



Application of Edible Film and Coatings Enriched with Active Compounds for Fresh and Processed Meat and Fish Products

Ali Kozlu^{1,2,a}, Yeşim Elmacı^{2,b,*}

¹Pınar Meat Industry Co- Research and Development Center, 35730 Kemalpaşa, İzmir, Turkey

²Department of Food Engineering, Engineering Faculty, Ege University, 35100 Bornova, İzmir, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 30/11/2020 Accepted : 22/03/2021</p> <p>Keywords: Meat products Fish products Edible film coating Active compound Antioxidant</p>	<p>Food resources are rapidly depleting due to the increase in world population and ecological problems, nowadays. For this reason, it is very important to protect and improve the durability of foods as well as to produce them. Since meat and fish products are sensitive foods, they can deteriorate very quickly under inappropriate storage conditions. Various quality losses can occur as a result of biochemical and microbiological degradation during storage of fresh or processed meat and fish products. Edible film and coating applications are noted as an interesting approach among packaging methods used to preserve desirable sensory properties of meat and fish products and to delay biological, chemical and microbiological spoilage in these food products. Edible film and coatings are low cost and easy to apply packaging methods that use environmentally friendly and biodegradable materials obtained from natural sources such as protein, lipid or polysaccharide. In addition, edible film and coatings can act as carriers for active ingredients such as antimicrobials, antioxidants and flavorings. Edible film and coatings containing active ingredients are suitable for preservation of meat and fish products. These edible packaging treatments improve the storage time of meat and fish products by preventing moisture loss, retarding microbiological spoilage and restricting the growth of pathogenic microorganisms, slowing the oxidation of lipid, protein and pigment and extending the sensory acceptability of products. In this review, information was given about the applications of edible film and coatings enriched with active ingredients to meat, fish and derived products and the protective effect against microbial spoilage and oxidative deterioration and sensory quality losses occurring in these products during the storage period.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(5): 868-877, 2021

Aktif Bileşenler ile Zenginleştirilmiş Yenilebilir Film ve Kaplamaların Taze ve İşlem Görmüş Et ve Balık Ürünlerine Uygulanması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makale</i></p> <p>Geliş : 30/11/2020 Kabul : 22/03/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Et ürünleri Balık ürünleri Yenilebilir film kaplama Aktif bileşen Antioksidan</p>	<p>Son yıllarda gıda kaynakları dünya nüfusu ve ekolojik problemlerin artışına bağlı olarak büyük bir hızla tükenmektedir. Bu nedenle gıdaların üretilmesi kadar korunması ve dayanıklılığının geliştirilmesi de büyük önem taşımaktadır. Özellikle et ve balık ürünleri hassas gıdalar olduklarından uygun olmayan depolama koşulları altında çok çabuk bozulabilmektedir. Taze veya işlenmiş et ve balık ürünlerinde, depolama süresince biyokimyasal ve mikrobiyal bozulmaların bir sonucu olarak çeşitli kalite kayıpları meydana gelebilmektedir. Et ve balık ürünlerinde arzu edilen duyuşal özelliklerin korunması, biyolojik, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaların geciktirilmesi amacıyla kullanılan ambalajlama yöntemleri arasında ilgi çekici bir yaklaşım olarak yenilebilir film ve kaplama uygulamaları dikkat çekmektedir. Protein, lipit veya polisakkarit gibi doğal kaynaklardan elde edilen, çevre dostu ve biyolojik olarak parçalanabilir materyallerin kullanıldığı yenilebilir film ve kaplamalar düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle ön plana çıkmaktadır. Ayrıca yenilebilir film ve kaplamalar antimikrobiyaller, antioksidanlar ve lezzet arttırıcı maddeler gibi aktif bileşenler için taşıyıcı olarak hareket edebilmektedir. Aktif bileşenleri içeren yenilebilir film ve kaplamalar, et ve balık ürünlerinin muhafaza edilmesi için uygundur. Söz konusu ambalajlama yöntemi nem kaybını engelleyerek, mikrobiyolojik bozulmaları geciktirerek ve patojen mikroorganizmaların üremesini kısıtlayarak, lipit, protein ve pigment oksidasyonunu yavaşlatarak ve ürünlerin duyuşal özellikler açısından kabul edilebilirliğini uzatarak et ve balık ürünlerinin depolama süresini uzatmayı hedeflemektedir. Bu derlemede aktif bileşenler ile zenginleştirilmiş yenilebilir film ve kaplamaların et, balık ve türev ürünlerine uygulanması ve depolama süresince bu ürünlerde meydana gelebilecek mikrobiyal ve oksidatif bozulmalara ve duyuşal kalite kayıplarına karşı gösterdiği koruyucu etki hakkında bilgi verilmiştir.</p>

^a alikoju92@gmail.com

^b <http://orcid.org/0000-0002-3924-0031> | yesim.elmaci@ege.edu.tr

^c <http://orcid.org/0000-0001-7164-838X>



Giriş

Yenilebilir ambalajlar gıda, ambalaj ve koruma kavramlarını bir araya getirerek ambalaj teknolojisine farklı bir boyut kazandırmıştır. Yenilebilir ambalajlar gıdalar ile tüketilebilen ve gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan materyaller olarak tanımlanmaktadır (Suput ve ark., 2015). Yenilebilir filmler ve yenilebilir kaplamalar yenilebilir ambalaj sınıfında yer almakta ancak bu iki metot arasında temel farklılıklar bulunmaktadır. Yenilebilir kaplamalar genelde daldırma, boyama, dökme veya püskürtme şeklinde gıdaya uygulanmakta ve ürün üzerinde ince tabakalar halinde oluşturulmaktadır. Yenilebilir filmler ise katı bir tabaka şeklinde hazırlanmakta ve ürün oluşturulan bu filmler ile sarılmaktadır (Enbuscado ve Huber, 2009). Biyobozunur ve yenilebilir özellikteki film ve kaplamalar et, balık ve türev ürünlerinde meydana gelen nem kaybı, renk değişikliği, lipid oksidasyonu, bozulmaya bağlı yabancı kötü koku oluşumu ve doğal aroma kayıpları gibi arzu edilmeyen durumları önleyerek bu tip ürünlerin raf ömrünü artırmakta ve işlevsellik kazandırmaktadır (Tural ve ark., 2017). Yenilebilir film ve kaplama kavramı çevresel kaygılar ve plastik imha etme yükünün artması, gıda sanayi atıklarının kullanımı ve tüketicilerin doğal, besleyici ve sağlıklı gıdalara olan talebi gibi konular ile ilgili olarak ortaya çıkmıştır (Umaraw ve Verma, 2017; Kozlu ve Elmacı, 2019). Yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde hammadde olarak protein, lipid veya polisakarit kaynaklarından ya da gıda endüstrisi atıklarından üretilen biyopolimerler kullanılmaktadır. Söz konusu biyopolimerler antimikrobiyaller, antioksidanlar, tatlandırıcılar, nutrasötikler gibi aktif ajanların taşıyıcıları olarak hareket edebilmektedir (Cutter, 2006; Trevino-Garza ve ark., 2017; Hassan ve ark., 2018; Topuz ve Boran, 2018).

İnsanlığın doğuşundan itibaren beslenmenin önemli bir parçası olan et, fizyolojik fonksiyonların mükemmel bir düzende sürdürülebilmesi için gerekli tüm bileşenleri yeterli oranda içeren son derece organize bir gıda grubudur (Pereira ve Vicente, 2013). Bu nedenle etin diyetlerde düzenli olarak alımı insan sağlığını desteklemekte ve yetersiz beslenme ile savaşabilmektedir. Bununla birlikte, et raf ömrünün uzatılabilmesi için soğutma ile birlikte uygun işleme tekniklerine de ihtiyaç duyan çabuk bozulabilir bir gıda grubudur (Gennadios ve ark., 1997). Ayrıca, parçalanmış et ürünlerinde (kuşbaşı, biftek vb.) temas ve yüzey alanı artmış olduğundan bütünlüğü bozulmamış (bütün) taze et ürünlerine kıyasla mikrobiyolojik ve oksidatif bozulmalar daha hızlı gerçekleşmektedir. Kimyasal bozulma büyük ölçüde lipid oksidasyonundan kaynaklanmaktadır. Bu reaksiyonları etkileyen faktörler ise kompozisyon, bileşenler, hava, ışık ve işleme sıcaklığıdır (Shah ve ark., 2014). Etteki membran fosfolipitlerinde bulunan doymamış yağ asitleri ve trigliseritler oksidasyona karşı oldukça hassastır. Oksidasyon ürünlerinde renk, görünüm, lezzet ve dokuda arzu edilmeyen çeşitli değişikliklere neden olmakta ve besin değerini azaltmaktadır. Bu reaksiyonların bir sonucu olarak ortaya çıkan ara ve son ürünler, kokuların ve diğer değişikliklerin gelişmesinden sorumlu olan hidroperoksitler, kısa zincirli aldehitler ve ketonlardır (Sanchez-Ortega ve ark., 2014; Umaraw ve ark., 2020).

