

Et ve Et Ürünlerinde Kullanılan Paketleme Yöntemleri

Aytunga Budak Bağdatlı¹, Semra Kayaardı²

¹Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Bartın
²Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa
E-posta: semrakayaardi@hotmail.com

ÖZET

Modifiye atmosfer paketleme (MAP), vakum paketleme ve kontrollü atmosferde paketleme et ve et ürünlerinin raf ömrünün uzatılması, gıda güvenliğinin artırılması, kalitenin üst düzeyde muhafaza edilmesi amacıyla kullanılan paketleme yöntemlerindedir. Son yıllarda, tüketicilerin minimal işlem görmüş, kaliteli ve güvenli gıdalara duydukları ilgi artmaktadır. Bu nedenle, akıllı paketleme, aktif paketleme, antimikrobiyal paketleme, yenilebilir film paketleme gibi yeni teknolojiler ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, et ve et ürünlerinde kullanılan paketleme yöntemleri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Et, Paketleme, Raf ömrü, Kalite

Packaging Methods Used for Meat and Meat Products

ABSTRACT

Modified atmosphere packaging, vacuum packaging and controlled atmosphere packaging of meat and meat products are used to prolong shelf-life, increase food safety and maintain the high level of quality of product. Recently, consumer demand for minimally treated food products with higher quality and safety has been increased. Therefore, new packaging technologies such as intelligent packaging, active packaging, antimicrobial packaging and edible film packaging have been developed. This paper reviews new packaging methods used for meat and meat products.

Key Words: Meat, Packaging, Shelf life, Quality

GİRİŞ

Gıda sanayinde paketleme; içine konulan gıdaların tüketiciye bozulmadan, en az toplam maliyetle, güvenilir bir şekilde ulaştırılmasını ve tanıtılmasını sağlayan bir araç olarak tanımlanmaktadır [1]. Gıda paketlemesinin amacı; kaliteyi muhafaza etmek ve üretim ile tüketim arasında geçen zamanda gıda güvenliğini korumaktır [2].

Et paketleme teknolojisi son 30 yıldır hızla gelişmektedir [3]. Et ve et ürünlerinin paketlenmesi ile kontaminasyon engellenmekte, bozulma geciktirilmekte, ağırlık kaybı azaltılmakta ve MAP'ta kullanılan oksijen sayesinde miyoglobinin oksimiyoglobin formuna dönüşmesi nedeniyle tüketici tarafından istenen parlak kırmızı renk sağlanmaktadır [4]. Bunun yanı sıra paketleme, etin porsiyonlanarak tüketiciye sunulmasında rol oynamak ve etiketleme yoluyla tüketiciye bilgi sağlamak gibi önemli fonksiyonları da yerine getirmektedir [5].

Et ve et ürünlerinde kullanılan vakum paketleme, modifiye atmosfer paketleme ve kontrollü atmosfer paketlemenin taze ve işlenmiş et ürünlerinin stabilitesini ve güvenliğini artırdığı bilimsel çalışmalar tarafından ortaya konmuştur. Son yıllarda, aktif paketleme, yenilebilir film paketleme, akıllı paketleme, antimikrobiyal paketleme gibi yeni paketleme yöntemleri ile ilgili araştırmalar devam etmektedir. Bu çalışmada, et ve et ürünlerinde kullanılan paketleme yöntemleri derlenmiştir.

MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME

Gıdaların depolama, taşıma ve ambalajlanmasında ürünün etkileşimde bulunduğu hava bileşiminin, oksijen, karbondioksit, azot ve etilen gibi gazların ortama verilmesi veya ortamdan uzaklaştırılması yoluyla değiştirilmesini içeren bir sistemdir [6]. Bu sistemin esası; henüz kapatılmamış ambalaja istenen bileşimde verilen gazın, mevcut atmosferi süpürerek onun yerini almasını sağlamak veya ambalajın havasını vakum oluşturarak uzaklaştırmak ve ardından içerisine gazı

enjekte etmektir [1]. Modifiye atmosferde paketlenme yaygın olarak oksijen, karbondioksit ve azot kullanılmaktadır. Kullanılacak gazın seçimi tam anlamıyla paketlenen gıdaya bağlı olarak değişmektedir. Gaz, tek başına kullanılacağı gibi birden fazla gaz kombinasyon halinde de kullanılabilir. Amaç, raf ömrünün güvenli biçimde uzatılması ve depolama süresince gıdanın duyuşal özelliklerinin korunmasıdır [7].

