films, Edible coatings, Muscle foods

GİRİŞ

Biyolojik olarak parçalanabilen ambalaj materyalleri içinde, genel olarak oksidatif ve fiziksel strese karşı iyi bir bariyer oluşturmaları nedeniyle değişik biyopolimerlerden üretilen yenilebilir film ve kaplamalar son yıllarda oldukça ilgi görmektedir [1]. Esasen yenilebilir film ve kaplamaların gıdaların ambalajlanmasında kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. İlk olarak, 12. Yüzyıl'ın başlarında Çin'de turuncuğillere mumdan yapılan kaplamaların uygulandığı bilinmektedir. 15. yüzyılın sonlarında, Japonya'da kaynatılmış soya sütünden elde edilen ve Yuba adı verilen yenilebilir bir film, gıdaların kalitesinin korunması ve görünümünün iyileştirilmesi amacıyla kullanılmıştır [2]. Önceleri, genellikle depolama ve taşıma sırasında nem kaybını önlemek amacıyla kullanılan yenilebilir film ve kaplamalar, günümüzde gıdaların kalite özelliklerinin iyileştirilmesi ve raf ömrünün uzatılması amacıyla kullanılmaktadır [3]. Yenilebilir film ve kaplamalar, suyun yanı sıra aroma bileşikleri, antioksidanlar, antimikrobiyal maddeler, pigmentler, esmerleşme reaksiyonlarını durduran iyonlar ve vitaminler gibi bileşenlerin ambalaj içerisinde tutulmasını sağlarlar. Gıdalarda istenmeyen renk oluşumunu, lipit oksidasyonunu ve aroma kaybını engellerler. Yenilebilir film ve kaplamaların bu etkileri, büyük ölçüde bu materyallerin farklı geçirgenlik özelliklerine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır [4, 5].

Raf ömrünü uzatmak amacıyla gıda maddelerinin ambalajlanmasında kullanılan ve gıda maddesi ile birlikte tüketilebilen maddeler, yenilebilir ambalajlar olarak adlandırılmaktadır [2]. Yenilebilir ambalajlar; yenilebilir filmler, yenilebilir kaplamalar, yenilebilir tabakalar ve yenilebilir torbalardan oluşmaktadır. Kalınlığı 254 µm'den büyük olan yenilebilir tabakalar ve kalınlığı 254 µm'den küçük olan yenilebilir filmler, gıda maddesinden ayrı olarak üretildikten sonra gıda maddesi bileşenleri arasına yerleştirilmekte veya yenilebilir torbalar olarak üretilmektedir. Yenilebilir kaplamalar ise, gıda maddesinin direkt yüzeyinde oluşturulan ince tabakalar olarak tanımlanmaktadır [6]. Yenilebilir film ve kaplamalar arasındaki temel fark, yenilebilir kaplamaların genelde daldırma yöntemiyle veya püskürtme şeklinde gıdaya uygulanması, yenilebilir filmlerin ise katı bir tabaka şeklinde hazırlandıktan sonra gıdanın bu film ile sarılmasıdır [7, 8].

Hayvansal gıdalar içinde, biyolojik değeri yüksek protein kaynağı olarak kaslı gıdalar, lezzet özelliklerinin yanı sıra, beslenme açısından önemli olan mineral maddeleri, vitaminleri, özellikle elzem aminoasitleri ve yağ asitlerini yeterli miktarda yapısında bulundurması ile kişilerin metabolik ihtiyaçlarının karşılanmasında çok önemli besin öğeleridir. Ancak, sağlık açısından bu denli önemli olan bu gıdalar, protein olmayan azot, su aktivitesi ve pH değerlerinin yüksek olması nedeniyle uygun olmayan depolama koşullarında bir takım değişikliklere uğrayarak bozulabilmektedir [9]. Bu değişikliklerden lipit oksidasyonu kaslı gıdaların raf ömrünü sınırlandırmada oldukça önemli etkiye sahiptir. Lipit oksidasyonu vitaminlerin ve esansiyel

aminoasitlerin kaybına, ayrıca renk, lezzet, koku ve tekstürde istenmeyen değişikliklere neden olmaktadır. Bu da kalitede düşmeye, ürünün bozulmasına ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır [9, 10]. Kaslı gıdalarda en önemli bozulma mikrobiyolojik yolla olmaktadır. Bu gıdalara bulaşan mikroorganizmalar uygun koşullar bulmaları durumunda gelişip çoğalarak arzu edilmeyen değişikliklere neden olmakta, patojen mikroorganizmaların bulaşmasıyla da ölümlere kazar gidebilen gıda zehirlenmeleri görülebilmektedir [9].

Yenilebilir film ve kaplamaların kaslı gıdaların raf ömrü ve kalite özellikleri üzerine etkisi konusunda çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu alandaki çalışmalar yeni olmamakla birlikte, tüketicilerin yüksek kalitede ürüne olan taleplerinin artışı, çevresel nedenler ve yeni pazar oluşumu nedeniyle son zamanlarda artış göstermiştir. Bu çalışmada yenilebilir film ve kaplamaların üretimleri, uygulama yöntemleri, fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımları konusunda günümüze kadar yapılan çalışmaların geniş bir özeti verilmiştir.

YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALARIN ÜRETİMİNDE KULLANILAN MATERYALLER

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı birçok polisakkarit, lipit ve protein tek başına veya karışım halinde yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılmaktadır (Şekil 1) [6]. Film hazırlamada kullanılan bu üç temel materyalin kimyasal yapısı büyük ölçüde farklılık gösterdiğinden film özellikleri üzerine etkileri de farklıdır [11]. Genel bir kural olarak, lipitler su transferini azaltmak, polisakkaritler oksijen ve diğer gazların geçişini kontrol etmek, proteinler ise filmlere mekanik dayanıklılık kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır [2, 11]. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde bu üç ana materyal yanında çözücü, plastikleştirici, emülsüfyer, antioksidan ve antimikrobiyal ajanlardan da yararlanılmaktadır [11].