Hijyenik işleme koşulları altında mikrobiyal yük en aza indirilmekte ancak proses ve taşıma koşulları zararlı mikroorganizmaların çoğalmasını tetikleyebilmektedir. Bu mikroorganizmaların çoğalması ve yayılması fiziksel, kimyasal ve duyuşal değişikliklere neden olabilmektedir (Nikmaram ve ark., 2018; Dominguez ve ark., 2018). Bu nedenle, bozulmayı önleyen ve/veya yavaşlatan fonksiyonel bileşenleri ambalajlamaya dâhil etmek, et, balık ve türev ürünlerinin korunmasına yönelik umut verici bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır.

Yenilebilir film ve kaplamalar çeşitli bileşenler için taşıyıcı olarak görev yapmaktadır. Antimikrobiyaller, antioksidanlar, probiyotikler ve nutrasötikler gibi biyoaktif maddeler, esmerleşme karşıtı ajanlar, aromalar ve renklendiriciler film formülasyonlarına dahil edilebilmekte böylece film ve kaplamaların fonksiyonel özellikleri iyileştirilebilmektedir (Kozlu ve Elmacı, 2019; Umaraw ve ark., 2020). Ayrıca film ve kaplamalara ilave edilen söz konusu bileşikler etkili konsantrasyonlarda kullanıldığında gıda ürünlerinin kalite özelliklerini geliştirmekte ve fonksiyonel ürünlerin elde edilmesi için kullanılabilir (Pranoto ve ark., 2005; Enbuscado ve Huber, 2009; Umaraw ve Verma, 2017).

Bu çalışmada, taze ve işlenmiş et ve balık ürünlerinin raf ömrünü uzatmak, mikrobiyal yükünü azaltmak ve duyuşal özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılan aktif bileşen ilaveli yenilebilir film ve kaplamaların güncel uygulamaları araştırılmıştır. Ayrıca bu ürünlerde depolama süresince meydana gelen fiziksel, kimyasal ve duyuşal kalite kayıpları ve mikrobiyal gelişmelere karşı gösterdiği koruyucu etki ile ilgili bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Et, Balık ve Türev Ürünlerinde Bozulmayı Etkileyen Faktörler

Et ve balık gibi hassas yapılı gıda ürünlerinde bozulmaları önlemek, kalite kayıplarını geciktirmek ve raf ömrünü uzatmak için uygun koruma yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle mikrobiyal üreme et ve balık ürünlerinde bozulmaların başlıca nedenleri arasında yer almaktadır (Tural ve ark., 2017). Ette mikrobiyal bozulmayı etkileyen başlıca et faktörler pH, nem içeriği, su aktivitesi (a_w), oksidasyon/reduksiyon (O/R) potansiyeli, besin bileşimi, antimikrobiyal bileşikler ve biyolojik yapılarıdır (Hygreeva ve ark., 2014; Iulietto ve ark., 2015). pH mikroorganizmaların gelişimini ve aktivitesini belirleyen önemli faktörlerden biridir. Mikroorganizmaların büyük bir kısmının pH 7,0 civarında (6,6–7,5 aralığında) en iyi şekilde geliştiği tespit edilmiştir. Taze etin pH'sı nötr değer aralığında olduğundan birçok mikroorganizmanın gelişmesi için uygundur (Erkmen, 2013). Gıdalardaki su, gıdanın yapısına bağlı olarak biyokimyasal ve mikrobiyolojik pek çok tepkimedede rol almaktadır. Gıdaların kimyasal ve mikrobiyolojik kararlılığı su aktivitesi (a_w) değeri ile ölçülebilmektedir. Taze et ürünlerinin su aktivitesi genellikle 0,98-0,99 aralığında olduğundan mikroorganizmalar (özellikle $a_w=0,91$ değerinin altında gelişmeyen patojen bakteriler) için ideal bir gelişme ortamıdır (Aymerich ve ark., 2002; Lorenzo ve ark., 2015). Mikroorganizmalar gelişebilmek ve çoğalabilmek için su, enerji kaynağı, azot kaynağı,

vitaminler ve mineraller gibi ilgili gelişme faktörlerine gereksinim duymaktadır. Bu nedenle mikroorganizmalar etin besin değerinden sıklıkla yararlanmaktadır (Iulietto ve ark., 2015). Sarımsak ve soğan, karanfil, tarçın, adaçayı, kekik gibi baharatlardan veya bitkilerden elde edilen ve antimikrobiyal aktivite gösteren çeşitli bileşikler ile et ürünlerinde mikroorganizmalara karşı direnç sağlanabilmektedir (Hygreeva ve ark., 2014; Fernández-Pan ve ark., 2014). Dış faktörler substrat özelliklerinden bağımsız olarak et, balık ve türev ürünlerinde koruma stratejilerinin geliştirilmesinde önemli rol oynayan faktörlerdendir. Dış faktörleri, et ve balık ürünlerinin depolandığı çevrenin koşulları oluşturmaktadır. Bu faktörler mikroorganizmaların yanı sıra gıdanın doğal yapısının korunması açısından da önem taşımaktadır (Iulietto ve ark., 2015). Depolama sıcaklığı, çevrenin bağıl nemi, gazların varlığı ve konsantrasyonu, diğer mikroorganizmaların varlığı/yokluğu dış faktörler arasında yer almaktadır (Erkmen, 2013). Sıcaklık mikroorganizmaların gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden biri olup, mikroorganizmaların çok geniş sıcaklık aralığında gelişebildiği bilinmektedir (Sanchez-Ortega ve ark., 2014). Et ve balık ürünlerinde bulunan mikroorganizmaların gelişebildikleri sıcaklık derecelerinin saptanması söz konusu ürünlerin depolanması sırasında seçilecek depo sıcaklıkları hakkında bilgi vermektedir. Yüksek sıcaklıkta depolama ve uzun depolama süresi renk, koku, doku gibi duyu kalite kayıplarını ve mikrobiyal bozulmayı arttırmaktadır (Antoniewski ve Barringer, 2010; Umaraw ve ark., 2020). Gıdaların depolandığı çevrenin bağıl nemi gıdanın su aktivitesini etkilemekte ayrıca gıda yüzeyinde mikroorganizmaların gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır. Etlere depolandığı çevrenin bağıl nemi gıdanın su aktivitesini (a_w) etkileyebilmekte dolayısıyla yüzeydeki mikrobiyal gelişimi tetikleyebilmektedir (Aymerich ve ark., 2002). Uygun şekilde ambalajlanmayan et ürünlerinde, buzdolabı sıcaklığında buzdolabı bağıl neminin yüksek olması ve etlerde bozulmaya neden olan mikroorganizmaların genel olarak aerobik olması nedeniyle yüzeysel bozulmalar meydana gelebilmektedir (Jay ve ark., 2005). Aynı şekilde yüksek a_w değerine sahip gıdalar bağıl nemi düşük ortamda tutulduğunda su kaybederek kurumaya başlamaktadır (Gomez ve Lorenzo, 2012; Umaraw ve ark., 2020). Söz konusu ürünlerin depolanmaları için uygun bağıl nem seçilirken mikrobiyal kalitenin ve gıdalarda istenen kalite özelliklerinin muhafaza edilmesi amaçlanmalıdır. Bir gıdada hangi parametrenin ne düzeyde etkili olduğu tespit edilerek gelişecek olası mikroorganizmaların tipleri belirlenebilmekte ve sonuç olarak gıdanın stabilitesi hakkında tahmin yürütülebilmektedir.