Karbondioksit (CO₂): Karbondioksit, renksiz, yüksek konsantrasyonlarda hafif keskin kokulu, boğucu bir gazdır. Nem varlığında hafif korozif etkiye sahiptir. Karbondioksit suda çözünerek (100 kPa ve 20°C'de 1.57 g/kg) karbonik asit (H₂CO) oluşturmakta, ayrıca lipit ve diğer organik bileşenler içinde de çözünmektedir [7]. Karbondioksitin çözünürlüğü ortamın pH'sına, karbondioksitin kısmi basıncına ve sıcaklığa bağlıdır [1]. Sıcaklık düştükçe gazın çözünürlüğü artmaktadır. Yüksek çözünürlük durumunda pakette göçme meydana gelebilmektedir [7]. Karbondioksit, bakteriyostatik ve fungustatik özellikleri nedeniyle gıdaların modifiye atmosferde paketlenmesinde son derece önemli bir yere sahiptir. Karbondioksit, gazlı atmosferde paketlenmiş et ve et ürünlerinde direkt antimikrobiyal etkiye sahiptir [1]. Karbondioksitin mikrobiyal inhibisyon etkisi mikroorganizmanın duyarlılığına, karbondioksit konsantrasyonuna, depolama sıcaklığına, mikrobiyal popülasyonun gelişim fazına, su aktivitesine ve paketlenen ürünün tipine bağlı olarak değişmektedir [8, 9].

Oksijen (O₂): Oksijen renksiz, kokusuz, son derece reaktif ve yanmayı teşvik eden bir gazdır. Suda çözünürlüğü düşüktür (100 kPa ve 20°C'de 0.040 g/kg). Oksijen gıdalardaki yağ oksidasyonu, pigment oksidasyonu ve esmerleşme reaksiyonları gibi birçok bozulma reaksiyonunu teşvik etmektedir [7]. MAP'ta oksidatif bozulmayı önlemek amacıyla oksijen miktarı olabildiğince düşük olmalıdır. Oksijen, aerobik bakteri gelişimini arttırmakta, anaerobik bakteri gelişimini ise durdurmaktadır. Modifiye atmosferde paketlenen etlerin parlak kırmızı rengini kaybetmemesi için ortamda oksijene gereksinim duyulmaktadır [10]. Düşük düzeydeki oksijen hızlı bir metmyoglobin oluşumuna neden olmakta ve bu da kürlenmemiş etlerde kahverengileşme ya da çiğ ette yeşillenmeye yol açmaktadır[11].

Azot (N₂): Azot, tatsız, renksiz, kokusuz inert bir gazdır. Suda çözünürlüğü çok düşüktür (100 kPa ve 20°C'de 0.018 g/kg). Yağ ve gıdaların diğer bileşenlerindeki çözünürlüğü de oldukça düşüktür [7]. Bu nedenle MAP teknolojisinde karbondioksit gazının yağ ve sudaki çözünürlüğünün fazla olmasından kaynaklanan paket göçmesi sorununu önlemek için dolgu gazı olarak kullanılmaktadır [1]. Ayrıca modifiye atmosferde paketlenen oksijenin yerine kullanılarak aerobik ve oksidatif bozulma geciktirilmektedir [3]. Azotun antibakteriyel özelliği yoktur ve etin rengini etkilemez [11].

Karbonmonoksit (CO): Karbon monoksit, renksiz, tatsız ve kokusuz bir gazdır. Yüksek düzeyde reaktif ve yanıcıdır. Bu gaz karboksimiyoglobin oluşumuna bağlı olarak taze etin istenen kırmızı renginin korunmasını sağlamada oldukça etkilidir [11]. Karbonmonoksit, miyoglobin ile birleşerek oksimiyoglobinden daha stabil olan parlak kırmızı renkli karboksimiyoglobin pigmentini oluşturmaktadır. %0.4 CO konsantrasyonu ete parlak kırmızı renk vermek için yeterlidir [1]. Karbonmonoksit toksik etkiye sahip olması nedeniyle birçok ülkede ticari olarak kullanımına izin verilmemektedir. Ancak, ABD'de marulun kararmasını önlemek için ve Norveç'te kırmızı etin perakende ambalajlanmasında kullanılmasına yasal olarak izin verilmiştir [7, 11].

Diğer Gazlar: Klor, etilen oksit, azot dioksit, ozon, sülfür dioksit, argon, propilen oksit gibi çeşitli gazların modifiye atmosferde paketlenme kullanım potansiyelleri araştırılmaktadır. Birçoğunun kullanımına yasal olarak izin verilmemiştir [9]. Sülfür dioksit, sulu çözelti ve sülfid bileşen formunda oldukça reaktif olan bir gazdır. pH<4 olduğu asit koşullarda bakterileri inhibe etme özelliğine sahiptir. Sosis gibi bazı işlenmiş et ürünlerinde mikrobiyal gelişimi kontrol altında tutmaktadır [9]. Argon (Ar), asal bir gazdır. Bilinen herhangi bir kimyasal ve biyolojik aktivitesi yoktur. Buna rağmen bazı antimikrobiyal etkilere sahip olduğu saptanmıştır [3].