Polisakkaritler

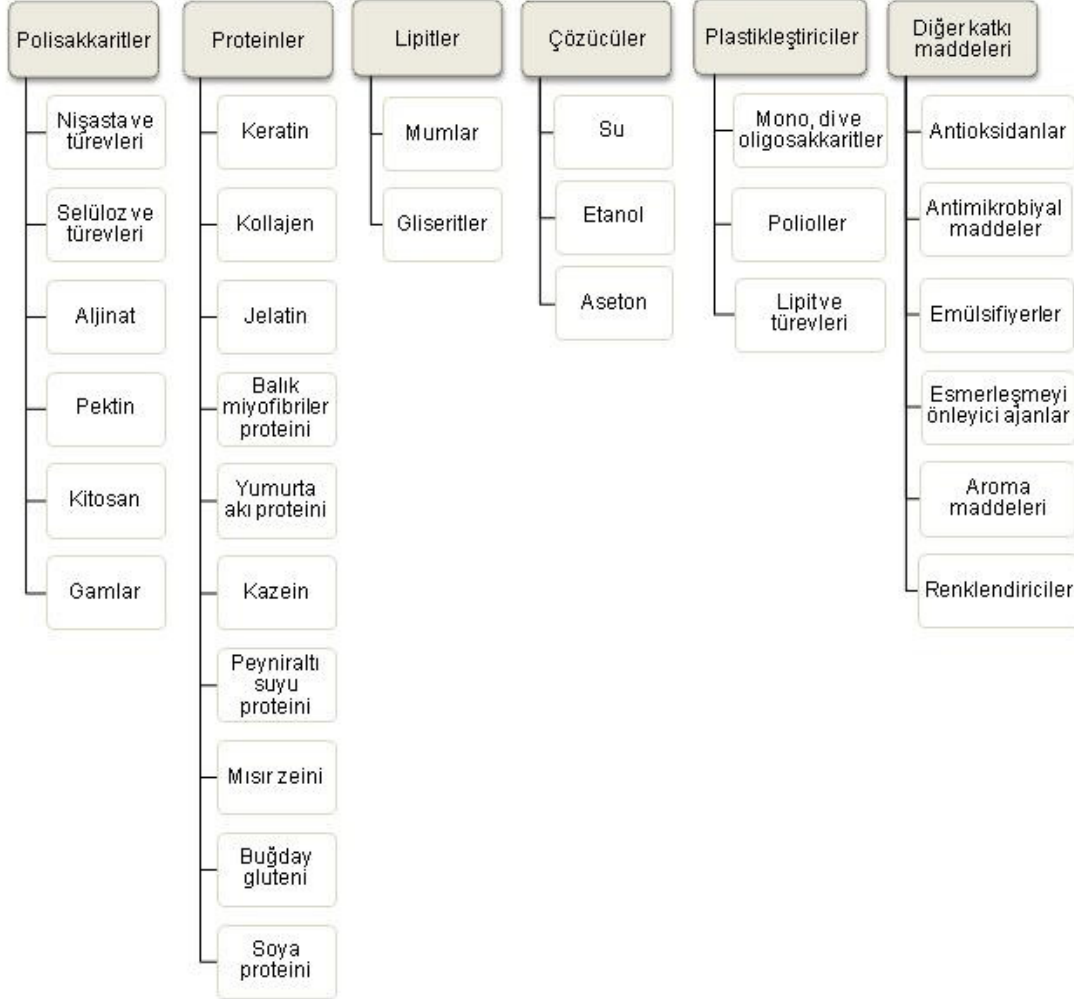
Polisakkaritler, glikozidik bağlarla bağlanmış monosakkaritlerden oluşan kompleks karbonhidratlardır. Birçok polisakkarit ve türevleri düşük maliyette olmaları, kolay elde edilebilmeleri ve iyi film oluşturma özellikleri nedeniyle yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılmaktadır [6]. Polisakkarit filmlerin en önemli özelliği yapısal olarak dayanıklı olmaları ve oksijen geçişini yavaşlatmalarıdır. Bu filmlerin su geçişine karşı dirençleri oldukça düşüktür [2, 6]. Bu nedenle depolamada meydana gelen ağırlık kaybını en aza indirmek için gıda yüzeyine kalın bir film şeklinde uygulanmaktadırlar [2]. Polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplama üretiminde nişasta ve türevleri, selüloz ve türevleri, aljinat, pektin, kitosan ve gamlar kullanılmaktadır [6].

Proteinler

Yenilebilir film ve kaplama üretiminde, bitkisel (mısır zeini, buğday gluteni, soya proteini, bezelye proteini, ayçiçeği proteini, yer fıstığı proteini ve çığit proteini) ve hayvansal kökenli proteinler de (keratin, kollajen, jelatin, balık miyofibril proteini, yumurta akı proteini, kazein ve

peyniraltı suyu proteini) kullanılabilir [6, 12]. Protein bazlı filmlerin, genel olarak mekanik ve optik özellikleri, oksijen, karbondioksit, aroma ve lipit transferine karşı bariyer özellikleri iyi olup, yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptirler [1, 6]. Bu filmlerin mekanik ve bariyer özelliklerinin iyi olması proteinlerin hidrofilik özelliklerinden kaynaklanmaktadır [6]. Protein

bazlı filmlerde, protein kompozisyonuna bağlı olarak geçirgenlik özelliği değişebilmektedir [2]. Ayrıca; protein kaynağı, protein çözeltisinin pH'sı, plastikleştirici madde, film kalınlığı, hazırlama koşulları ve film çözeltisine dahil olan yapılar gibi faktörler film özelliklerini etkileyebilmektedir. Protein bazlı filmler kaplandıkları gıdanın besin değerini de artırmaktadır [12].



Şekil 1. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan materyaller

Lipitler

Doğal ve sentetik mumlar ve gliseritler gibi lipit bileşikler, düşük polariteye sahip olduklarından nem kaybına karşı iyi bariyer özellik göstermeleri nedeniyle kaplama maddesi olarak kullanılmaktadırlar. Genel olarak mum kaplamalar nem transferine karşı, diğer lipit ve lipit olmayan kaplamalardan daha fazla direnç göstermektedirler. Mum ve yağ bazlı film ve kaplamalar; kalınlık ve kaygan yüzeyleri, mumsu ve acı tatları nedeniyle uygulamada problem oluşturabilmektedirler [6]. Herhangi bir lipidin hidrofilik veya ıslak bir yüzeye doğrudan uygulanması, gıda ile film ara yüzeyi arasında zayıf bir çekim kuvvetine neden olmaktadır. Bu nedenle, çift katlı kaplama yapılarak daha iyi bariyer özellikler

sağlanabilmektedir [2]. Lipitlerden film üretiminde çözücü ve yüksek sıcaklığa gereksinim duyulmakta ve lipit bazlı filmler zayıf mekanik özellik göstermektedir. Sıvı fazdaki lipitler, gaz ve buhar geçişine karşı katılara göre daha az direnç göstermektedir [12].

Kompozitler

Genellikle tek bir hammaddeden üretilen filmler ya iyi bir bariyer özelliği veya iyi bir mekanik direnç gösterir, ancak bu iki özelliği aynı anda bünyesinde bulunduramazlar. Protein ve polisakkarit bazlı filmler, oksijen geçişine karşı direnç gösterirken, hidrofilik olduklarından su buharı geçişine karşı dirençleri sınırlıdır. Lipit bazlı filmler ise iyi bir nem bariyeri

oluşturur, ancak bu filmlerin yüzeyinde gözenekler ve çatlaklar gibi olumsuzluklar bulunabilir, yüzeye yapışmaları zayıftır, homojen değildirler ve üründe mumsu bir tada neden olurlar. Bu olumsuzlukların giderilmesi ve istenen özellikte film oluşturmak için farklı materyallerin karışımlarından yararlanılmaktadır [4]. Kompozit filmlerin yapımında iki temel yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan biri, yenilebilir film üzerine lipit laminasyonu ile çift tabakalı filmlerin üretimi, diğeri de film çözeltisine lipit ilave edilmesine dayanan emülsiyon tekniğidir [4, 6]. Kompozit film oluşturmak için en fazla kullanılan madde selüloz eterdir. Bununla birlikte aljinat, kitosan, nişasta, pektin ve karagenan gibi hidrokolloitler de kullanılmaktadır. Bu maddeler genellikle stearik veya palmitik asit, balmumu, asitlendirilmiş monogliseritler ve lesitin ile karıştırılarak kullanılmaktadır [11].

Çözücüler

Su ve etanol, yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan en yaygın çözücülerdir. Ancak, film veya kaplama maddesi tarımsal bir proteinden üretilcekse, diğeri organik çözücüler de kullanılabilir. Zein proteininden elde edilen filmlerde çözücü olarak etanol ve aseton kullanılmaktadır. Çözücü olarak etanol kullanıldığında elde edilen filmler, aseton kullanılarak hazırlanan filmlere göre daha iyi gerilme kuvveti göstermektedir. Aynı zamanda etanol kullanılarak hazırlanan filmler nemli ve yüksek nemli ortamlarda daha iyi davranış göstermektedir [11].