Et, balık ve türev ürünleri oksidatif reaksiyonlara karşı oldukça hassas olduklarından bu tip ürünlerde lipit oksidasyonunun bir sonucu olarak çeşitli kalite kayıpları meydana gelebilmektedir. Oksidasyon sonucu ürünlerde ransit tat ve aroma oluşumu, toksik oksidasyon ürünlerin oluşumu, ürüne has lezzetin kaybolması, dokusal bozukluklar ile esansiyel yağ asitleri ve vitaminlerin yıkımına bağlı olarak besleyici değerinin azalması gibi olumsuz etkiler görülebilmektedir (Iulietto ve ark., 2015; Umaraw ve Verma, 2017). Fazla miktarda çoklu doymamış yağ asidi içeren et ve balıklarda lipit oksidasyonu sıklıkla görülmektedir. Söz konusu ürünlerde lipit oksidasyonu

trigliseritlerin ve/veya fosfolipitlerin bozulması ile ilişkilidir (Tural ve ark., 2017; Özoğul ve ark., 2017). Doymamış yağ asitlerinde meydana gelen bu oksidatif değişimin hızı ürünün muhafaza koşullarına, yağ içeriğine ve yağ asitleri kompozisyonuna göre şekillenmektedir. Oksijen et ve balık ürünlerinde lipit oksidasyonunu tetikleyen veya hızlandıran reaktiflerin başında yer almaktadır. Ayrıca lipit oksidasyonun hızını yağ asitlerinin doymamışlık derecesi, zaman, sıcaklık, ışık, metal iyonlarına maruz kalma, antioksidan ve prooksidanların varlığı gibi faktörler büyük ölçüde etkilemektedir (Secci ve Parisi, 2015; Dominguez ve ark., 2019). Emülsiyon bazlı et ürünlerinde, artan yüzey alanı, yapısal bütünlüğün bozulması, hava ile temas, kullanılan mutfak aletleri ve yüzey yoluyla meydana gelen kontaminasyon lipit oksidasyonu ve mikrobiyal bozulmayı kolaylaştıran nedenler arasında yer almaktadır (Umaraw ve ark., 2020). Sonuç olarak, lipit oksidasyonu, besin kalitesi, duyu kalite karakteristikler (arzu edilmeyen tat ve koku oluşumu, doğal aromanın kaybolması, renk kaybı) ve çeşitli zararlı bileşiklerin oluşumu (örneğin kanserojen maddelerin oluşumu) üzerinde zararlı etkilere yol açabilmektedir. Örneğin lipit oksidasyonu sırasında meydana gelen malonaldehit birikimine, ürünün lezzeti ve potansiyel kanserojen aktivitesi üzerindeki zararlı etkilerden dolayı özellikle dikkat çekilmiştir (Ghaly ve ark., 2010; Dominguez ve ark., 2019).

Fonksiyonel Yenilebilir Film ve Kaplamaların Et, Balık ve Türev Ürünlerinde Kullanılması

Yenilebilir film ve kaplamaların geliştirilmesinde güncel eğilim antimikrobiyaller ve antioksidanlar gibi çeşitli fonksiyonlara sahip doğal kaynaklı aktif bileşenlerin film formülasyonlarında kullanılmasıdır (Sirocchi ve ark., 2017). Genellikle kullanılan ve test edilen aktif bileşikler uçucu yağlar, bitki ve baharat ekstraktları, organik asitler ve probiyotiklerdir (Sánchez-González ve ark., 2011; Umaraw ve Verma, 2017). Özellikle uçucu yağlar depolama süresince gıdalardaki stabiliteyi geliştirmekte, mikrobiyal gelişmeleri inhibe etmekte ve gıdaları oksidasyona karşı korumaktadır (Catarino ve ark., 2017; Giteru ve ark., 2017). Örneğin, oksijen ve karbondioksit gibi gazlara maruz kalmak, et ve et ürünlerinde arzu edilen rengin korunmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Renk, tüketicilerin satın almadan önce etin tazeliği ile ilgili olarak gözlemledikleri en önemli kalite parametreleri arasında yer almaktadır. Dolayısıyla yenilebilir film ve kaplamaların gaz bariyeri ve seçici geçirgenlik özelliklerinin geliştirilmesi, antimikrobiyaller, antioksidanlar gibi aktif maddelerin film kaplamalara dahil edilmesi başarılı bir uygulama için gerekli karakteristiklerdir. Bu nedenle, et, balık ve türev ürünlerinin korunması için söz konusu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Yenilebilir film ve kaplamaların taze ve işlenmiş et ve balık ürünlerinde kullanımına dair çalışmalar uzun yıllardır devam etmektedir. Yenilebilir film ve kaplamalar ürün ile birlikte tüketilebildiklerinden ekolojik olarak bir sorun teşkil etmezler. Ayrıca biyobozunur özellikte olduklarından diğer kanser riski yaratan petrol türevi polimerik ambalajlara göre doğada daha hızlı parçalanırlar. Ancak yenilebilir film ve kaplamalar yeni bir teknoloji

olduğundan çoğu tüketici tarafından yeterince tanınmamaktadır. Yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı sentetik ambalaj materyallerine kıyasla sınırlı olup mekanik özellikleri ve dayanımı daha düşüktür. Ayrıca söz konusu film ve kaplamalar yenilebilir özellikte olduklarından genellikle ikinci bir ambalaj materyaline ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamaların taze ve işlenmiş et ve balık ürünlerinde ticari olarak uygulanabilir olması için sergilediği tüm bu dezavantajlar en aza indirilmelidir. Bu tür ambalaj materyallerinin endüstriyel olarak kullanılabilirliğini geliştirmek ve sanayiye uygunluğunu sağlamak için daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Tural ve ark., 2017; Kozlu ve Elmacı, 2019).

Antimikrobiyal Ajanlar ve Mikrobiyal Bozulmalara Etkileri

Et, balık ve türev ürünlerinde kalite kayıplarının yaşanmasından büyük ölçüde mikrobiyal gelişmeler sorumludur. Bu tip ürünlerin raf ömrünü geliştirmek için tercih edilen yenilebilir film kaplamaların antimikrobiyal aktivitesini güçlendirmek amacıyla çeşitli antimikrobiyal bileşikler (uçucu yağlar, organik asitler, bakteriyosinler, proteinler ve sulu ve etanolik çeşitli bitki ve baharat ekstratları) kullanılmaktadır. Antimikrobiyal özellikteki aktif bileşiklerin kullanıldığı yenilebilir film ve kaplamaların en büyük avantajı içerdikleri söz konusu etkin maddelerin uygulandığı gıdaya kolaylıkla nüfuz edebilmesidir. Böylelikle meydana gelebilecek mikrobiyal gelişmeler inhibe edilerek ürünlerin daha uzun süre bozulmadan saklanması sağlanmaktadır (Çağrı ve ark., 2004; Sanchez-Ortega ve ark., 2014). Et, balık ve türev ürünlerinin raf ömrünü geliştirmek ve kalite özelliklerini korumak amacıyla çeşitli aktif maddelerin taşıyıcısı olarak görev yapan yenilebilir film ve kaplamalara yönelik uygulamalar Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'den görüldüğü gibi aktif bileşenlerin ilave edildiği yenilebilir film ve kaplamalar taze veya işlem görmüş et, balık ve türev ürünlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Fenolik bileşik ve terpenoid bakımından zengin baharat ekstratları, çeşitli bitkisel yan ürünler ve özellikle karvakrol ve timol içeren uçucu yağlar ile formüle edilen film ve kaplamaların et ürünlerinde mikrobiyal proliferasyonu olumlu bir şekilde geciktirme eğiliminde olduğu ifade edilmektedir. Karvakrol mikroorganizmaların hücre zarında biriken ve membranında yapısal değişikliklere ve parçalanmaya neden olan, membran boyunca elektron akışını bozan ve sonuçta hücrelerin ölümüne neden olan hidrofobik bir bileşiktir. Benzer şekilde timol ve mentol gibi monoterpenler mikroorganizmaların hücre zarında lipit fraksiyonunu etkileyerek geçirgenliği değiştirmekte, hücredeki bileşenlerin yapısını bozarak hücresel sızıntıya neden olmaktadır (Trombetta ve ark., 2005; Ben Arfa ve ark., 2006).

Karvakrol ile formüle edilmiş elma püresi bazlı yenilebilir film kaplamasının soğukta depolanan (+4°C) tavuk göğsündeki bozulma yapan mikroorganizmaların gelişimini inaktive ettiği belirlenmiştir (Ravishankar ve ark., 2009). Benzer şekilde, kekik uçucu yağı ilave edilmiş peynir altı suyu proteini film kaplamasının 4°C'de depolanan tavuk göğsü etine uygulanmasıyla bozulma yapan mikroorganizmaların gelişmesini etkili bir şekilde

kontrol altına aldığı ve bu aktif kaplama sayesinde ürünün raf ömrünün 6 günden 13 güne uzadığı saptanmıştır (Fernández-Pan ve ark., 2014). Başka bir çalışmada ise yabancı İran kekiği uçucu yağı içeren kitosan kaplamasının tavuk etine uygulanması ile toplam canlı sayısı ve bazı mikroorganizmaların (Laktik asit bakterileri, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, küf ve mayalar) gelişiminin 4°C'de depolama ile önemli ölçüde inhibe edildiği belirlenmiştir. Kaplanmamış örnekler 5. günde raf ömrünü tamamlarken kaplanmış örneklerin raf ömrünün 20 güne kadar uzadığı saptanmıştır (Bazargani-Gilani ve ark., 2015). Üzüm çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamaların tavuk etine uygulandığı bir çalışmada ise soğuk depolama süresince kaplanmış örneklerde mikrobiyal gelişimin önemli ölçüde geciktirildiği ve ürünlerin raf ömrünün 9 günden 20 güne uzadığı belirlenmiştir (Hassanzadeh ve ark., 2017).

