



Su Ürünlerinde Kullanılan Paketleme Yöntemleri: Vakum Paketleme, MAP, Biosensörler, Oksijen Emici Etiketler^[*]

Mehmet Emin ERDEM* Nuri TUNÇTAŞ Bayram KÖSTEKLİ İrfan KESKİN
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 57000, Aklıman, Sinop

Geliş Tarihi: 04.02.2022

Kabul Tarihi: 25.04.2022

Basım Tarihi: 00.00.2022

Atf yapmak için: Erdem, M.E., TUNÇTAŞ, N., Köstekli, B. & Keskin İ. (2022). Su Ürünlerinde Kullanılan Paketleme Yöntemleri: Vakum Paketleme, MAP, Biosensörler, Oksijen Emici Etiketler. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 128-137.
How to cite: Erdem, M.E., TUNÇTAŞ, N., Köstekli, B. & Keskin İ. (2022). Packaging Methods Used in Aquaculture: Vacuum packaging, MAP, Biosensors, Oxygen Absorbing Labels. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 128-137-.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-3245-8177>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-1889>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4279-6257>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4503-7299>

***Sorumlu yazarın:**

Mehmet Emin ERDEM
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü
57000, Aklıman, Sinop
✉: merdem@sinop.edu.tr

Öz: Gıdaların muhafaza edilmesinde ve sağlıklı olarak tüketiciye ulaştırılmasında kullanılan paketleme malzemesinin büyük önemi vardır. Ambalajların en önemli özellikleri; üretim yeri, içeriği, üretim tarihi ve menşei gibi birçok bilgi konusunda tüketiciyi aydınlatmasıdır. Su ürünleri avlandığı andan itibaren, karşılaştığı tüm fiziksel ve çevresel faktörlerden etkilendiği için çok çabuk bozulmaktadır. Bunun için de en kısa sürede tüketilmeli, uygun koşullarda işlenmeli veya paketlenerek tüketiciye en iyi kalitede ulaştırılmalıdır. Hızla gelişen su ürünleri sektöründe, akıllı paketleme, akıllı etiketler, biosensörler, vakum ve modifiye ambalaj teknikleri ile oksijen emici etiketler de geliştirilmiştir. Mikrobiyolojik kalite ölçüm etiketleri, pH sensörleri, radyo frekans tanımlama teknolojisi (RFID), karekod uygulamaları ile ürünlerin pazarlama sonrası takibi de sağlanmaktadır. Bu çalışmada; su ürünleri paketleme yöntemleri; oksijen emici etiketler, RFID ve biosensörlerin kullanım alanları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: MAP, oksijen emici etiketler, su ürünleri, vakum paketleme.

Packaging Methods Used in Aquaculture: Vacuum packaging, MAP, Biosensors, Oxygen Absorbing Labels

Abstract: Packaging material is of great importance in preserving food and delivering it to the consumer in a healthy way. One of the most important features of packaging is that it informs the consumer about many information such as production place, content, production date and origin. Fisheries deteriorate very quickly as they are affected by all physical and environmental factors from the moment they are caught.. For this, it should be consumed as soon as possible, processed under appropriate conditions or packaged and delivered to the consumer in the best quality. In the rapidly growing fisheries sector, smart packaging, smart labels, biosensors, vacuum and modified packaging techniques, as well as oxygen absorbing labels have been developed. Microbiological quality measurement labels, pH sensors, radio frequency identification technology (RFID), data matrix applications as well as post-marketing follow-up of the products are also provided. With this work; It is aimed to give information about the packaging methods of fishery products and the usage areas of oxygen absorbing labels, RFID and biosensors.

Keywords: Fish product, MAP, oxygen absorbing labels, vacuum packaging.

GİRİŞ

Hayat var olduğundan beri, insanlar gıdalarını korumak için çaba harcamışlardır (Gram ve Dalgaard, 2002). Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile özellikle çalışan

kadın sayısı artmış, beslenme alışkanlıkları da önemli oranda değişmiştir. İnsanlar daha kolay hazırlayıp tüketecekleri ve besin kalitesi açısından önemli gıdaları tüketme arayışındadırlar. Bunun yanında işlenmiş gıda teknolojisi de gelişmiş ve gıdaları daha uzun süre sağlıklı muhafaza

[*] Bu makale, Nuri TUNÇTAŞ'ın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

This manuscript was produced from Nuri TUNÇTAŞ's master thesis.

edebilme yöntemleri ile kalitenin korunması da amaçlanmıştır (Erdem vd., 2017).

Su ürünleri, özellikle balık ve balıktan elde edilen ürünler günümüz şartlarında gerek sağlık yönünden gerekse lezzetindeki ayrıcalık sebebiyle diğer hayvansal kaynaklı gıdalardan daha önemli bir yere sahiptir (Çolakoğlu, 2006). Balık son derece hassas bir gıda maddesi olması nedeni ile avlandığı andan itibaren fiziksel ve çevresel faktörlerden süratle etkilenir. Bu durumda avlanmayı takiben kısa süre içinde tüketilmeli veya uygun koşullarda muhafaza edilerek tüketiciye en iyi kalitede ulaştırılması sağlanmalıdır (Özden vd., 2001).