Plastikleştiriciler

Film ve kaplamalara mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla katılan düşük molekül ağırlıklı bileşiklere plastikleştirici adı verilmektedir [11]. Plastikleştiriciler, intermoleküler güçleri azaltmakta, biyopolimer zincirlerinin hareketliliğini artırmakta ve böylece filmin mekaniksel özelliklerini geliştirmektedir. Plastikleştirici kullanımı polisakkarit filmlerin parlaklığını sağlamak için de gereklidir [12]. Protein kaynaklı yenilebilir filmlerin çoğu, plastikleştirici kullanılmadığında kırılabilir yapıya iken, kullanıldığında yapı sağlamlaşmaktadır. Plastikleştiriciler, filmlerin hem esneklik ve gerilme dayanımlarını, hem de geçirgenliklerini etkilemektedir [11].

Yenilebilir film ve kaplama üretiminde filmin esneklik ve sağlamlığını geliştirmek amacıyla glukoz, fruktoz-glukoz şurupları ve sukroz gibi mono, di veya oligosakkaritler; gliserol, sorbitol, gliserol türevleri, polietilen glikoller gibi polioller; fosfolipitler ve yağ asitleri gibi lipit ve türevleri plastikleştirici olarak kullanılmaktadır [6]. Bir plastikleştiricinin etkinliği boyut, şekil ve protein yapısıyla uyumluluk göstermesi gibi üç faktöre bağlıdır. Normal depolama koşullarında plastikleştiricinin yapısı, filmin esneklik ve geçirgenliğini etkileyebilmektedir. Katı plastikleştiriciler, antiplastikleştirici etki göstermekte, geçirgenliği iyileştirmekte ve esnekliği azaltmaktadır [11].

Diğer Katkı Maddeleri

Yenilebilir film ve kaplamalar; antioksidan ve antimikrobiyal maddeler, emülsüfyerler, esmerleşmeyi önleyici ajanlar, aroma maddeleri, renklendiriciler ve diğeri fonksiyonel maddeler gibi gıda katkıları ile birleştirilerek kullanılabilir. Bir gıda maddesinin duyu özellikleri, gıdanın yenilebilir film ve kaplamasına aroma maddesi ilave edilerek iyileştirilebilmekte ve böylece gıda kalitesi ve kullanımı geliştirilebilmektedir. Yenilebilir film ve kaplamaların aktif bileşenlerle birleştirilmesi, bu gıdaların tüketici sağlığı üzerine olan etkisini de geliştirmektedir [11].

Kırmızı et, kanatlı etleri ve su ürünlerinde mikroorganizma gelişimini önleyerek bu ürünlerin raf ömrünü uzatmak ve daha güvenli hale getirmek için yenilebilir film ve kaplamaların yapısına antimikrobiyal maddeler ilave edilebilmektedir. Antimikrobiyal film ve kaplamaların temel avantajı, ajanın gıda içerisine difüze olarak mikroorganizma gelişimini inhibe etmesidir [11]. Kitosan, organik asitler, nisin, laktoperoksidaz sistemler, bitkisel ekstraktlar ve esansiyel yağlar yenilebilir film ve kaplamalarda yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal maddelerdir [6]. Yenilebilir film ve kaplamaların oksijen bariyer özellikleri, antioksidan kullanım miktarını sınırlandırmasına rağmen, yağ miktarı yüksek olan ürünlerde, özellikle kırmızı et, kanatlı etleri ve su ürünlerinde daha fazla koruma sağlayabilmek için yapıya ilave edilmektedirler. Bu amaçla çeşitli doğal ve sentetik antioksidan maddeler kullanılmakta ve bu alanda çalışmalar devam etmektedir [11].

Emülsüfyer maddeler, kompozit emülsiyon filmlerde lipit dağılımını sağlamak ve kaplama maddelerinin etkinliğini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Asetillenmiş monogliserit, lesitin, gliserol monopalmitat, polisorbitat 60, polisorbitat 65, polisorbitat 80, sodyum lauril sülfat, sorbitan monooleat ve sorbitan monosterat yaygın olarak kullanılan emülsüfyerlerdir. Bu maddelere ilaveten amfiklik özellikleri nedeniyle birçok protein de emülsüfyer olarak kullanılmaktadır [6].

YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMA HAZIRLAMA ve GIDALARA UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Hazırlama Yöntemleri

Yenilebilir film ve kaplamaların hazırlanmasında çözücü uzaklaştırma, ısıtarak jelleştirme ve eriyiğin katılaştırılması gibi çeşitli yöntemlerden yararlanılmaktadır. Polisakkarit bazlı yenilebilir filmlerin üretiminde çözücü uzaklaştırma tekniği kullanılmaktadır. Bu yöntemde sürekli bir yapı oluşturulmakta ve bu yapı, polimer molekülleri arasında kimyasal ve fiziksel etkileşimler ile stabilize edilmektedir. Bu amaçla film çözeltisindeki makro moleküller önce; su, etanol veya asetik asit gibi çözücülerde çözündürülmekte ve bu çözeltinin içerisine jelleştirici ve çapraz bağ yapıcı maddeler ilave edilmektedir. Daha sonra bu çözelti ince bir tabaka halinde dökülmekte, kurutulmakta ve yüzeyden soyularak elde edilmektedir. Bazı protein filmlerinin (serum proteini, kazein, soya ve buğday gluteni) hazırlanmasında proteinlerin jelleşmesi için

çözelti önce ısıtma işlemine tabi tutulmakta ve hemen sonrasında soğutulmuş katılaştırılmaktadır. Katılaştırmayı takip eden eritme işlemi ise lipit yapısındaki filmlerin oluşturulmasında kullanılmaktadır [11].

Gıdalara Uygulama Yöntemleri

Yenilebilir film ve kaplamaların gıdalara uygulanmasında 5 farklı yöntemden yararlanılmaktadır. Bunlar; daldırma, püskürtme, boyama, dökme ve ekstrüzyon yöntemleridir [13]. Bunlardan en basit olanı, gıdanın 5-30 saniye süreyle doğrudan kaplama çözeltisine daldırıldığı uygulamadır [2, 13]. Daldırma yöntemi olarak bilinen bu uygulamada, gıda çözeltiyi absorbe etmekte ve yüzeyde istenen kalınlıkta film tabakası oluşmaktadır [2]. Bu yöntem düzgün olmayan yüzeylerin homojen bir şekilde kaplanması, kaplama materyalinin fazlasının uzaklaştırılması ve kurutma olanağı sağlaması gibi avantajlara sahip olmakla birlikte, büyük hacimli gıdaların kaplanmasına uygun değildir. Et, balık ve tavuk gibi kaslı gıdalara asetil gliseritlerin uygulanmasında önerilmektedir [14, 15].

Püskürtme yöntemi, ince bir tabaka şeklinde kaplama yapılması ve sadece bir yüzeyin kaplanmasının istendiği durumlarda kullanılmaktadır. Kalsiyum-aljinat gibi ikili kaplama uygulamalarında çapraz bağlanmayı kolaylaştırmak [11] ve kaplanmış gıda yüzeyinde ikinci bir film tabakası oluşturmak amacıyla da bu yöntemden yararlanılmaktadır [14]. Fazla miktarda kaplama materyali kullanılması, yöntemin en önemli dezavantajıdır. Bu nedenle yardımcı süreçler ile gıda üzerindeki kaplamanın tekdüze bir şekilde dağıtılması sağlanmaktadır [15].

Boyama yöntemi, genellikle homojen ve ince bir tabaka elde edilmesi veya gıdanın belli bir bölgesinin kaplanması durumunda kullanılmaktadır. Bu yöntemde, sıvı formdaki kaplama çözeltisi fırça yardımıyla boyama yapılarak gıdanın kaplanması sağlanmaktadır [14, 15]. Yenilebilir kaplama uygulamalarından sonra gıda yüzeyinin ortam sıcaklığında veya ısıtma yardımı ile kurutulması gerekmektedir. Kurutma süresinin kısa olması, ürün yüzeyinde daha homojen bir yapı oluşumunu sağlamaktadır [11].