Oksijen, azot ve karbondioksit ürüne göre değişen farklı kombinasyonlarda kullanılmaktadır. Gaz kompozisyonu, ürünün mikrobiyal florası, ürünün oksijene ve karbondioksite olan duyarlılığı ile renk stabilite gereksinimlerine bağlı olarak değişmektedir [12]. Et ve et ürünlerinde kullanılan gaz kompozisyonları ile ilgili bazı örnekler Tablo 1'de verilmiştir.

MAP'ın gıdanın raf ömrünü uzatmadaki etkinliği birçok faktöre bağlıdır. Bunlar; gıdanın çeşidi, hammaddenin başlangıç kalitesi, paket içi gaz kompozisyonu, depolama sıcaklığı, işleme ve paketlenme esnasında hijyen, gaz/ürün hacimsel oranı ve paketlenme materyalinin bariyer özellikleridir. MAP'ın en önemli avantajı gıdanın raf ömrünün uzatılmasıdır. Modifiye atmosfer paketlenmenin avantajları ve dezavantajlarına özet olarak aşağıda değinilmiştir [16].

Avantajlar [16]:

- Raf ömrünün %50–400 oranında artırılması,
- Daha uzun raf ömrü nedeniyle ekonomik kayıpların azaltılması,
- Dağıtım masraflarının azaltılması,
- Yüksek kaliteli ürün sağlanması,
- Dilimlenmiş ürünlerin daha kolay ayrılabilmesi,
- Merkezileştirilmiş paketlenme ve porsiyon kontrolü sağlanması,
- Ürün sunumunun açık seçik olması,
- Kimyasal koruyuculara çok az veya hiç ihtiyaç duyulmaması,
- Ürünün tekrar kontaminasyonunun ve su kaybının engellenmesi,
- Kokusuz ve kullanışlı paketlenme sağlanması.

Tablo 1. Et ve Et Ürünlerinin Modifiye Atmosfer Paketlenmesinde Kullanılan Gaz Kompozisyonları [10, 13, 14, 15].

Ürün	Gaz Bileşimi
Taze et	%30 CO ₂ :%30 O ₂ :%40 N ₂ %15-40 CO ₂ :%60-85 O ₂
Kürlenmiş et	%20-50 CO ₂ :%50-80 N ₂
Taze kanatlı eti	%100 CO ₂ %25-30 CO ₂ :%70-75 N ₂ %20-40 CO ₂ :%60-80 O ₂ %60-75 CO ₂ :%5-10 O ₂ :%20 N ₂
Pişmiş kanatlı eti	%30 CO ₂ :%70 N ₂
Beyaz etli balık	%40 CO ₂ :%30 O ₂ :%30 N ₂
Yağlı balık, deniz kabukluları, karides, dumanlanmış balık	%60 CO ₂ :%40 N ₂
Bacon	%20-35 CO ₂ :%65-80 N ₂
Makarna (etli)	%50-80 CO ₂ :%20-80 N ₂
Sandviç (etli)	%50-60 CO ₂ :%40-50 N ₂

Dezavantajlar [1, 3, 9, 17]:

- Maliyetin artması,
- Sıcaklık kontrolü gerektirmesi,
- Her ürün tipi için farklı gaz kompozisyonuna ihtiyaç duyulması,
- Özel teçhizat ve eğitim gerektirmesi,
- Paket hacminin yükseltilmesi ve taşıma masraflarının artması,
- Paketin bir kere açılması veya zarar görmesi ile beklenen tüm yararların ortadan kalkması,
- Gıdada çözünen karbondioksitin paketin göçmesine ve su kaybının artmasına yol açması.

Sonuç olarak MAP'ın et ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmadaki başarısı birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerden bazıları şu şekilde sıralanabilir [18, 19];

1. Paketlenecek et veya et ürününün, yüksek hijyenik özellikte ve kalitede olması,
2. Kesim sırasında iyi hijyen,
3. Üretimin ardından hızlı bir şekilde paketleme işlemine geçilmesi,
4. Doğru paketleme materyalinin seçimi,
5. Doğru paketleme ekipmanının seçimi,
6. Ürün için en uygun gaz kompozisyonu ve gaz/ürün oranının seçilmesi,
7. Sıcaklık kontrolü,
8. Paketin sağlam ve iyi kapatılmış olması, sızıntının olmaması.

VAKUM PAKETLEME

Vakum paketleme et endüstrisinde kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla en sık kullanılan yöntemlerden birisidir [20]. Vakum paketleme, gaz geçirimsiz veya amaca göre belirli düzeyde gaz geçirgenliğine sahip bir ambalaj içerisindeki havanın vakum yoluyla uzaklaştırılması ve yerine herhangi bir gaz doldurulmadan paketin kapatılması işlemidir [21]. Vakum paketlemenin etkinliği; düşük gaz geçirgenliğine

sahip film ile tüm ürün yüzeyinin sıkı bir biçimde birleşmesine bağlıdır [18].