Sinirotu (*Plantago major*) tohumu müsilağı ve dereotu (*Anethum graveolens*) uçucu yağı kullanılarak hazırlanan film kaplamasının sığır etine uygulandığı bir çalışmada kaplanmamış örneklerin raf ömrü 6 gün olarak belirlenirken kaplanmış örneklerde aktif bileşen ilavesiyle mikrobiyal gelişim yavaşlatılmış ve örneklerin raf ömrü 18 güne kadar uzatılmıştır (Behbahani ve ark., 2017). Kaffir lime yaprağı oleoresini ile hazırlanmış cassava (manyok) nişastası bazlı yenilebilir kaplama sığır etine uygulandığında örneklerde mikrobiyal stabilitenin arttığı, depolama sonunda toplam canlı sayısında 1.34 log azalma sağlandığı saptanmıştır (Utami ve ark., 2017). Benzer bir etki de tarçın ve karanfil uçucu yağları ile zenginleştirilmiş cassava nişastası yenilebilir film kaplamasının uygulandığı sığır eti filetolarında görülmüş ve kaplama ile mikrobiyal stabilite geliştirilmiştir (Radha Krishnan ve ark., 2015). Farklı aktif bileşenlerin (Kateşin ve lizozim) dahil edildiği jelatin bazlı bir film kaplama domuz etine (kıyma) uygulandığında kaplanmış örneklerde depolama süresi boyunca (7 gün ve 4°C) mikrobiyal gelişimde önemli bir azalma belirlenmiştir (Kaewprachu ve ark., 2015). Sığır etinden yapılan burger köftelerine raf ömrünü uzatmak amacıyla kekik otu ve kekik uçucu yağlarının ilave edildiği soya protein bazlı yenilebilir kaplamalar uygulandığında 7 gün süresince 4°C'de depolanan örneklerde kaplama ile *Pseudomonas* spp.'ye karşı olumlu sonuçlar elde edilmiş ancak söz konusu kaplamaların laktik asit bakterileri ve toplam canlı sayısı üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir (Emiroğlu ve ark., 2010).

İki farklı geleneksel Portekiz sosisine (Painhos ve alheiras) kekik uçucu yağı ilaveli peynir altı suyu proteini kaplaması uygulandığında 4 aylık depolama süresince mikroorganizma gelişmesinin önemli ölçüde yavaşladığı, alheiras ve painhos örneklerinin raf ömrünün 83 günden sırasıyla 98 ve 104 güne uzadığı belirlenmiştir (Catarino ve ark., 2017). Elma kabuğu tozu ve tartarik asit ile formüle edilmiş selüloz bazlı kaplama dana etli köftelere uygulandığında depolama süresi boyunca meydana gelen mezofilik aerobik bakteri sayısındaki artışın ve *Salmonella enterica* gelişiminin aktif bileşen ilaveli kaplama ile geciktirildiği ancak kaplamaların maya ve küf sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Shin ve ark., 2017).

Soya proteini bazlı yenilebilir film kaplama formülasyonlarına kekik uçucu yağı ve kekik otu uçucu yağı ayrı ayrı ilave edilen kaplamalar sığır filetolarına

uygulandığında 4°C'de 14 gün depolanan sığır fileto larında aktif bileşen ilaveli kaplamaların *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* (10⁶ CFU/g.ml) mikroorganizmalarının gelişimine karşı gösterdiği inhibisyon etkisi test edilmiştir (Yemiş ve Candoğan, 2017). Sonuçta, tüm mikroorganizmalarda gelişmenin depolama boyunca büyük ölçüde inhibe edildiği gözlemlenmiştir. Kekik uçucu yağı (%1) ilaveli jelatin ve balık derisinden elde edilen kaplamanın tavuk bonfile örneklerine uygulandığı çalışmada 10 gün boyunca 4°C'de depolanan örneklerde *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* türlerinin gelişmesinin kaplama ile yavaşlatıldığı saptanmıştır (Lee ve ark., 2016). Benzer şekilde, kateşin ilaveli polisakarit bazlı yenilebilir kaplamanın 4°C'de depolanan sosislere uygulanması ile kateşin ilaveli ürünlerde *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* gelişiminin önemli ölçüde inhibe edildiği belirlenmiştir (Ku ve ark., 2008).

Balık ve deniz ürünlerinde antimikrobiyal film ve kaplamaların depolama sırasında mikrobiyal stabiliteyi arttırdığı ve raf ömrünü uzattığı ifade edilmektedir. Ayva çekirdeği müsülajı (%1) ve kekik yağı (%2) ile formüle edilmiş film kaplamaların alabalık fileto örneklerine uygulandığı çalışmada örnekler 18 gün boyunca 4°C'de depolanmıştır. Uçucu yağ ilaveli kaplamaların uygulandığı örneklerde *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* ve laktik asit bakterileri gelişiminin uçucu yağ kullanılmayan kontrol örneklerine kıyasla önemli ölçüde inhibe edildiği ve örneklerin raf ömrünün 9 günden 16 güne çıktığı saptanmıştır (Jouki ve ark., 2014). Benzer şekilde, 15 gün boyunca 4°C'de depolanan dil ve hake balıklarına kitosan bazlı kaplamaların uygulandığı bir çalışmada hidrojen sülfür üreten bakteri, toplam aerobik mezofilik bakteri, *Listeria monocytogenes*, *Enterobacteriaceae* ve laktik asit bakterileri gelişimi kaplama ile birlikte inhibe edilmiştir (Fernández-Saiz ve ark., 2013). Nowrazi ve ark., (2013) jelatin ve kitosan ile hazırladıkları kompozit kaplamayı alabalık fileto larına uygulamış, depolama süresince (16 gün ve 4°C) toplam canlı ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının kompozit kaplama ile azaldığını belirlemiştir. Levrek fileto larına meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan bazlı kaplamaların uygulandığı ve ürünlerin 12 gün boyunca 4°C'de depolandığı bir çalışmada, aktif bileşen ilaveli filmlerle kaplanmış örneklerdeki toplam canlı sayısındaki gelişme sadece kitosan ile kaplanmış ve kaplama işleminin uygulanmadığı örneklere kıyasla önemli ölçüde geciktirilmiştir (Qiu ve ark., 2014). Başka bir çalışmada ise Monarda (*Mentha longifolia*) bitkisinden elde edilen ekstrakt ile zenginleştirilmiş sodyum aljinat bazlı yenilebilir kaplama sazan balığı fileto larına uygulanmış ve ürünlerde mikrobiyal stabilitenin geliştiği saptanmıştır. Sonuçta kaplanmış ürünlerde toplam canlı sayısı ve psikrotrofik bakteri sayısının azaldığı ve kaplanmış örneklerin raf ömrünün 8 günden 12 güne uzadığı belirlenmiştir (Heydari ve ark., 2015). Ariai ve ark. (2015) tarafından anason uçucu yağ ilaveli karboksimetil selüloz bazlı kaplama gümüş sazan balığı filetosuna uygulandığında kaplanmış örneklerde toplam canlı sayısı ve toplam psikrotrofik bakteri sayısının azaldığı ve örneklerin raf ömrünün 4 günden 12 güne uzadığı saptanmıştır. Benzer bir çalışmada, anuk bitkisi (*Ziziphora clinopodioides*) ekstraktı ve elma kabuğu ekstraktı ile formüle edilmiş

karboksimetil selüloz ve sodyum aljinat bazlı bir kaplama gümüş sazan balığı filetosuna uygulanmış ve kaplanmış örneklerde toplam canlı, toplam psikrotrofik bakteri, hidrojen sülfür üreten bakteri, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* sayılarının kontrol örneklerine göre azaldığı ve kaplanmış örneklerin raf ömrünün geliştiği ifade edilmiştir. Aşık ve Candoğan, (2014) sarımsak uçucu yağı ve kitosan ile formüle ettikleri yenilebilir kaplamayı karides etine uygulamış ve depolama süresince kaplanmış örneklerde mikrobiyal gelişimin kontrol örneklerine kıyasla yavaşladığını ve örneklerin raf ömrünün 6 günden 10 güne çıkarıldığını belirlemiştir. Derin su pembe karidesine portakal kabuğu uçucu yağı ilaveli kitosan bazlı kaplamaların uygulandığı bir çalışmada, 15 günlük depolama süresince ürünlerdeki mikroflora grupları (toplam canlı sayısı, toplam koliform bakteri ve psikrotrofik bakteri sayısı) incelenmiştir. Uçucu yağ ilaveli filmlerin uygulandığı örneklerde mikrobiyal stabilitenin korunduğu ve raf ömrünün (15 gün) kontrol örneklerine (7 gün) ve sadece kitosan ile kaplanmış örneklere (10 gün) kıyasla uzadığı saptanmıştır (Alparslan ve Baygar, 2017).