Dökme yöntemi; düzgün bir yüzey üzerine, film oluşturacak çözeltinin istenilen kalınlıkta dökülmesi, yayılması ve kurutulması ile film oluşturma yöntemidir [14, 15]. Filmin yapısı; çözelti bileşimi, film döküm kalınlığı ve kurutma koşullarına bağlıdır [13]. Bu yöntemle elde edilen filmler, gıdanın gaz geçirgenliğini azalttığından direkt uygulamaları sınırlıdır. Bu nedenle, çoğunlukla püskürtme ve daldırma yöntemlerine yardımcı olarak kullanılmaktadır [14, 15].

Ekstrüzyon yöntemi, nişasta bazlı yenilebilir filmlerin yapımında kullanılmaktadır. Yöntemin esası, polimerlerin termoplastik özelliklerine dayanmaktadır. Bu yöntemde, polimerlere %10-60 oranında polietilen, glikol ve sorbitol gibi plastikleştiriciler eklenmektedir. Kurutma işlemine ihtiyaç duymaması ve çözücü ilavesi

gerekeceğinden, dökme yöntemine göre endüstriyel uygulamalara daha uygundur [13].

YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMALARIN FONKSİYONLARI

Yenilebilir film ve kaplamalar; nem, gaz ve yağ migrasyonuna karşı bariyer özelliklerini geliştirebilmekte, gıdanın mekaniksel özelliklerini geliştirebilmekte, uçucu bileşiklerin tutulmasını sağlayabilmekte, gıda katkı maddeleri, antioksidanlar ve antimikrobiyal maddelerin taşınmasına yardımcı olabilmektedir [2, 6]. Ayrıca, yenilebilir film ve kaplamalar ile gıdada mikrobiyal kontaminasyon ve gelişim önlenilebilmekte, kızartma işlemi uygulanacak gıdalarda, kızartma işlemi sırasında hayvansal ve bitkisel yağların alımı azaltılabilmektedir [2]. Gıdaların renk, parlaklık, şeffaflık, sertlik veya yapışkanlık gibi duyu özellikleri de yenilebilir ambalajlar ile geliştirilebilmektedir. Fonksiyonel etkinlik filmi oluşturan polimerlerin yapısına ve filmin kompozisyonuna bağlı olarak değişmektedir [16].

Yenilebilir film ve kaplamalar, genel olarak gıdaların kalite özelliklerini iyileştirerek ve raf ömürlerini artırarak fonksiyon göstermektedirler. Bununla birlikte, kaslı gıdalardaki fonksiyonları şu şekilde sıralanabilir [4, 11]:

- Taze veya dondurulmuş etlerin depolama süresince nem kaybetmeleri üründe tekstür, aroma ve renk değişikliklerine neden olurken, aynı zamanda satış ağırlığının da azalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle nem bariyer özelliği iyi olan yenilebilir ambalajlar et ve ürünlerinde depolama boyunca meydana gelen nem kaybını önlemede kullanılabilir.
- Taze et veya kanatlı et parçalarının plastik tabaklarda satışında, ürünün sahip olduğu su, damlama ile tabağın alt kısmında birikmekte ve tüketiciler açısından istenmeyen bir görüntü ortaya çıkmaktadır. Yenilebilir ambalajlar bu suyu bünyede tutarak damlamayı önleyebilir, ürünün pazarlanabilme kabiliyetini geliştirir ve plastik tabakların altına su tutucuların konulmasını gerektirmeyebilir.
- Etlerde miyoglobinin oksidasyonunun neden olduğu kahverengileşmenin ve lipit oksidasyonunun neden olduğu acılaştırmanın hızı, düşük oksijen geçirgenliğine sahip yenilebilir ambalajlar kullanılarak azaltılabilir.
- Sıcak olarak uygulanan yenilebilir kaplama çözeltileri kaslı gıdalarda bozulma etkeni ve patojen mikroorganizma yükünü azaltabilir ve ürün yüzeyinde bulunan proteolitik aktiviteye sahip enzimleri kısmen inaktif hale getirebilir.
- Yenilebilir film ve kaplamalar ile kaslı gıdalardan aroma kaybı ve gıdanın başka bir gıdadan koku alması engellenebilir.
- Yenilebilir ambalajlar, antioksidan ve antimikrobiyal maddeleri taşıyıcı ajan olarak kullanılarak, et ve ürünlerinin hem oksidasyon açısından ve hem de mikrobiyal açıdan stabil kalmasını sağlayabilir.
- Et ve ürünlerine uygulanan kaplamalar, kızartma esnasında yağ emilimini azaltacağından son ürünün besleyici değerinde bir iyileşme meydana getirebilir.

Bu önemli fonksiyonları yerine getiren yenilebilir film ve kaplamaların toksik, alerjik ve sindirilemeyen bileşen içermemesi, gıdada meydana gelebilecek mekanik zararları önlemesi, gıdaya iyi bir şekilde tutunarak yüzeye homojen bir görüntü vermesi, arzu edilmeyen duyu özelliklere yol açmaması, kolay üretilebilir ve uygulanmasının ekonomik olması gerekmektedir [2].

YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMALARIN KASLI GİDALARDA KULLANIMLARI

Kırmızı Et ve Ürünleri

Yenilebilir film ve kaplamaların oksidatif ve fiziksel strese karşı bariyer oluşturmaları ve antimikrobiyal/antioksidan maddeleri taşıyıcı özellik göstermeleri nedeniyle kırmızı et ve ürünlerinde kullanımları son yıllarda ilgi görmektedir. Yapılan çalışmalar, oksijen ve diğer gazların geçişini daha iyi kontrol ettiklerinden daha çok polisakarit ve kompozit film ve kaplamalar üzerinde yoğunlaşmıştır. Ouattara ve ark. [17] işlenmiş et ürünlerinde kitosan bazlı filmlerin kullanımının laktik asit bakterilerinin gelişimini çok fazla etkilemezken, *Enterobacteriaceae* üyelerinin gelişimini geciktirdiğini tespit etmişlerdir. Vargas ve ark. [18] kitosan filmle kaplanan hamburger köftelerin mikroorganizma yükünde depolama süresince azalma belirlemişlerdir. Park ve ark. [19] düşük yoğunluklu polietilen filmlere kitosan ilavesinin taze etlerde *L. monocytogenes*, *E. coli* ve *S. enteritidis* gelişimini engellediğini ve etin kırmızı rengini koruduğunu saptamışlardır. Kitosan bazlı kaplamaların *L. monocytogenes*'in inhibisyonunda etkili olduğu Beverly ve ark. [20] tarafından da tespit edilmiştir. Buna karşılık, Mu ve ark. [21] kitosan filmlerin bifteklerde *L. monocytogenes* gelişimini önlemede tek başına yeterli olmadığını bildirmişlerdir. Son yapılan bir çalışmada da kitosan bazlı kaplamaların, et ve ürünlerinin raf ömrünü artırmak ve mikrobiyal güvenlik parametrelerini geliştirmek için kullanılabilir olduğu vurgulanmıştır [22].