Vakum paketleme, taze etin kesim sonrası kemiklerinden ayrılmış büyük parçalar halinde yiyecek-içecek merkezlerine nakledilmesinde, özellikle ağırlık kaybının çok az olması bakımından yararlı sonuçlar sağlamaktadır [1]. Oksijeni ortamdaki uzaklaştırarak ürün dayanıklılığını arttıran bu paketleme tekniği düşük pH'lı, kemiksiz, düzgün şekilli sığır etleri için ideal bir uygulamadır [18]. Vakum paketlenmiş işlenmiş sığır eti, +4°C'deki uygun ticari koşullar altında 70 gün boyunca depolanabilmektedir [22].

Vakum Paketlemenin Dezavantajları:

- *Clostridium botulinum* gibi anaerobik patojenlerin gelişimi ve toksin üretimi için uygun ortam sağlanmaktadır.
- Parlak kırmızı renk yok olmaktadır (sonraki işleme aşamalarında et hava ile birkaç saat temas etmek suretiyle oksimiyogloblin tekrar oluşarak renk sorunu ortadan kaldırılmış olur).

Vakum paketlenmiş etin raf ömrü en fazla sıcaklığa ve etin paketlenmediği esnadaki mikrobiyolojik durumuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Vakum paketleme işlemi, kolaylıkla kontrol edilebilen bir işlemdir. Bunun nedeni üretim sırasında meydana gelebilecek herhangi bir hata paket içinde oluşacak hava kitlesi nedeniyle rahatlıkla tespit edilebilmektedir [23].

KONTROLLÜ ATMOSFER PAKETLEME

Kontrollü atmosferde paketleme, ortamdaki O₂ oranı azaltılıp, CO₂ oranı yükseltilecek solunumun yavaşlatılması ve ortam koşullarının sürekli kontrol edilmesi ile atmosfer kompozisyonunun sabit tutulmasıdır [24]. Yüksek düzeydeki CO₂, genellikle *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *E. coli* ve *Y. enterocolitica* üzerinde inhibisyon etkisi göstermektedir [11].

İdeal bir kontrollü atmosferde paketlenme için öneriler şu şekilde sıralanabilir [18, 25];

- Gaz geçirgenliği olmayan film kullanılmalı,
- Paketlenecek etin hijyenik kalitesi yüksek olmalı,
- Gaz bileşimi sürekli izlenmeli,
- Sıcaklık kontrolü sağlanmalı,
- Paket, ısı kapatılmalı,
- Paket içine yeterli miktarda CO₂ verilmeli (1-2 litre CO₂/kg ürün),
- Film, alüminyum gibi plastik olmayan bir tabaka içermeli.

Bu koşullar sağlandığı takdirde kontrollü atmosfer paketlenme ile et ve et ürünlerinin raf ömrü, aerobik koşullarda depolamaya kıyasla 8-13 kat arttırılabilmektedir. 0°C'de %100 CO₂'li ortamda depolanmış taze kırmızı etin raf ömrü yaklaşık 3 ay olarak tespit edilmiştir. Kontrollü atmosfer paketlenme, mükemmel bir dağıtım ve satış esnekliğine sahip olduğu için uzak pazarlara ihracata olanak sağlar. Ancak, özel ekipman ve paketlenme materyali gerektirmesi nedeniyle maliyeti yüksektir [18].

Kontrollü atmosferde paketlenme ile modifiye atmosferde paketlenme arasındaki en temel fark kontrollü atmosferde paketlenmede, O₂ oranının azaltılıp CO₂ oranının yükseltilmesinden sonra, ortam koşulları sürekli kontrol altında tutulurken, MAP yönteminde istenen atmosfer koşulları sağlandıktan sonra herhangi bir kontrolün yapılmıyor olmasıdır [1].

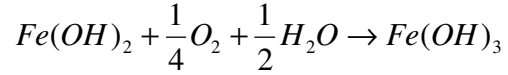
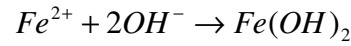
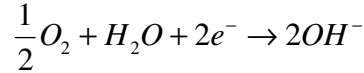
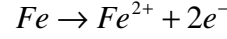
AKTİF PAKETLEME