Antioksidan Bileşikler ve Lipit Oksidasyonuna Etkisi

Lipit oksidasyonu, et, balık ve türev ürünlerinde bozulmaya yol açan nedenler arasında yer almaktadır. Kontrolsüz serbest radikal üretimi ve çeşitli reaktif türleri gıdalarda oksidatif hasara yol açmaktadır. Dolayısıyla gıdalarda meydana gelen bu biyokimyasal değişiklikler lezzet, renk, doku ve besin değeri açısından kalitenin bozulmasına neden olmaktadır (Lorenzo ve ark., 2018). Bitkilerden, meyvelerden, hayvanlardan veya bunların yan ürünlerinden elde edilen antioksidanlar, film ve kaplamalarda doğal antioksidanlar olarak araştırılmaktadır. Örneğin, yeşil çay, zencefil, tarçın, kekik, *Laminaceae* ailesinin otları (kekik, biberiye ve adaçayı gibi), meyveler (kızılcık, çilek, böğürtlen vb.) antioksidan kapasiteyi zenginleştiren fenolik bileşikler bakımından zengindir. Bu doğal kaynaklı aktif bileşenlerin çoğu, serbest radikal süpürücü ve hidrojen donörü olarak hareket ederek serbest radikal ve reaktif türlerin oluşumunu ve çoğalmasını engellemekte ve bu maddelerin meydana getirdiği hasarları önlemektedir (Lorenzo ve ark., 2018; Velasco ve Williams, 2011).

Çeşitli doğal antioksidanları (sitril, kuersetin ve bunların kombinasyonu) içeren protein bazlı bir film kaplamanın tavuk göğsüne uygulandığı çalışmada 96 saat 2°C'de depolamadan sonra örneklerde meydana gelen lipit oksidasyonunun ilerlemesinin geciktiği saptanmıştır (Giteru ve ark., 2017). Lipit oksidasyonunun gelişimi üzerindeki en yoğun etki, kuersetin ile üretilen filmlere ve kombinasyonlarına kıyasla sitril ile hazırlanan filmlerde gözlenmiştir. Li ve ark. (2013) üzüm çekirdeği ekstraktı ve yeşil çay ekstraktı gibi doğal antioksidanlar ile hazırlanmış kitosan bazlı kaplamaların kırmızı davul balığına (*Sciaenops ocellatus*) uygulandığı çalışmasında 20 günlük depolama süresi boyunca kaplama işleminin uygulandığı örneklerde lipit oksidasyonunun kontrol örneklerine kıyasla geciktirildiğini ifade etmiştir. Benzer şekilde Shin ve ark. (2017) elma kabuğu tozu ve tartarik asit ilaveli selüloz bazlı kaplamaların dana etinden üretilen köftelere uygulandığı çalışmasında lipit oksidasyonunun kaplanmış örneklerde kontrol örneklerine kıyasla önemli ölçüde durdurulduğunu saptamıştır.

Aktif Bileşenler	Film/Kaplama Materyali	Et/Balık Ürünü	Sonuç	Kaynak
Antimikrobiyaller				
Nisin	Selüloz	Frankfurter sosis	<i>L. monocytogenes</i> gelişimi inhibe edilmiş	Nguyen ve ark., (2008)
Greyfurt çekirdeği ekstraktı ve yeşil çay ekstraktı	Jelatin ve Gelidium corneum	Domuz eti fileto	<i>E. coli</i> O157:H7 ve <i>L. monocytogenes</i> gelişimi inhibe edilmiş	Hong ve ark., (2009)
Pediyosin	Selüloz	Jambon	<i>Listeria innocua</i> ve <i>Salmonella</i> sp. gelişimi inhibe edilmiş	Santiago-Silva ve ark., (2009)
Kekik uçucu yağı	Peynir altı suyu proteini	Tavuk göğsü	Toplam mezofilik aerobik bakteri, <i>Pseudomonas</i> spp. ve laktik asit bakteri gelişimi inhibe edilmiş	Fernández-Pan ve ark., (2014)
<i>Anethum graveolens</i> ekstraktı	Plantago major tohumu müsilağı	Taze biftek	Toplam canlı sayısı, <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria</i> ve <i>Staphylococcus aureus</i> gelişimi inhibe edilmiş	Behbahani ve ark., (2017)
Kekik uçucu yağı	Peynir altı suyu proteini	Portekiz sosisleri (Painhos ve alheiras)	Toplam canlı sayısında azalma	Catarino ve ark., (2017)
Karanfil ve kekik uçucu yağı	Arap gamı	Alabalık fileto	Toplam canlı sayısında azalma, psikrofilik ve laktik asit bakteri gelişimi inhibe edilmiş	Dehghani ve ark., (2018)
Karanfil uçucu yağı	Pektin	Çapak Balığı (Megalobrama ambycephala)	Gram-negatif bakteri gelişimi inhibe edilmiş	Nisar ve ark., (2019)
Tanen	Aljinat	Alabalık fileto	Toplam canlı sayısında azalma	Saez ve ark., (2020)
Antioksidanlar				
Kateşin	Gelidium corneum	Sosis	Depolama süresi boyunca lipit oksidasyonunda yavaşlama	Ku ve ark., (2008)
Karvakrol	Gelidium corneum	Jambon	Tiyobarbiturik asit reaktif maddeleri oluşumunun geciktirilmesi	Lim ve ark., (2010)
Sitrik asit ve meyan kökü ekstraktı	Kitosan	Levrek fileto	Lipit oksidasyonu reaksiyonlarının yavaşlatılması	Qiu ve ark., (2014)
Kekik uçucu yağı	Ayva çekirdeği müsilağı	Alabalık fileto	Lipit oksidasyonu reaksiyonlarının geciktirilmesi	Jouki ve ark., (2014)
Tartarik asit ve elma kabuğu tozu	Selüloz	Dana köfte	Depolama süresi boyunca lipit oksidasyonunun yavaşlatılması	Shin ve ark., (2017)
Üzüm çekirdeği ekstraktı	Kitosan	Tavuk göğsü	Depolama süresince lipit oksidasyonunun geciktirilmesi	Hassanzadeh ve ark., (2017)
Portakal kabuğu uçucu yağı	Kitosan	Karides	Depolama süresince birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri oluşumunun inhibe edilmesi	Alparslan ve Baygar, (2017)
Sitral ve kuersetin	Kafirin	Tavuk fileto	Depolama süresince lipit oksidasyonunun geciktirilmesi	Giteru ve ark., (2017)
Boldo yaprağı ekstraktı	Kitosan-Jelatin	Dana Hamburger köfte	Kaplanmış örneklerde daha düşük peroksit değerleri elde edilmiş	Lagos ve Sobral, (2019)
Lezzet Maddeleri				
C vitamini	Aljinat	Çipura	Duyusal özelliklerde gelişme	Song ve ark., (2011)
Yeşilçay ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktı	Kitosan	Kırmızı davul balığı (<i>Sciaenops ocellatus</i>)	Duyusal özelliklerin daha uzun süre muhafaza edilmesi	Li ve ark., (2013)
Biberiye uçucu yağı ve kekik uçucu yağı	Aljinat	Dana biftek	Tat, koku ve genel kabul edilebilirlik özelliklerinin korunması	Vital ve ark., (2016)
Köri	Soya proteini	Tavuk göğsü	Pişmiş tavuk göğsü lezzetinde artış	Di Giorgio ve ark., (2019)
Zerdeçal ekstraktı	Karboksümetil selüloz	Tavuk göğsü fileto	Duyusal karakteristikler ve genel kabul edilebilirlik korunmuş	Dalvandi ve ark., (2020)