Kırmızı et ve ürünlerinde araştırılan bir diğer yenilebilir film ve kaplama aljinat bazlı olanlardır. Chidanandaiah ve ark. [23] aljinat kaplamaların köftelerde lipit oksidasyonunu geciktirdiğini ve mikroorganizma gelişimini inhibe ettiğini belirlemişlerdir. Wu ve ark. [24] nişasta-alginat-stearik asit bazlı yenilebilir filmlerin sığır eti köftelerinde nem kaybının kontrolünde etkili olduğunu, fakat lipit oksidasyonunun kontrolünde etkili olmadığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, tokoferol içeren aljinat filmlerin oksidasyonu önemli derecede geciktirdiğini, ancak aljinat filmlerle kaplanmış köftelerin, polyester torbalarda vakum ambalajlanmış örneklerden daha yüksek oksidasyon ve nem kaybı gösterdiğini belirlemişlerdir. Yu ve ark. [25] da sodyum aljinat filmlerin domuz etlerinin kalitesinin korunmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Tek başına veya antimikrobiyal ve antioksidan maddelerle zenginleştirilmiş pektin ve farklı protein bazlı yenilebilir film ve kaplamalar da kırmızı et ve ürünlerinde araştırılmıştır. Liu ve ark. [26] tarafından yapılan çalışmada, sosis üretiminde pektin bazlı filmlerin jelatin/sodyum aljinat karma filmlerine göre ticari üretime

daha uygun olduğu belirlenmiştir. Polilisin içeren serum protein izolatlarından elde edilen yenilebilir filmler, taze etlerin toplam bakteri sayılarını önemli derecede azaltmış ve laktik asit bakterilerinin gelişimini de tamamen durdurmuştur [27]. Taze etin raf ömrünü uzatmada güvey otu esansiyel yağları ile zenginleştirilmiş serum protein izolatları bazlı yenilebilir filmlerin oldukça etkili olduğu Zinoviadou ve ark. [28] tarafından rapor edilmiştir. Lisozim ve Na₂EDTA ile zenginleştirilmiş zein yenilebilir filmler 5 günlük soğuk depolama süresince sığır eti köftelerinde koliform ve toplam bakteri gelişimini inhibe etmiş ve oksidatif stabiliteyi önemli derecede artırmıştır [29].

Kateşinlerle zenginleştirilmiş deniz yosunu (*Gelidium corneum*) yenilebilir filmlerinin buzdolabında depolanan sosislerde antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, kateşin ilavesinin filmlerin gerilme kuvveti ve su buharı geçirgenliğini geliştirdiği bildirilmiştir. *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* türleri ile aşılana sosis örnekleri daha sonra yenilebilir filmlerle kaplanarak buzdolabında depolanmış ve filmle kaplanan örneklerde bu türler açısından kontrol örneklerine göre önemli bir azalma tespit edilmiştir. Ayrıca, kateşinle zenginleştirilmiş filmlerle kaplanan sosislerde oksidasyonun daha geç meydana geldiği bildirilmiştir [30]. Herring ve ark. [31] jelatin bazlı filmlerin soğuk depolanmış etlerin TBA sayısı, hem demir, metmyoglobin ve renk değişikliği gibi kalite parametrelerini koruduğunu bildirmişlerdir. Hong ve ark. [32] tarafından yapılan çalışmada, grefurt tohumu ve yeşil çay ekstraktı ile zenginleştirilmiş deniz yosunu bazlı filmlerin gerilme kuvveti ve su buharı geçirgenliği kontrol filmlerine oranla daha yüksek bulunmuş ve filme katılan antimikrobiyal madde oranı arttıkça *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* gelişimi önemli ölçüde inhibe edilmiştir. Karvakrol ile zenginleştirilmiş deniz yosunu bazlı filmler Lim ve ark. [33] tarafından da çalışılmış ve film çözeltisine karvakrol ilavesi su buharı geçirgenliğini azaltmış, buna karşın gerilme kuvveti ve uzama miktarını artırmıştır. Besiyeri ortamında karvakrol miktarının artırılması *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* gelişimini yavaşlatmıştır. Hazırlanan filmlerin sosislere uygulanması ile depolama boyunca mikrobiyal gelişim ve lipit oksidasyonu önemli düzeyde geciktirilmiş ve raf ömrü uzatılmıştır.

Nguyen ve ark. [34] yüksek miktarda (2500 IU/mL) nisin içeren filmlerle kaplanan sosislerin *L. monocytogenes* sayısında 14 günlük depolama sonunda yaklaşık olarak 2 log kob/g düzeyinde bir azalma belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada, karvakrol ve sinamaldehit ile zenginleştirilmiş elma, havuç ve ebegümeci gibi kaynaklardan elde edilen pektin bazlı yenilebilir filmler jambon ve Bologna tipi sosislerde çalışılmış ve karvakrol içeren filmlerin sinamaldehit içerenlere ve elmadan elde edilen pektin ile hazırlanan filmlerin, diğer materyallerden elde edilenlere göre daha iyi antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir [35]. Soya protein izolatı (SPI) bazlı yenilebilir filmlerin aerobik paketlenmiş ve 4°C'de depolanmış sığır etlerinde kullanıldığı bir çalışmada, SPI filmleri ile kaplanmış örneklerde TBA sayısı ve peroksit değeri artışı yavaşlamış, kontrol örneklerine göre, Hunter *L* ve *a*

değerlerinin düşmesi engellenmiş, ancak depolama boyunca et örneklerindeki toplam mikroorganizma ve *Listeria monocytogenes* sayıları etkilenmemiştir [36].

Kanatlı Etlere ve Ürünleri

Yenilebilir film ve kaplamaların tek başına veya antimikrobiyal ve antioksidan etkili bileşenlerle zenginleştirildikten sonra kanatlı eti ve ürünlerinde kullanımları üzerine de çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Pan ve ark. [37] güvey otu ve karanfil esansiyel yağları ile zenginleştirilmiş serum protein izolatu bazlı yenilebilir filmleri tavuk göğüs etlerine uygulamışlar ve filmlerin antimikrobiyal etkinliklerinin esansiyel yağ miktarı, esansiyel yağ türü ve analiz edilen mikroorganizma grubuna göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. 20 g/kg düzeyinde güvey otu esansiyel yağı içeren filmlerle kaplanan örneklerin raf ömrünün kontrol grubuna göre iki kat daha uzun olduğunu ve çoğu mikroorganizma grubunun tüketim için kabul edilebilir sınır değerlerin altında kaldığını rapor etmişlerdir. Higuera ve ark. [38] etil-Na-dodekanol-L-arjinat ile zenginleştirilmiş kitosan bazlı yenilebilir filmlerin tavuk etlerinin, Song ve ark. [39] da, greyfurt çekirdeği özü ile zenginleştirilmiş ayçiçeği tohum proteini/kırmızı alg kompozit filmlerinin ördek etlerinin mikrobiyolojik stabilitesini geliştirmede kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kitosan bazlı kaplamaların tavuk köftesi ve tavuk kebabı gibi kanatlı eti ürünlerinin raf ömrünü uzattığı [40] tarafından da bildirilmiştir.

Tavuk göğüs etlerinin kızartılması sırasında kaplama maddelerinin etkinliğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, tavuk göğüs etleri değişik konsantrasyonlardaki (%0, %1 ve %2.5) metil selüloz çözeltisine daldırılarak kaplanmış ve daha sonra 190 °C'de kızartma işlemine tabi tutulmuştur. %1 ve %2.5 oranında metil selüloz kullanılarak hazırlanan filmlerle kaplanan örneklerin filme tutunma değerleri kontrol örneklerinden yüksek bulunmuş ve bunun nedeni metil selülozun bağlanma yeteneği ve viskozitesi ile ilişkilendirilmiştir. %2.5 oranında metil selüloz ile hazırlanan çözeltiye daldırılan örneklerin daha az kızartma kaybı gösterdiği tespit edilmiştir [41]. Kurt ve Kılınççeker [42] tavuk etlerinin kaplanmasında, minimum düzeyde kaplama tutma, verim, nem, kızartma kaybı ve yağ içeriği yönünden soya protein izolatu bazlı filmlerin serum proteini bazlı filmlere göre daha iyi bir performans sergilediğini rapor etmişler ve bunun nedenini yüksek pH değeri ile açıklamışlardır. Buna karşın, serum protein bazlı filmlerin tavuk eti ve ürünlerinin yağda kızartılması sırasında yağ emilimini azaltmada etkili olduğu yönünde çalışmalar da mevcuttur [43, 44]. Martelli ve ark. [45] kassava nişastası ve %25 gliserol kullanarak hazırladıkları kaplamaların, tavuk nagıtlarının yağ alımını ve son ürün yağ miktarını önemli ölçüde azalttığını belirlemişlerdir.