Aktif paketlenme, tüketicilerin minimal işlem görmüş, kaliteli ve güvenli gıdalara duydukları ilginin artmasıyla ortaya çıkan yeni bir paketlenme teknolojisidir [16]. Avrupa FAIR-projesi CT 98-4170 tarafından yapılan tanımlamaya göre aktif paketlenme gıdanın raf ömrünü uzatmak, gıda güvenliğini geliştirmek ve duyuşsal kaliteyi sürdürmek amacıyla paketlenme koşullarının değiştirilmesine dayanan bir paketlenme sistemidir [26]. Aktif paketlenmenin temel amacı, doğal yollarla gıdanın kalitesini ve güvenliğini arttırmaktır. Aktif paketlenme teknolojisinde gıda, ambalaj malzemesi ve çevre atmosferi arasındaki ilişkiye dayanan bir yaklaşım uygulanmaktadır [16]. Aktif paketlenme teknolojisi, aşağıdaki sistemlerden oluşmaktadır [27];

- Oksijen tutucular,
- Karbondioksit düzenleyiciler,
- Nem düzenleyiciler,
- Antioksidan kullanımı,
- Antimikrobiyal paketlenme.

Oksijen Tutucular: Oksijene duyarlı gıdalar, genellikle MAP veya vakum paketlenme tekniğiyle paketlenmektedirler. Ancak, bu teknolojiler ile genellikle oksijenin tamamı paketten uzaklaştırılmaz [27]. Oksijen tutucular, paketlenme sonrasında paket içinde kalan kalıntı oksijeni bünyesinde tutarak, oksijene duyarlı gıdalardaki kalite değişimlerini minimuma indirir. Bunun yanı sıra oksijene duyarlı vitaminler vb. besin öğeleri korunarak gıdanın besleyici değeri muhafaza

edilmektedir [28]. Mevcut oksijen tutucu sistemlerde, demir tozu oksidasyonu, askorbik asit oksidasyonu, ışığa duyarlı boya oksidasyonu, enzimatik (glikoz oksidaz ve alkol oksidaz gibi) oksidasyon, doymamış yağ asitleri (oleik asit ve linolenik asit gibi) sistemlerinden bir veya birkaçı kullanılmaktadır [27]. Oksijen tutucular; demir gibi kimyasal olarak oksijenle reaktif olan maddelerden oluşan, gaz geçirebilen malzeme içerisine yerleştirilmiş keseciklerdir [29]. Oksijen tutucular, tek başına veya MAP ile birlikte kullanılmaktadır [30]. Günümüzde ticari olarak kullanılan oksijen tutucuların çoğunluğu temelde aşağıda belirtilen demir oksidasyonu prensibine dayanmaktadır [4].



Karbondioksit Düzenleyiciler: CO₂, bazı gıdalarda bozulma veya solunum reaksiyonlarına bağlı olarak üretilir. Oluşan CO₂, gıdanın bozulmasına ve/veya paket göçmesine neden olabilmektedir. Bu durumu önlemek için oluşan gaz, CO₂ emiciler tarafından uzaklaştırılmalıdır [27]. Karbondioksit emici pedler, kalsiyum hidroksit, sodyum hidroksit, kalsiyum oksit, silika jel vb. maddeler içermektedirler Karbondioksit salıcı/oksijen tutucu kombine sistemler de karbondioksit düzenleyici sistemler olarak kullanılabilirler. En sık rastlanan ticari örnekleri ise Ageless® G ve FreshPax® M'dir [4].

Nem Düzenleyiciler: Kuruma ve aşırı nem çekme gibi olumsuzlukları engellemek ve ortam nemini istenilen düzeyde tutmak için, su buharı geçirgenliği ayarlanabilen filmler, nemçekerler (desikant) veya nemi kontrol altında tutan pedler kullanılmaktadır. Et, tavuk ve balık gibi ürünler için Thermarite®, Toppan® ve Peakorb® gibi ticari nem kontrol ajanları kullanılmaktadır. Bu ajanlar, iki katman arasına süper absorbanların yerleştirilmesiyle üretilmektedir. Süper absorban olarak genellikle poliakrilat tuzları ve nişasta polimerleri kullanılmaktadır [31]. Nem kontrolündeki temel amaç, a_w değerini düşürmektir. Böylece yüksek a_w değerine sahip gıdalardaki küf, maya ve bakterilerin çoğalması önlenmektedir [27].

Antioksidan Kullanımı: Antioksidanlar, paketlenme kullanılan plastik filmlerin yapısına katılarak polimer stabilizasyonunu sağlamaktadırlar. Oksidasyon ve difüzyon sonucunda filmde bulunan antioksidan konsantrasyonu azalmaktadır. %0.1 oranında bütillendirilmiş hidroksi toluen (BHT) içeren polimer filmle paketlenen taze etlerde antioksidan etki ile pigmentlerin oksidasyonu engellenmekte ve renk korunmaktadır [32]. Ancak ülkemizde taze etlerde BHT kullanımına izin verilmemektedir.