Qiu ve ark. (2014) sitrik asit ve meyan kökü ekstraktı ile formüle edilmiş kitosan bazlı kaplamaların levrek filetolarına uygulandığı çalışmada 4°C'de 12 günlük depolama süresince kaplanmış örneklerde lipit oksidasyonu reaksiyonlarının kaplanmamış örneklere kıyasla önemli ölçüde yavaşlatıldığı sonucuna varılmıştır. Kekik uçucu yağı (%2) ile zenginleştirilmiş ayva çekirdeği müsülajı (%1) bazlı film kaplamaların alabalık fileto örneklerine uygulandığı bir çalışmada 18 gün süresince 4 °C'de depolanan örneklerde oksidatif stabilite güçlendirilmiş ve meydana gelen lipit oksidasyonu reaksiyonları geciktirilmiştir (Jouki ve ark., 2014). Zimoch-Korzycka ve Jarmoluk (2017) hidroksipropil metilselüloz ve kitosan ile hazırlanmış bir kaplamayı domuz filetolarına uygulamış ve örnekler 4°C'de depolanmıştır. Kaplanmış örneklerde depolama süresi boyunca tiyobarbiturik asit reaktif maddeleri oluşumunun kontrol örneklerine kıyasla geciktirildiği saptanmıştır. Biberiye ve kekik uçucu yağları ile zenginleştirilmiş aljinat bazlı yenilebilir kaplama dana etine uygulamış ve örnekler 2°C'de 2 hafta süresince depolanmıştır. Uçucu yağlar ile formüle edilen kaplamaların uygulandığı et örneklerinde lipit oksidasyonunun yavaşlatıldığı belirtilmiştir (Vital ve ark., 2016). Çalışma sonunda kaplanmış örneklerde 14 günlük depolama süresi boyunca tiyobarbiturik asit reaktif maddeleri oluşumunun kontrol örneklerine kıyasla geciktirildiği belirlenmiştir. Yerfıstığı kabuğu ve pembe biber kalıntılarının ekstraktları ile formüle edilen kitosan kaplamalar, bir tavuk ürününe uygulandığında örneklerde lipit oksidasyonunun azaldığı saptanmıştır (Serrano-León ve ark., 2018). Ayrıca, kaplamalarda kullanılan her iki ekstraktın da birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerini (peroksit sayısı ve tiyobarbiturik asit reaktif maddelerinin oluşumu) inhibe etmede etkili olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde Boldo yaprağı (*Peumus boldus Molina*) ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan-jelatin bazlı yenilebilir film kaplamanın dana hamburger köftelerine uygulandığı çalışmada 10 gün 4°C'de depolanan örneklerde meydana gelen lipit oksidasyonuna karşı kaplamanın koruyucu etkisinin olduğu ve kaplanmış örneklerin peroksit değerlerinin kontrol örneklerine kıyasla daha düşük olduğu ifade edilmiştir (Lagos ve Sobral, 2019). *Gelidium corneum* bazlı yenilebilir bir kaplamanın kateşin ile zenginleştirildiği ve sosis örneklerine uygulandığı çalışmada buzdolubında depolanan kaplanmış sosislerde depolama süresince oksidasyonun kaplanmamış örneklere kıyasla yavaşlatıldığı saptanmıştır (Ku ve ark., 2008).

Lezzet Arttırıcı Maddeler ve Duyusal Özelliklere Etkisi

Et ve balık ürünlerinde satın alma kararını büyük ölçüde etkileyen lezzet kavramı tüketiciler için çoğu zaman bir raf ömrü ayırıcı olarak kullanılmaktadır (Altuğ ve Elmacı, 2015). Et ve balık ürünlerinde arzu edilen lezzet özelliikle şartlandırma, fermentasyon, pişirme gibi proses basamaklarında kaybolabilmekte ve değişebilmektedir (Aaslyng ve Meinert, 2017). Yenilebilir film ve kaplama formülasyonlarında kullanılan doğal lezzet arttırıcı bileşenler veya aktif ajanlar meydana gelen lezzet kayıplarının önlenmesi amacıyla kullanılabilir. Bu amaçla karakteristik lezzet bileşenlerini içeren çeşitli bitkiler, otlar, baharatlar ve reçinelerden elde edilen toz, sulu veya etanolik ekstraktlar veya uçucu yağlar doğal

lezzet arttırıcı maddeler olarak kullanılmaktadır. Söz konusu bileşikler antimikrobiyal, antioksidan etki gösterme gibi çok yönlü özellikleri sayesinde uygulandıkları gıdalarda duyuşal özelliklerin korunması veya geliştirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Sánchez-González ve ark., 2011).

C vitamini ve polifenol ilaveli aljinat bazlı yenilebilir kaplama çipura balıklarına uygulandığında, kaplama işleminin uygulandığı soğukta depolanan balık örneklerinde toplam bakteri gelişimi, oksidatif bozulmalar ve su kaybının yavaşladığı ve buna bağlı olarak örneklerin duyuşal özelliklerinin geliştiği saptanmıştır (Song ve ark., 2011). Çeşitli uçucu yağlar (karanfil yağı (%1), sarımsak yağı (%1) ve kekik yağı (%1)) ile formüle edilmiş glüten bazlı yenilebilir kaplamaların soğukta depolanan tütülenmiş alabalık filetolarına uygulandığı bir çalışmada, glüten ve antimikrobiyal ilaveli glüten kaplamaların duyuşal bozulmayı yavaşlattığı belirlenmiştir (Akçay, 2012). Zerdeçal ekstraktı (%2) ile hazırlanmış karboksimetil selüloz bazlı kaplamaların soğukta depolanan tavuk göğsü filetolarında duyuşal bozulmayı geciktirmede etkili sonuçlar verdiği ve depolama sonunda kaplanmış örneklerde genel kabul edilebilirliğin kaplanmamış örneklere kıyasla korunduğu Dalvandi ve ark. (2020) tarafından ifade edilmiştir. Benzer şekilde Martinez ve ark. (2018) resveratrol içeren aktif yenilebilir kaplamanın 4 hafta boyunca 4°C'de depolanan levrek filetolarının duyuşal özelliklerini koruduğunu ve resveratrol ile kaplanmış balıklarda meydana gelen lezzet kaybının kontrol örneklerine göre daha az olduğunu saptamıştır. Ayrıca, yapılan duyuşal değerlendirmede kaplanmış örneklerin görünüş açısından depolama süresince kontrol filetolarından daha yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir. Üzüm çekirdeği ve yeşil çay ekstraktı ilaveli kitosan bazlı kaplamaların kırmızı davul balığına uygulandığı bir çalışmada, kaplanmış örneklerde duyuşal özellikleri büyük ölçüde etkileyen oksidatif reaksiyonlar ve reaktif madde oluşumunun geciktirildiği ve buna bağlı olarak duyuşal özelliklerin depolama süresince kontrol örneklerine kıyasla daha uzun süre korunduğu ifade edilmiştir (Li ve ark., 2013). Vital ve ark. (2016) doğal antioksidanlar (biberiye ve kekik uçucu yağları) içeren aljinat bazlı yenilebilir bir kaplamayı dana etine uyguladıkları çalışmada duyuşal analiz sonucunda kaplanmış örneklerin koku, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından yüksek puanlar aldığını ve kaplama ile tüketici algısı üzerinde olumlu bir etki yaratıldığını belirlemiştir.

Sonuç

Yüksek besin değerine sahip gıdalar arasında yer alan et ve balık ürünleri mikrobiyal bozulmalara ve biyokimyasal reaksiyonlara daha yatkın bir gıda grubudur. Bu nedenle et ve balık ürünlerinde depolama periyodu boyunca fiziksel, kimyasal ve duyuşal kalite kayıpları meydana gelebilmektedir. Dolayısıyla söz konusu ürünlerin hızlıca tüketilmesi veya doğru tekniklerle muhafaza edilmesi gerekmektedir. Gıda ile birlikte tüketilebilen, doğal kaynaklardan elde edilen, ekolojik bir problem yaratmayan, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeyen, antioksidan ve antimikrobiyal etkili aktif bileşenler için taşıyıcı görevi üstlenen yenilebilir film ve kaplamalar et ve balık ürünlerinin mevcut kalite

özelliklerini muhafaza etmek ve raf ömrünü geliştirmek amacıyla araştırılan alternatif teknikler arasında yer almaktadır. Aktif bileşenler ile zenginleştirilmiş yenilebilir film ve kaplama uygulamalarının et ve balık ürünlerinde kullanılması ile birlikte meydana gelen oksidatif reaksiyonlar ve mikrobiyal gelişmelerin inhibe edildiği yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir. Söz konusu uygulama sayesinde et ve balık ürünlerinde orjinal besin değeri, görünüş, doku ve lezzet gibi duyuşsal karakteristikler daha uzun süre muhafaza edilmekte, fizikokimyasal değişiklikler yavaşlatılmakta ve arzu edilmeyen çeşitli kalite kayıplarının önüne geçilmektedir. Fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yenilebilir film ve kaplamaların et ve balık ürünlerine uygulanması ile ilgili çalışmalar uzun yıllardan beri gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte yenilebilir film ve kaplama teknolojisinin tüketicilere tanıtılması, ticari olarak uygulanabilirliğinin ve endüstriyel olarak işlevselliğinin geliştirilmesi gelecek çalışmalar için umut verici araştırma konularıdır. Yenilebilir film ve kaplama formülasyonlarında kullanılabilecek doğal kaynaklı antimikrobiyal ve antioksidan bileşenlerin ve lezzet artırıcı maddelerin artış göstermesi bu alanda gerçekleştirilen araştırmaların süreceğini işaret etmektedir