Yenilebilir filmlerin zenginleştirilmesinde kullanılan önemli antimikrobiyal maddelerden biri de nisindir. Nisille zenginleştirilmiş zein [46] ve soya proteini [47, 48] bazlı filmlerin kanatlı eti ve ürünlerinde *L. monocytogenes*'in gelişimini inhibe etmede etkili olduğu belirlenmiştir. *Lactobacillus sakei* tarafından üretilen

sakacin A bakteriyosininin doğrudan veya film kaplama ile hindi göğüs etlerinde *L. monocytogenes*'in gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir [49]. Nisille zenginleştirilmiş filmlerin, kanatlı etlerinde *L. monocytogenes*'e ilaveten mezofilik aerobik bakteri ve *Salmonella* gelişimini inhibe ettiği de rapor edilmiştir [50]. Seol ve ark. [51] tavuk göğüs etlerinin muhafazasında ovotransferrin ve EDTA ile zenginleştirilmiş κ-karragenan bazlı yenilebilir filmlerin kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Su Ürünleri

Balık ve diğer su ürünleri protein olmayan azot, su aktivitesi ve pH değerlerinin yüksek olması nedeniyle mikrobiyolojik bozulmaya karşı duyarlı olup, yağ miktarı yüksek olanlarda oksidatif bozulma da görülebilmektedir [52]. Su ürünlerinde bozulmayı önleyebilmek veya yavaşlatmak amacıyla günümüzde farklı uygulamalara başvurulmaktadır. Bu uygulamalar içerisinde yenilebilir film ve kaplamalar önemli yer tutmaktadır. Yapılan birçok araştırma protein, polisakarit ve lipid kaynaklı yenilebilir film ve kaplama uygulamalarının su ürünlerinin kalitesini koruyarak raf ömrünü artırdığını göstermiştir.

Su ürünlerinde en fazla çalışılan film ve kaplamalardan biri kitosan bazlı olanlardır. Jeon ve ark. [53] kitosan bazlı kaplamaların balıklarda lipid oksidasyonunu ve su kaybını azalttığını ve kitosanın koruyucu etkisinin viskozitesiyle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Sathivel [54] somon balığını kitosan bazlı filmlerle kaplamanın lipid oksidasyonu ve damlama kaybını minimize ettiğini rapor etmiştir. Morina balığı köftelerinin yenilebilir filmle kaplanması üzerine çalışan Lopez-Caballero ve ark. [55] kitosan içermeyen kontrol grubu, toz kitosan ilave edilen grup ve kitosan-jelatin karışımı ile kaplanan grup olmak üzere 3 farklı örneklerle çalışmışlar ve köftelere toz kitosan ilavesinin bakteriyel gelişimi etkilemediğini, kitosan-jelatin kaplamaların duyuşal özelliklerinin iyi olduğunu ve bu kaplamaların toplam uçucu bazik azotu ve gram negatif bakteri sayısında azalmaya neden olarak köftelerde bozulmayı geciktirdiğini tespit etmişlerdir. Soğukta muhafaza edilen sazan balığının raf ömrü ve kalitesi üzerine kitosan kaplama işleminin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada %2'lik kitosan ile kaplanarak -3°C de 30 gün depolanan balıklarda, depolama süresince kalite özelliklerinin korunduğu ve raf ömrünün uzadığı bildirilmiştir [56]. Alak ve ark. [57] da, kitosan bazlı filmlerin antimikrobiyal etkisinden dolayı su ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında kullanılabileceğini ve bu etkinin kitosanın bakteriler için gerekli besin maddelerini absorbe etmesi veya negatif yüklü hücre membranı ile etkileşimi sonucu membran geçirgenliğinin artmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Kitosan kaplamaların gökkuşuğu alabalık filetoalarının muhafaza süresini uzattığı Can ve Patır [52] tarafından da belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada, balık yağı içeren kitosan kaplamaların 2°C'de 3 hafta ve -20°C'de 3 ay depolanan balık filetoalarının TBARS değerlerini önemli ölçüde azalttığı, toplam bakteri gelişimini inhibe ettiği, soğukta ve dondurarak depolama sırasında toplam lipid ve omega-3 yağ asitleri miktarını artırdığı ve dondurarak muhafaza edilen örneklerde kaplama yapılmayan örneklere göre damlama kayıplarını azalttığı tespit

edilmiştir [58]. Bu çalışmalara ilave olarak, kitosan bazlı kaplamaların tek başına veya farklı uygulamalarla birlikte su ürünlerinin kalite ve raf ömrünü artırdığı değişik araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir [59-61].

Aljinat kaplamalar, yaygın olarak kullanılan bir diğer yenilebilir kaplamalardır. Dumanlanmış somon balıklarında, *L. monocytogenes* ve *Salmonella anatum*'un kontrolü amacıyla nisin, istiridye lizozimi ve tavuk yumurta beyazı lizozimi içeren kalsiyum aljinat kaplamaların kullanımı üzerine yapılan çalışmada, 4°C de 35 gün depolanan balıklarda, lizozim içeren kalsiyum aljinat kaplamaların *L. monocytogenes* ve *Salmonella anatum* gelişimini inhibe ettiği, nisinin, istiridye lizozimi veya tavuk yumurtası beyazı lizozimi içeren kaplamalara ilave edilmesinin antimikrobiyal aktiviteyi artırdığı ve istiridye lizozimi ve tavuk yumurtası beyazı lizoziminin *L. monocytogenes* ve *Salmonella anatum*'a karşı benzer etki gösterdiği bildirilmiştir [62]. Song ve ark. [63] polifenol ve C vitamini içeren aljinat bazlı yenilebilir kaplamaların soğukta depolanan çipura balıklarının raf ömrü ve kalitesi üzerine etkisini incelemişler ve inceleme sonunda C vitamini ilavesinin, toplam bakteri gelişimini inhibe etme yönünden diğer uygulamalardan daha etkili olduğunu, kaplama işlemi uygulanmış örneklerde kimyasal bozulmaların azaldığını, su kaybının yavaşladığını ve duysal kalitenin arttığını tespit etmişlerdir.