Antimikrobiyal Paketleme: Antimikrobiyal paketleme, bir aktif paketleme çeşididir. Et ve et ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında ve güvenliğinin artırılmasında etkili bir yöntemdir. Antimikrobiyal maddelerin kullanımı, mikrobiyal popülasyonu kontrol altına almakta ve spesifik mikroorganizmaları hedefleyerek yüksek ürün güvenliği ve kalitesi sağlamaktadır. Antimikrobiyal materyaller; filmler, sentetik polimerler ve yenilebilir filmler olarak sınıflandırılabilir [26]. Antimikrobiyal gıda paketleme materyallerinin kullanımı ile mikroorganizmaların gelişim fazı yavaşlamakta ve lag fazı uzatılmaktadır [2].

YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMALAR

Önceden oluşturulmuş ince bir tabaka halindeki yenilebilir materyalin gıda bileşenleri arasına veya üzerine yerleştirilmesi yenilebilir film, doğrudan bir gıda üzerinde oluşturulan ince bir tabaka halindeki yenilebilir materyal ise yenilebilir kaplama olarak tanımlanmaktadır. Yenilebilir kaplamalar gıdaya daldırarak, püskürtülerek vb. yöntemlerle uygulanabilir [33]. Yenilebilir kaplama ve filmler; polisakaritler, proteinler ve lipitlerin tek başına veya birlikte kullanımı ile hazırlanabilmektedir [2, 26]. Yenilebilir filmlerin sahip olması gereken başlıca özellikler arasında biyolojik olarak bozunur özellikte olma (bakterilerle ayrışabilmeli), yenilebilir olma, biyolojik açıdan uygun olma, iyi görünüşlü olma, oksijen ve fiziksel strese karşı bariyer özellik gösterme ve toksikolojik açıdan güvenli olma sayılabilir [2].

Bahsedilen özelliklerin yanı sıra et ve et ürünlerine uygulanan yenilebilir filmler, neme karşı bariyer özelliği,

su ve yağda çözünürlük, renk, şeffaflık, istenen mekanik ve reolojik özellikler gibi fonksiyonel özelliklere de sahip olmalıdır. Çeşitli kaynaklardan elde edilen yenilebilir filmlere polisakarit filmler, nişasta, alginat, karregenat, selüloz eterler, pektin, agar, kitin/kitosan, lipit filmler, protein filmler, jelatin/kollajen ve kompozit filmler örnek olarak verilebilir [2].

Yenilebilir filmler, et ve et ürünlerine doğrudan veya dolaylı olarak uygulanabilmektedir. Doğrudan uygulamalar köpük uygulaması, daldırma yöntemi, sprey uygulaması, dökme, fırçalama ve kaplama gibi yöntemleri kapsar [2]. Et ve et ürünlerinde yenilebilir film kaplamaların kullanılmasının bazı avantajları şöyle özetlenebilir [26]:

- Taze veya dondurulmuş etlerde depolama boyunca meydana gelen nem kaybını düşürmek,
- Perakende plastik kaplarda satışa sunulan taze kırmızı et veya tavuk eti bünyesindeki suyu hapsedmek,
- Lipit oksidasyonuna bağlı acılaşmayı ve miyogloblin oksidasyonuna bağlı kahverengileşmeyi azaltmak,
- Bozucu ve patojen mikroorganizmaların etin yüzeyinden giriş yapmasını engellemek,
- Uçucu aroma kaybını sınırlandırmak ve yabancı kokuları ortadan kaldırmak.

Tablo 2'de, et ve et ürünlerinde kullanılan yenilebilir film nitelikli paketleme materyalleri ve antimikrobiyal ajanlar hakkında bazı bilgilere yer verilmiştir.

Tablo 2. Et ve et ürünlerinde kullanılan yenilebilir film nitelikli paketleme materyalleri ve antimikrobiyal ajanlar [26]

Antimikrobiyal Ajan	Paketleme Materyali	Substrat
Asetik Asit	Kitosan	Bologna, Pişmiş jambon, pastırma
Laktik Asit	Alginat	Sığır eti
Propiyonik Asit	Kitosan	Bologna, Pişmiş jambon, Pastırma
Potasyum Sorbat	Nişasta/ Gliserol	Tavuk göğüs eti
Glikoz Oksidaz	Alginat	Balık
Nisin	Silikon kaplama	Sığır eti
Nisin	Polietilen	Tavuk göğüs eti
Pediosin	Sellüloz	Pişmiş et

AKILLI PAKETLEME

Taşıma ve depolama süresince paketlenmiş gıdanın kalitesi hakkında bilgi vermek için paketlenmiş gıdanın durumunun izlemeye alındığı paketleme sistemleridir. Akıllı paketleme sistemlerinin çoğunda sensörler ve indikatörler kullanılmaktadır [4].

Sensörler

- Gaz sensörleri,
- Floresan esaslı oksijen sensörleri,
- Biyosensörler.