Kaynaklar

- Aaslyng MD, Meinert L. 2017. Meat flavour in pork and beef – From animal to meal. *Meat Science*, 132: 112–117. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.04.012
- Altuğ T, Elmacı Y. 2015. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. 3. Baskı. İzmir. Sidas Medya. ISBN: 9789944566087
- Antoniewski MN, Barringer SA. 2010. Meat shelf-life and extension using collagen/gelatin coatings: A review *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50: 644–653, doi: 10.1080/10408390802606691
- 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.
- Alparslan Y, Baygar T. 2017. Effect of chitosan film coating combined with orange peel essential oil on the shelf life of Deepwater pink shrimp, *Food Bioprocess Technology*, 10: 842–853. doi: 10.1007/s11947-017-1862-y
- Ariaai P, Tavakolipour H, Rezaei M, Elhami Rad AH, Bahram, S. 2014. Effect of Methylcellulose Coating Enriched with Pimpinella affinis Oil on the Quality of Silver Carp Fillet during Refrigerator Storage Condition. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6): 1647–1655. doi:10.1111/jfpp.12394
- Aşık E, Candoğan K. 2014. Effects of chitosan coatings incorporated with garlic oil on quality characteristics of shrimp. *Journal of Food Quality*, 37(4): 237–246. doi: 10.1111/jfq.12088.
- Aymerich MT, Garriga M, Costa S, Monfort JM, Hugas M. 2002. Prevention of ropiness in cooked pork by bacteriocinogenic cultures. *International Dairy Journal*, 12: 239-246. doi: 10.1016/S0958-6946(01)00143-1
- Bazargani-Gilani B, Aliakbarlu J, Tajik H. 2015. Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with Zataria multiflora Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29: 280–287. doi: 10.1016/j.ifset.2015.04.007
- Ben Arfa A, Combes S, Preziosi-Belloy L, Gontard N, Chaliere P. 2006. Antimicrobial activity of carvacrol related to its chemical structure. *Letters in Applied Microbiology*, 43(2): 149–154. doi: 10.1111/j.1472-765X.2006.01938.x
- Behbahani BA, Shahidi F, Yazdi FT, Mortazavi SA, Mohebbi M. 2017. Use of Plantago major seed mucilage as a novel edible coating incorporated with Anethum graveolens essential oil on shelf-life extension of beef in refrigerated storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 94: 515–526. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2016.10.055
- Catarino MD, Alves-Silva JM, Fernandes RP, Gonçalves MJ, Salgueiro LR, Henriques MF, Cardoso SM. 2017. Development and performance of whey protein active coatings with Origanum virens essential oils in the quality and shelf-life improvement of processed meat products. *Food Control*, 80, 273-280. doi:10.1016/j.foodcont.2017.03.054
- Cutter CN. 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. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.04.023
- Çağrı A, Üstünel Z, Ryser ET. 2004. Antimicrobial Edible Films and Coatings. *Journal of Food Protection*, 67: 833-848. doi:10.4315/0362-028X-67.4.833
- Dalvandi F, Almasi H, Ghanbarzadeh B, Hosseini H, Khosroshahi NK. 2020. Effect of vacuum packaging and edible coating containing black pepper seeds and turmeric extracts on shelf-life extension of chicken breast fillets. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 1(3): 69-78. 2020. doi: 10.22059/JFABE.2020.76631
- Dehghani P, Hosseini SMM, Golmakani M, Majdinasab M, Esteghlal S. 2018. Shelf-life extension of refrigerated rainbow trout fillets using total Farsi gum-based coatings containing clove and thyme essential oils emulsions. *Food Hydrocolloids*, 77: 677-688. doi: 10.1016/j.jbiomac.2018.12.005
- Di Giorgio L, Salgado PR., Mauri AN. 2019. Flavored oven bags for cooking meat based on proteins. *Lwt*, 101: 374–381. doi: 10.1016/j.lwt.2018.11.002
- Dominguez R, Barba FJ, Gómez B, Putnik P, Bursac Kovačević D, Pateiro M, Santos EM, Lorenzo JM. 2018. Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: A review *Food Research International*, 113: 93-101. doi: 10.1016/j.foodres.2018.06.073
- Domínguez R, Pateiro M, Gagaoua M, Barba FJ, Zhang W, Lorenzo JM. 2019. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10): 429. doi: 10.3390/antiox8100429
- Emiroğlu ZK, Yemiş GP, Coşkun BK, Candoğan K. 2010. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat Science*, 86(2): 283–288. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.04.016
- Enbuscado ME, Huber KC. 2009. *Edible Films and Coatings for Food Applications*. Springer International Publishing. ISBN: 9780387928234
- Erkmen O. 2013. *Gıda Mikrobiyolojisi*. 4.Baskı. Ankara. Efil Yayınevi. ISBN: 6054334025
- Fernández-Pan I, Carrión-Granda X, Maté JI. 2014. Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 36(1): 69–75. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.07.032
- Fernández-Saiz P, Sánchez G, Soler C, Lagaron JM, Ocio MJ. 2013. Chitosan films for the microbiological preservation of refrigerated sole and hake fillets. *Food Control*, 34: 61-68. doi:10.1016/j.foodcont.2013.03.047
- Gennadios A, Milford AH, Lyndon BK. 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT - Food Science and Technology*, 30(4): 337-350. doi: 10.1006/fstl.1996.0202

- Ghaly AE, Dave D, Budge S, Brooks MS. 2010. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: Review. *American Journal of Applied Sciences*, 7(7): 859–877. Erişim Adresi: <http://www.thescipub.com/pdf/ajassp.2010.859.877.pdf> [Erişim: 25.07.2020]
- Giteru SG, Oey I, Ali MA, Johnson SK, Fang Z. 2017. Effect of kafirin-based films incorporating citral and quercetin on storage of fresh chicken fillets. *Food Control*, 80: 37–44. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.04.029
- Gomez M, Lorenzo JM. 2012. Effect of packaging conditions on shelf-life of fresh foal meat *Meat Science*, 91:513-520. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.03.007
- Hassan B, Chatha SAS, Hussain AI, Zia KM, Akhtar N. 2018. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109: 1095-1107. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097.
- Hassanzadeh P, Tajik H, Rohani SMR, Moradi M, Hashemi M, Aliakbarlu J. 2017. Effect of functional chitosan coating and gamma irradiation on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Radiation Physics and Chemistry*, 141: 103–109. doi: 10.1016/j.radphyschem.2017.06.014
- Heydari R, Bavandi S, Javadian SR. 2015. Effect of sodium alginate coating enriched with horsemint (*Mentha longifolia*) essential oil on the quality of bighead carp fillets during storage at 4°C. *Food Sciences and Nutrition*, 3(3): 188–194. doi: 10.1002/fsn3.202.
- Hong YH, Lim GO, Song KB. 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: 6–10. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00987.x
- Hygreeva D, Pandey MC, Radhakrishna K. 2014. Potential applications of plant-based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products *Meat Science*, 98: 47-57. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.04.006
- Iulietto MF, Sechi P, Borgogni E, Cenci-Goga BT. 2015. Meat spoilage: A critical review of a neglected alteration due to ropy slime producing bacteria. *Italian Journal of Animal Science*, 14:3, 4011. doi: 10.4081/ijas.2015.4011
- Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. 2005. *Modern Food Microbiology (Food Science Text Series)*. 7th edition. Springer Science and Business Media. ISBN: 9780387231808
- Jouki M, Mortazavi SA, Yazdi FT, Koocheki A, Khazaei N. 2014. Use of quince seed mucilage edible films containing natural preservatives to enhance physico-chemical quality of rainbow trout fillets during cold storage. *Food Science and Human Wellness*, 3: 65-72. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.01.001
- Kaewprachu P, Osako K, Benjakul S, Rawdkuen S. 2015. Quality attributes of minced pork wrapped with catechin-lysozyme incorporated gelatin film. *Food Packaging and Shelf Life*, 3: 88-96. doi: 10.1016/j.foodpack.2014.11.002
- Kozlu A, Elmacı Y. 2019. Bitkisel Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamaların Minimal İşlem Görmüş Meyve ve Sebzelere Uygulanması, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 7(9): 1387-1396 s. doi: 10.24925/turjaf.v7i9.1387-1396.2658
- Ku KJ, Hong YH, Song KB. 2008. Mechanical properties of a Gelidium corneum edible film containing catechin and its application in sausages. *Journal of Food Science*, 73(3): 217–221. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00700.x.
- Lagos MJB, Sobral P. 2019. Application of active films with natural extract for beef hamburger preservation. *Ciência Rural*, 49(1). doi: 10.1590/0103-8478cr2018079
- Lee KY, Lee JH, Yang HJ, Song KB. 2016. Production and characterisation of skate skin gelatin films incorporated with thyme essential oil and their application in chicken tenderloin packaging. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(6): 1465–1472. doi: 10.1111/ijfs.13119
- Li T, Li J, Hu W, Li X. 2013. Quality enhancement in refrigerated red drum (*Sciaenops ocellatus*) fillets using chitosan coatings containing natural preservatives. *Food Chemistry*, 138: 821–826. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.03.047
- Lim GO, Hong YH, Song KB. 2010. Application of Gelidium corneum edible films containing carvacrol for ham packages. *Journal of Food Science*, 75: 90-93. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01431.x
- Lorenzo JM, Bermúdez R, Domínguez R, Guiotto A, Franco D, Purriños L. 2015. Physicochemical and microbial changes during the manufacturing process of dry-cured lacón salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Food Control*, 50: 763-769. doi: 10.1016/j.foodcont.2014.10.019
- Lorenzo JM, Pateiro M, Domínguez R, Barba FJ, Putnik P, Kovačević DB, Shpigelman A, Granato D, Franco, D. 2018. Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. *Food Research International*, 106: 1095–1104. doi: 10.1016/j.foodres.2017.12.005
- Martínez O, Salmerón J, Epelde L, Vicente MS, de Vega C. 2018. Quality enhancement of smoked sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets by adding resveratrol and coating with chitosan and alginate edible films. *Food Control*, 85: 168–176. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.10.003
- Nowzari F, Shábanpour B, Ojagh M. 2013. Comparison of chitosan–gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 141: 1667-1672. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.01.001
- Nikmaram N, Budaraju S, Barba FJ, Lorenzo JM, Cox RB, Mallikarjunan K, Roohinejad S. 2018. Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat Science*, 145: 245-255. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.06.031
- Nisar T, Yang X, Alim A, Iqbal M, Wang Z, Guo Y. 2019. Physicochemical responses and microbiological changes of bream (*Megalobrama amblycephala*) to pectin-based coatings enriched with clove essential oil during refrigeration. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124: 1156-1166. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.12.005
- Nguyen VT, Gidley MJ, Dykes GA. 2008. Potential of a nisin-containing bacterial cellulose film to inhibit *Listeria monocytogenes* on processed meats. *Food Microbiology*, 25: 471-478. doi: 10.1016/j.fm.2008.01.004
- Özogul F, Aksun TA, Öztekin E, Lorenzo JM. 2017. Effect of lavender and lemon balm extracts on fatty acid profile, chemical quality parameters and sensory quality of vacuum packaged anchovy (*Engraulis encrasicolus*) fillets under refrigerated condition. *LWT - Food Science and Technology*. 84: 529-535. doi: 10.1016/j.lwt.2017.06.024
- Pereira PM, Vicente AF. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93: 586-592. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.09.018
- Pranoto Y, Salokhe VM, Rakshit S. 2005. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *Food Research International*, 38: 267-272. doi: 10.1016/j.foodres.2004.04.009
- Radha Krishnan K, Babuskin S, Rakhavan KR, Tharavin R, Babu PAS, Sivarajan M, Sukumar M. 2015. Potential application of corn starch edible films with spice essential oils for the shelf-life extension of red meat. *Journal of Applied Microbiology*, 119(6): 1613–1623. doi: 10.1111/jam.12932
- Ravishankar S, Zhu L, Olsen CW, McHugh TH, Friedman M. 2009. Edible apple film wraps containing plant antimicrobials inactivate foodborne pathogens on meat and poultry products. *Journal of Food Science*, 74(8): 440–445. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01320.x
- Sáez MI, Suárez MD, Martínez TF. 2020. Effects of alginate coating enriched with tannins on shelf life of cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets *LWT*, 118: 108767. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108767