Su ürünlerinin depolama kalitesinin artırılmasında kitosan ve aljinat kaplamalar dışında değişik kaynaklardan elde edilen protein ve polisakkarit bazlı film ve kaplamalar da tek başına veya değişik uygulamalarla birlikte çalışılmıştır. Ouattara ve ark. [64] kekik yağı ve sinamaldehit içeren protein bazlı yenilebilir kaplamaların, karideslerde bakteriyel gelişimi yavaşlattığını ve radyasyon ile birlikte uygulanması durumunda raf ömrünü 11 gün kadar uzattığını rapor etmişlerdir. Motalebi ve ark. [65] peyniraltı suyu proteinlerinden üretilen filmlerin balıklarda su ve oksijen bariyeri olarak iyi özellik göstermelerine rağmen, mikrobiyal gelişimin azaltılması için antimikrobiyal ajanlarla birlikte kullanılmalarının gerektiğini bildirmişlerdir. Tamminen ve ark. [66] patates kabuğu atığı ile hazırladıkları filmleri kekik yağı ile zenginleştirdikten sonra, soğuk dumanlanmış somon balığında kullanmışlar ve yağ konsantrasyonunun artışı ile film kalınlığının ve su buharı geçirgenliğinin azaldığını ve *L. monocytogenes* gelişiminin inhibe edildiğini belirlemişlerdir. %1 karanfil, %1 sarımsak ve %1 kekik yağı ile hazırlanmış gluten kaplamaları soğukta depolanan sıcak dumanlanmış alabalık filetolarında deneyen Akçay [67] gluten ve antimikrobiyal katkı gluten kaplamaların duysal ve mikrobiyal bozulmayı geciktirdiğini ve katkı gluten kaplamalar arasında, kekik yağı içerenlerin lipid oksidasyonunda etkili sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Can ve Çoban [68] alabalık filetolarının soğukta depolanmasında zein bazlı kaplamaların vakum ambalajlamaya alternatif olabileceğini bildirmişlerdir. Dursun Oğur [15] kollojen bazlı yenilebilir filmlerin üstün özelliklere sahip olduğunu ve sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının kalite ve raf ömürlerinin uzatılmasında kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

SONUÇ

Yenilebilir film ve kaplamaların kaslı gıdalarda kullanımı uzun yıllardan beri araştırılmakta ve birçok sistem kırmızı et, kanatlı eti ve su ürünlerinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu sistemlerin hemen hepsi günümüzde bazı eksiklikler sergilemekte ve ticari olarak uygulanabilir ve kabul edilebilir olarak değerlendirilmemektedir. Bu tür ambalaj materyallerinin ticari olarak kullanılabilirliğini geliştirmek ve sağlamak için uygun film ve kaplama materyalinin seçimi, prosesin optimizasyonu ve sanayiye uygunluğunun sağlanması ve maliyeti düşük uygulamaların geliştirilmesi konularında daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Cutter, C.N., 2006. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. *Meat Science* 74(1): 131-142.
- [2] Pavlath, A.E., Orts, W., 2009. Edible Films and Coatings: Why, What, and How? In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p.
- [3] Çağrı Mehmetoğlu, A., 2010. Yenilebilir filmlerin ve kaplamaların özelliklerini etkileyen faktörler. *Akademik Gıda* 8(5): 37-43.
- [4] Gennadios, A., Milford, A.H., Lyndon, B.K., 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT - Food Science and Technology* 30(4): 337-350.
- [5] Weller, C.L., Gennadios, A., Saraiva, R.A., 1998. Edible bilayer films from zein and grain sorghum wax or carnauba wax. *LWT - Food Science and Technology* 31(3): 279-285.
- [6] Robertson, G.L., 2013. *Food Packaging: Principle and Practice*. Third Edition, CRC Press, Boca Raton, 703p.
- [7] McHugh, T.H., 2000. Protein lipid interactions in edible films and coatings. *Nanrunng* 44(3): 148-151.
- [8] Falgueraa, V., Quinterob, J.P., Jimenezc, A., Munozb, J.A., Ibarza, A., 2011. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science and Technology* 22(6): 292-303.
- [9] Sallam, K.I., Ishioroshi, M., Samejima, K., 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausages. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 37(8): 849-855.
- [10] Turhan, S., Üstün, N.Ş., 2001. Et ve su ürünlerinde lipid oksidasyonu. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(1): 89-95.
- [11] Üstünol, Z., 2009. Edible Films and Coatings for Meat and Poultry. In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p.
- [12] Dursun, S., Erkan, N., 2009. Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Science* 3(4): 352-373.

- [13] Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha V., Yazhini, G., Banu, M.S., 2012. Edible films from polysaccharides. *Food Science and Quality Management* 3: 1-10.
- [14] Polat, H., 2007. İşlenmiş Et Ürünlerinde Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.
- [15] Dursun Oğur, S., 2012. Dumanlanmış Balıkların Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Yenilebilir Protein Film Kaplamanın Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul.
- [16] Debeaufort, F., Gallo, J.A.Q., Voilley, A., 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science* 38(4): 299-313.
- [17] Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A., Holley, R.A., 2000. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *International Journal of Food Microbiology* 62(1-2): 139-148.
- [18] Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., 2011. Application of chitosan-sunflower oil edible films to pork meat hamburgers. *Procedia Food Science* 1(1): 39-43.
- [19] Park, S.I., Marsh, K.S., Dawson, P., 2010. Application of chitosan-incorporated LDPE film to sliced fresh red meats for shelf life extension. *Meat Science* 85(3): 493-499.
- [20] Beverly, R.L., Janes, M.E., Prinyawiwatwala, W., No, H.K., 2008. Edible chitosan films on ready-to-eat roast beef for the control of *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology* 25(3): 534-537.
- [21] Mu, Y., Hudaa, N., Haiqiang, C., 2008. Control of *Listeria monocytogenes* on ham steaks by antimicrobials incorporated into chitosan-coated plastic films. *Food Microbiology* 25(2): 260-268.
- [22] Baranenko, D.A., Kolodyaznaya, V.S., Zabelina, N.A., 2013. Effect of composition and properties of chitosan-based edible coatings on microflora of meat and meat products. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 12(2): 149-157.
- [23] Chidanandaiah, Keshri, R.C., Sanyal, M.K., 2009. Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated (4 ± 1 °C) storage. *Journal of Muscle Foods* 20(3): 275-292.
- [24] Wu, Y., Rhim, J.W., Weller, C.L., Hamouz, F., Cuppett, S., Schnepf, M., 2001. Moisture loss and lipid oxidation for precooked ground-beef patties packaged in edible starch-alginate-based composite films. *Sensory and Nutritive Qualities of Foods* 66(3): 486-493.
- [25] Yu, X.L., Li, X.B., Xu, X.L., Zhou, G.H., 2008. Coating with sodium alginate and its effects on the functional properties and structure of frozen pork. *Journal of Muscle Foods* 19(4): 333-351.
- [26] Lim, G.O., Hong, Y.H., Song, K.B., 2010. Application of *Gelidium corneum* edible films containing carvacrol for ham packages. *Journal of Food Science* 75(1): 90-93.
- [27] Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis, C.G., 2010. Physical and thermo-mechanical properties of whey protein isolate films containing antimicrobials, and their effect against spoilage flora of fresh beef. *Food Hydrocolloids* 24(1): 49-59.
- [28] Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis, C.G., 2009. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science* 82(3): 338-345.
- [29] Ünal, I.U., Korel, F., Yemencioğlu, A., 2011. Active packaging of ground beef patties by edible zein films incorporated with partially purified lysozyme and Na(2)EDTA. *International Journal of Food Science and Technology* 46(6): 1289-1295.
- [30] Ku, K.J., Hong, Y.H., Song, K.B., 2008. Mechanical properties of a *Gelidium corneum* edible film containing catechin and its application in sausages. *Journal of Food Science* 73(3): 217-221.
- [31] Herring, J.L., Jonnalagadda, S.C., Narayanan, V.C., Coleman, S.M., 2010. Oxidative stability of gelatin coated pork at refrigerated storage. *Meat Science* 85(4): 651-656.
- [32] Hong, Y.H., Lim, G.O., Song, K.B., 2009. Physical properties of *Gelidium corneum*-gelatin blend films containing grapefruit seed extract or green tea extract and its application in the packaging of pork loins. *Journal of Food Science* 74(1): 6-10.
- [33] Lim, G.O., Hong, Y.H., Song, K.B., 2010. Application of *Gelidium corneum* edible films containing carvacrol for ham packages. *Journal of Food Science* 75(1): 90-93.
- [34] Nguyen, V.T., Gidley, M.J., Dykes, G.A., 2008. Potential of a nisin-containing bacterial cellulose film to inhibit *Listeria monocytogenes* on processed meats. *Food Microbiology* 25(3): 471-478.
- [35] Ravishankar, S., Jaroni, D., Zhu, L., Olsen, C., McHugh, T., Friedman, M., 2012. Inactivation of *Listeria monocytogenes* on ham and bologna using pectin-based apple, carrot, and hibiscus edible films containing carvacrol and cinnamaldehyde. *Journal of Food Science* 77(7): 377-382.
- [36] Shon, J., Eo, J.H., Eun, J.B., 2010. Effect of soy protein isolate coating on quality attributes of cut raw han-woo (Korean cow) beef, aerobically packaged and held refrigerated. *Journal of Food Quality* 33(Supp. s1): 42-60.
- [37] Pan, I.F., Granda, X.C., Mate, J.I., 2014. Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control* 36(1): 69-75.
- [38] Higuera, L., Lopez-Carballo, G., Hernandez-Munoz, P., Gavara, R., Rollini, M., 2013. Development of a novel antimicrobial film based on chitosan with LAE (ethyl-N(α)-dodecanoyl-L-arginate) and its application to fresh chicken. *International Journal of Food Microbiology* 165(3): 339-345.