İndikatörler

- Tazelik indikatörleri,
- Zaman-sıcaklık indikatörleri.

Paket dışına yerleştirilen zaman-sıcaklık indikatörleri dış indikatör, paket içine yerleştirilen oksijen, karbondioksit, mikrobiyal gelişim ve patojen indikatörleri gibi indikatörler ise iç indikatör olarak adlandırılabilir [34]. Akıllı paketleme sistemleri özellikle dağıtım ve depolama sırasında gıdanın kalite özelliklerinin korunmasında ve gıda güvenliğinin sağlanmasında ambalaj içi ve dışı indikatörü olarak kullanılmaktadır. Sistem depolama sırasında sıcaklık değişimlerini, O₂ ve CO₂ içeriğini ve ürünün tazeliğini göstermektedir [35]. Gıda paketlemede kullanılan sensörler ürünlerin tazeliğini, ürünlerde mikrobiyal bozulma, oksidatif acılaşma ve sıcaklığa bağlı değişimlerin olup olmadığını göstermektedir [36]. Akıllı paketleme teknolojisinde kullanılan indikatörlerin çalışma prensipleri, kullanım amaçları ve uygulama alanları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Akıllı paketleme tekniklerinin uygulama alanları [34]

İndikatör	Çalışma Prensipleri	Kullanım Amacı	Uygulama Alanı
Zaman-sıcaklık	Mekanik, kimyasal, enzimatik	Depolama koşulları hakkında bilgi vermek	Soğuk ve dondurulmuş koşullarda depolanan gıdalar
Oksijen	Redoks ve pH belirteçleri, enzimler	Depolama koşulları ve pakette sızıntı olup olmadığı hakkında bilgi vermek	Düşük oksijen konsantrasyonunda paketlenen gıdalar
Karbondioksit	Kimyasal	Depolama koşulları ve pakette sızıntı olup olmadığı hakkında bilgi vermek	Modifiye veya kontrollü atmosferde paketlenen gıdalar
Mikrobiyal gelişim, tazelik	pH belirteçleri	Gıdaların mikrobiyal kalitesi hakkında bilgi vermek	Et, balık, tavuk gibi çabuk bozulan gıdalar
Patojen	Toksinlerle reaksiyona giren kimyasal/ lar ve immunokimyasal metotlar	<i>E.coli</i> 'nin bazı suşları gibi spesifik patojen bakteriler	Et, balık, tavuk gibi çabuk bozulan gıdalar

SONUÇLAR

Et ve et ürünlerinde en az maliyet ile raf ömrünü uzatmak, kaliteyi ve gıda güvenliğini en üst seviyede tutmak paketleme endüstrisinin ilk hedefidir. Tüketicinin doğala en yakın, minimal işlem görmüş, taze ve güvenli gıda ürünlerine duyduğu ilgi artmıştır. MAP, aktif paketleme ve akıllı paketleme gibi yeni paketleme teknolojilerinin kullanılması ile gıdaların raf ömrü uzatılmakta ve gıda güvenliği gelişmektedir. Et ve et ürünleri endüstrisinde yeni paketleme tekniklerinin kullanımı maliyet, ürünün duyu özellikleri, tüketici tercihi, gıda güvenliği ve yasal düzenlemeler gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Doğal ortamda kolayca bozunur maddelerden elde edilen yenilebilir filmler çevreye daha az zarar vermektedir. Akıllı ve aktif paketleme teknolojileri ile gıdaların üretiminden tüketimine kadar geçen süreçte kalite özellikleri kontrol altında tutularak tüketici sağlığı korunmakta, ekonomik kayıpların önüne geçilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Üçüncü M., 2007. Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. 733-787p.
- [2] 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: 131-142.
- [3] Walsh, H.M., Kerry, J.P., 2002. Meat Packaging. CRC Press, USA.
- [4] Kerry, J.P., O'Grady, M.N., Hogan, S.A., 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: a review. *Meat Science* 74: 113-130.
- [5] Rosset, R., Poumeyrol, G., 1996. Meats and Meat Products. In: G. Bureau, J.L. Multon. Food Packaging Technology. Vol. 2. VCH Publishers, Inc. p. 233-249.
- [6] Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1999. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, İzmir. 211p.
- [7] Mullan, M., McDowell, D., 2003. Modified atmosphere packaging. In: Food Packaging Technology. Ed. by Coles, R., McDowell, D., Kırwan, M.J. CRC Pres. London. 303-339p.
- [8] Stiles, M.E., 1991. Modified Atmosphere Packaging of Meat, Poultry and Their Products. In: Oraikul, B. and Stiles, M.E. editors. Modified Atmosphere Packaging of Food. Ellis Harwood Lim. England.118-147p.
- [9] Anonymous, 2007. www.unido.org/file-storage/view/unido_fs_5373_user_folder/23-MODIFIEDATMOSPACAGING.5.pdf
- [10] Farber, J.M., 1991. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging - a review. *Journal of Food Protection* 54: 58-70.
- [11] Rao, N., Sachindra, N.M., 2002. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. *Food Reviews International* 18(4): 263-293.
- [12] Phillips, C.A., 1996. Review: modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *International Journal of Food Science and Technology* 31: 463-479.
- [13] Chruch, P.N., 1993. Meat and Meat Products. In: Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food. Edited by Parry, R.T., Glasgow, UK. Blackie. 170-187p.
- [14] Oraikul, B., 2003. Modified Atmosphere Packaging (MAP). In Food Preservation Techniques ed. by Zeuthen, P., Bogh-Sorensen, L. Woodhead Publishing Limited Cambridge, England p.338-359.
- [15] Çadircı, Ö., Güncüoğlu, M., 2008. Balıkların raf ömürlerinin uzatılmasında uygulanan teknikler. *Vet. Hekim Dergisi* 79(4): 23-28.
- [16] Sivertsvik, M., Rosnes J.T., Bergslien, H., 2002. Modified Atmosphere Packaging. In: Minimal Processing Technologies In The Food Industry. Ohlsson, T., Bengtsson, N. (Edit.) Woodhead Publishing Limited and CRC Press Boca Raton, Boston, NewYork Washington, DC. p.61-85.
- [17] Davies, A.R., 1995. Advances in Modified Atmosphere Packaging. In: Gould, G.W. (Edit.) New Methods of Food Preservation. Unilever Research Laboratory, Bedford.
- [18] Jeremiah L.E., 2001. Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term