- Sánchez-González L, Vargas M, González-Martínez C, Chiralt, A, Cháfer, M. 2011. Use of Essential Oils in Bioactive Edible Coatings: A Review. *Food Engineering Reviews*, 3(1): 1–16. doi: 10.1007/s12393-010-9031-3
- Sanchez-Ortega IS, Garcia-Almandarez BE, Santos-Lopez ME, Amaro-Reyes A, Barboza-Corona JE, Regalado C. 2014. Antimicrobial edible films and coatings for meat and meat products preservation *Science World Journal*, 24: 1-18. doi:10.1155/2014/248935
- Santiago-Silva P, Soares NFF, Nobrega JE, Junior MAW, Barbosa K, Volp ACP, Zerdas ERMA, Wurlitzer NJ. 2009. Antimicrobial efficiency of film incorporated with pediocin (ALTA 2351) on preservation of sliced ham. *Food Control*, 20: 85–89. doi: 10.1016/j.foodcont.2008.02.006
- Secci G, Parisi G. 2015. From farm to fork: lipid oxidation in fish products. A review. *Italian Journal of Animal Science*, 15: 124-136. doi: 10.1080/1828051X.2015.1128687
- Serrano-León JS, Bergamaschi KB, Yoshida CMP, Saldaña E, Selani MM, RiosMera JD, Alencar SM, Contreras-Castillo CJ. 2018. Chitosan active films containing agro-industrial residue extracts for shelf-life extension of chicken restructured product. *Food Research International*, 108: 93–100. doi: 10.1016/j.foodres.2018.03.031
- Shin S, Chang Y, Lacroix M, Han J. 2017. Control of microbial growth and lipid oxidation on beef product using an apple peel-based edible coating treatment. *LWT*, 84: 183-188. doi: 10.1016/j.lwt.2017.05.054
- Song Y, Liu L, Shen H, You J, Luo Y. 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different antioxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control* 22: 608-615. doi: 10.1016/j.foodcont.2010.10.012
- Shah MA, Bosco SJD, Mir SA. 2014. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98: 21-33, doi: 10.1016/j.meatsci.2014.03.020
- Shit SC, Shah PM. 2014. Edible Polymers: Challenges and Opportunities. *Journal of Polymers*, 2014: 1-14. doi: 10.1155/2014/427259
- Sirocchi V, Devlieghere F, Peelman N, Sagratini G, Maggi F, Vittori S, Ragaert P. 2017. Effect of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil combined with different packaging conditions to extend the shelf life of refrigerated beef meat. *Food Chemistry*, 221: 1069-1076. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.11.054
- Suput DZ, Lazic VL, Popovic SZ, Hromis NM. 2015. Edible films and coatings – sources, properties and application. *Food and Feed Research*, 42: 11-22. DOI: 10.5937/FFR1501011S
- Topuz FC, Boran G. 2018. Jelatin Bazlı Yenilebilir Film ve Kaplamalar. *Akademik Gıda*, 16: 332-339. doi: 10.24323/akademik-gida.475370
- Trevino-Garza MZ, García S, Heredia N, Alanís-Guzmán MG, Arévalo-Niño K. 2017. Layer-by-layer edible coatings based on mucilages, pullulan and chitosan and its effect on quality and preservation of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *Postharvest Biology and Technology*, 128: 63–75. doi: 10.1016/j.postharvbio.2017.01.007
- Trombetta D, Castelli F, Sarpietro MG, Venuti V, Cristani M, Daniele C, Saija A, Mazzanti G, Bisignano, G. 2005. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 49(6): 2474–2478. doi: 10.1128/AAC.49.6.2474-2478.2005
- Tural S, Sarıcaoğlu FT, Turhan S. 2017. Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları. *Akademik Gıda* 15(1): 84-94. doi: 10.24323/akademik-gida.306077
- Umaraw P, Verma AK. 2017. Comprehensive review on application of edible film on meat and meat products: An eco-friendly approach. *Food Science and Nutrition*, 57: 1270-1279. doi: 10.1080/10408398.2014.986563
- Umaraw P, Paulo E.S.Munekata PES, Verma AK, Singh FJ, Kumar S, Lorenzo JM. 2020. Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products. *Trends in Food Science and Technology*, 98: 10-24. doi: 10.1016/j.tifs.2020.01.032
- Utami R, Khasanah LU, Nasution MIA. 2017. Preservative effects of kaffir lime (*Citrus hystrix* DC) leaves oleoresin incorporation on cassava starch-based edible coatings for refrigerated fresh beef. *International Food Research Journal*, 24(4): 1464–1472. Erişim Adresi: [http://www.ifrj.upm.edu.my/24 \(04\) 2017/\(17\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(04)2017/(17).pdf) [Erişim 27.07.2020]
- Velasco V, Williams P. 2011. Improving meat quality through natural antioxidants. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(2): 313–322. doi: 10.4067/S0718-58392011000200017
- Vital ACP, Guerrero A, de Oliveira Monteschio J, Valero MV, Carvalho CB, de Abreu Filho BA, Madrona G, do Prado IN. 2016. Effect of edible and active coating (with rosemary and oregano essential oils) on beef characteristics and consumer acceptability. *PLoS one*, 11(8): e0160535. doi: 10.1371/journal.pone.0160535
- Qiu X, Chen S, Liu G, Yang Q. 2014. Quality enhancement in the Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) fillets stored at 4°C by chitosan coating incorporated with citric acid or licorice extract. *Food Chemistry*, 162: 156-160. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.01.001
- Yemiş GP, Candoğan K. 2017. Antibacterial activity of soy edible coatings incorporated with thyme and oregano essential oils on beef against pathogenic bacteria. *Food Science and Biotechnology*, 26(4): 1113–1121. doi: 10.1007/s10068-017-0136-9
- Zimoch-Korzycka A, Jarmoluk A. 2017. Polysaccharide-based edible coatings containing cellulase for improved preservation of meat quality during storage. *Molecules*, 22(3): 390. doi: 10.3390/molecules22030390