- [39] Song, N.B., Song, H.Y., Jo, W.S., Song, K.B., 2013. Physical properties of a composite film containing sunflower seed meal protein and its application in packaging smoked duck meat. *Journal of Food Engineering* 116(4): 789-795.
- [40] Kanatt, S.R., Rao, M.S., Chawla, S.P., Arun, S., 2013. Effects of chitosan coating on shelf-life of ready-to-cook meat products during chilled storage. *LWT - Food Science and Technology* 53(1): 321-326.
- [41] Maskat, M.Y., Yip, H.H., Mahali, H.M., 2005. The performance of a methyl cellulose-treated coating during the frying of a poultry product. *International Journal of Food Science ve Technology* 40(8): 811-816.
- [42] Kurt, S., Kilincceker, O., 2011. Performance optimization of soy and whey protein isolates as coating materials on chicken meat. *Poultry Science* 90(1): 195-200.
- [43] Dragich, A.M., Krochta, J.M., 2010. Whey protein solution coating for fat-uptake reduction in deep-fried chicken breast strips. *Journal of Food Science* 75(1): 43-47.
- [44] Al-Abdullah, B.M., Angor, M.M., Al-Ismaïl, K.M., Ajo, R.Y., 2011. Reducing fat uptake during deep-frying of minced chicken meat-balls by coating them with different materials, either alone or in combination. *Italian Journal of Food Science* 23(3): 331-337.
- [45] Martelli, M.R., Carvalho, R.A., Sobral, P.J.A., Santos, J.S., 2008. Reduction of oil uptake in deep fat fried chicken nuggets using edible coatings based on cassava starch and methylcellulose. *Italian Journal of Food Science* 20(1): 111-118.
- [46] Janes, M.E., Kooshesh, S., Johnson, M.G., 2002. Control of *Listeria monocytogenes* on the surface of refrigerated, ready-to-eat chicken coated with edible zein film coatings containing nisin. *Food Microbiology and Safety* 67(2): 2754-2757.
- [47] Dawson, P.L., Carl, G.D., Acton, J.C., Han, I.Y., 2002. Effect of lauric acid and nisin-impregnated soy-based films on the growth of *Listeria monocytogenes* on turkey bologna. *Poultry Science* 81(5): 721-726.
- [48] Theivendran, S., Hettiarachchy, N.S., Johnson, M.G., 2006. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by nisin combined with grape seed extract or green tea extract in soy protein film coated on turkey frankfurters. *Journal of Food Science* 71(2): 39-44.
- [49] Trinetta, V., Floros, J.D., Cutter, C.N., 2010. Sakacin A-containing pullulan film: an active packaging system to control epidemic clones of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. *Journal of Food Safety* 30(2): 366-381.
- [50] Göğüş, U., Bozoğlu, F., Yurdugul, S., 2004. The effects of nisin, oil-wax coating and yogurt on the quality of refrigerated chicken meat. *Food Control* 15(7): 537-542.
- [51] Seol, K.H., Lim, D.G., Jang, A., Jo, C., Lee, M., 2009. Antimicrobial effect of κ -carrageenan-based edible film containing ovotransferrin in fresh chicken breast stored at 5 °C. *Meat Science* 83(3): 479-483.
- [52] Can, Ö.P., Patir, B., 2012. Kitosan kaplamanın gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi* 42(4):148-154.
- [53] Jeon, Y.J., Kamil, J.Y.V.A., Shahidi, F., 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and atlantic cod. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(18): 5167-5178.
- [54] Sathivel, S., 2005. Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss, and lipid oxidation of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. *Journal of Food Science* 70(8): 455-459.
- [55] Lopez-Caballero, M.E., Gomez-Guille, N.M.C., Perez-Mateos, M., Montero, P., 2005. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids* 19(2): 303-311.
- [56] Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y., 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry* 115(1): 66 - 70.
- [57] Alak, G., Aras Hisar, S., Hisar, O., Kaban, G., Kaya, M., 2010. Microbiological and chemical properties of bonito fish (*Sarda sarda*) fillets packaged with chitosan film, modified atmosphere and vacuum. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16(Suppl-A): 73-80.
- [58] Duan, J., Cherian, G., Zhao, Y., 2010. Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings. *Food Chemistry* 119(2): 524-532.
- [59] Chamanara, V., Shabanpour, B., Khomeiri M., Gorgin, S., 2013. Shelf-life extension of fish samples by using enriched chitosan coating with thyme essential oil. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 22(1): 3-10.
- [60] Günlü, A., Koyun, E., 2013. Effects of vacuum packaging and wrapping with chitosan-based edible film on the extension of the shelf life of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets in cold storage (4°C). *Food and Bioprocess Technology* 6(7): 1713-1719.
- [61] Sipahioğlu, S., 2013. Kitosan Esaslı Yenilebilir Filmle Kaplanmış Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) Filetolarının Raf Ömrü ve Kalitesi Üzerine Yüksek Hidrostatik Basınç İşleminin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Isparta.
- [62] Datta, S., Janes, M.E., Xue, Q.G., La Peyre, J.F., 2008. Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella annatum* on the surface of smoked salmon coated with calcium alginate coating containing oyster lysozyme and nisin. *Journal of Food Science* 73(2): 67-71.
- [63] Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J., Luo, Y., 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control* 22(3-4): 608-615.

- [64] Ouattara, B., Sabato, S.F., Lacroix, M., 2001, Combined effect of antimicrobial coating and gamma irradiation on shelf life extension of pre-cooked shrimp (*Penaeus spp.*). *International Journal of Food Microbiology* 68(1-2): 1-9.
- [65] Motalebi A.A., Hasanzati Rostami A., Khanipour A.A., Soltani, M., 2010. Impacts of whey protein edible coating on chemical and microbial factors of gutted kilka during frozen storage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 9(2): 255-264.
- [66] Tammineni, N., Ünlü, G., Min S.C., 2013. Development of antimicrobial potato peel waste-based edible films with oregano essential oil to inhibit *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon. *International Journal of Food Science and Technology* 48(1): 211-214.
- [67] Akçay, S., 2012. Antimikrobiyal Madde İçeren Yenilebilir Filmlerin Dumanlanmış Balığın Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- [68] Can, Ö.P., Çoban, Ö.E., 2012. Vakum paketlemenin ve zein ile kaplamanın balık filetolarının kalite kriterleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(1): 87-91.
-