- distribution. *Food Research International* 34: 749-772.
- [19] Fernandez, K., Aspe, E., Roeckel, M., 2009. Shelf-life extension on fillets of atlantic salmon (*Salmo salar*) using natural additives, superchilling and modified atmosphere packaging. *Food Control* 20: 1036-1042.
- [20] Serdengeęti, N., Yıldırım, İ., 2003. Taze ette bulunan mikroorganizmalar ve raf ömrünün uzatılması. *Akademik Gıda* 1(4): 21-26.
- [21] Cutter C. N., 2002. Microbial control by packaging: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 42(2):151-161.
- [22] Bell, R.G., Garout, A.M., 1994. The effective product life of vacuum packaged beef imported into Saudi Arabia by sea, as assessed by chemical, microbiological and organoleptic criteria. *Meat Science* 36: 381-396.
- [23] (Budak) Bağdatlı, A., 2008. Farklı Paketleme Yöntemlerinin Taze Etin Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- [24] Saldamlı, E., 2004. Gıda Endüstrisi Makineleri. Savaş Kitapevi, Ankara. 450p.
- [25] Gill, C.O., 1992. Application of Preservative Packaging to Chilled Raw Meats. *Canadian Meat Science Association Symp.* 7, p.1-8.
- [26] Quintavalla, S., Vicini, L., 2002. Antimicrobial food packaging in meat idustry. *Meat Science* 62: 373-380.
- [27] Vermeiren, L., Devlieghere, F., van Beest, M., de Kruijf, N., Debevere, J., 1999. Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Science and Technology* 10(3): 77-86.
- [28] Han, J., 2000. Antimicrobial food packaging. *Food Technology*. 54, 56-65p.
- [29] Labuza, T.P., 1996. An introduction to active packaging for foods. *Food Technology* 50: 68-71.
- [30] Day, B.P.F., 1998. Active packaging of foods. CCFRA New Technologies Bulletin, p.17-23.
- [31] Rooney, M.L., 1995. Oxygen scavenging from air in package headspaces by singlet oxygen reactions in polymer media. *Journal of Food Science* 47: 291-298.
- [32] Gök, V., Serteser, A., Karaca, Ü., Kayaardı, S., 2003. Gıda endüstrisinde aktif paketleme teknolojisinin kullanılması. *Akademik Gıda* 1(4): 14-20.
- [33] Seydim, A.C. 2008. Taze kesilmiş, kullanıma hazır meyve ve sebzelerin ambalajlanması. *Packworld* 11(63): 42-56.
- [34] Ahvenainen, R. 2003. Active and Intelligent Packaging. In *Novel Food Packaging Techniques*. Woodhead Publishing Limited Cambridge, England p.5-21
- [35] Gök, V. 2007. Gıda paketleme sanayinde akıllı paketleme teknolojisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 1: 45-58.
- [36] Kerry, J.P. ,Papkovsky, D.B. 2002. Development and use of non-destructive, continuous assessment, chemical oxygen sensors in packs containing oxygen sensitive foodstuffs. *Research Advances in Food Science* 3: 121-140.