Tazelik, balık kalitesinin belirlenmesinde en önemli ölçüt olup, bu özelliğin belirlenmesinde güvenilir yöntemlerin geliştirilmesi çok eski dönemlerden beri araştırmaların temel amacını oluşturmuştur. Tazelik değişimlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler; fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır. Tazelik kaybı ve sonucunda oluşan bozulma, mikrobiyolojik, fizyolojik, kimyasal ve biyokimyasal süreçlerin birbirleri ile etkileşimleri sonucunda ortaya çıkmaktadır (Verrez-Bagnis vd., 2001).

Su ürünleri çabuk bozulabilir gıdalardan olup raf ömürleri kısadır; ürününü başlangıç kalitesinin korunması ise çok önemlidir. Ayrıca içerdikleri yüksek su aktivitesi nedeniyle istenmeyen tat kaybı ve koku oluşabilmektedir. Su ürünlerinde kalitenin muhafaza edilebilmesi için birçok işleme yöntemi kullanılmakla birlikte işlenen ürünün paketlenmesi de ürün kalitesinin belirli süreler boyunca korunmasında oldukça önemlidir. Bunun için ürünlerin en uygun paketleme materyali ile paketlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ile su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan paketleme yöntemleri, kullanım alanları, faydaları konusunda bilgiler verilecek, gelişen teknoloji ile birlikte paketleme yöntemlerindeki son gelişmelerden bahsedilecek ve oksijen emici etiketlerin su ürünlerinde kullanımına değinilecektir. Çalışma, su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan paketleme yöntemleri ve kullanılan etiketler hakkında ayrıntılı bilgi veren derleme araştırmasıdır.

Paketleme Yöntemleri ve Paket Türleri: Su ürünleri avlandığı andan itibaren, karşılaştığı tüm fiziksel ve çevresel faktörlerden çok hızlı bir şekilde etkilenmesi nedeniyle, avlamanın hemen ardından en kısa sürede tüketilmeli ya da en uygun koşullarda muhafaza edilerek tüketiciye en iyi kalitede ulaştırılması sağlanmalıdır. Paketleme tekniği ile ürünün fiziksel, kimyasal ve biyolojik zararlılardan korunması sağlanmakta, böylece olası bozulmalar geciktirilerek ürünün dayanma süresi arttırılmaktadır. Ayrıca paketler üzerinde bulunan etiketler ile ürün hakkında firma bilgileri, üretim yeri, tarih, içerik, katkı maddeleri gibi genel bilgiler içermesi açısından önemlidir. Paketleme işlemi, ürünün kalitesinin korunması, raf ömrünün uzatılması, pazarlanması ve dağıtılmasında

kolaylık sağlaması, sonuçta tüketicinin ürüne duyduğu güvenin artırılması amacını da taşımaktadır (Bykowski & Dutkiewicz, 1996). Hemen tüketilemeyecek deniz ürünlerinin, sağlıklı şartlarda saklanarak, av mevsiminden sonra da tüketici beğenisine sunulması amaçlanmaktadır. Paketlemede kullanılan malzemelerin nem ve oksijen geçirgenliğinin düşük, yağ ve suyun emilmesine karşı ise dirençli olması gerekmektedir. İyi bir paketlemede, paket içerisinde hava boşlukları ve şişkinliklerin en aza indirilmesi, ambalajın ürün ile reaksiyona girmemesi ve ambalajın ürünü tam olarak kaplaması gerekmektedir (Yılmaz vd., 2009).

Su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan paketleme metotları; Kontrollü Atmosferik Paketleme, Modifiye Edilmiş Atmosferde Paketleme Tekniği (MAP), Vakum Paketleme, Yenilebilir Film Kaplama, Akılla Paketleme ve Aktif Paketlemedir.

Kontrollü Atmosfer Depolama: Bu paketleme tekniği, büyük miktarlarda depolanacak ürünler için uygulanmaktadır. Depolama süresince mevcut atmosferik ortamda meydana gelebilecek bütün değişimler ayarlanmakta ve böylece depolanan ürünlerde mikrobiyal üreme fazı geciktirilmektedir (Arashisar vd., 2004). Kontrollü atmosferik depolama ile ortamdaki O₂ oranını azaltılıp, CO₂ oranı yükseltilerek solunumun yavaşlatılması ve ortam koşullarının sürekli kontrol edilmesi ile atmosfer kompozisyonunun sabit tutulması sağlanmaktadır. Bu yöntemin küçük çaplı depolamalar için kullanılması verimlilik açısından tavsiye edilmemektedir (Örüng vd., 2016).

Ürünlerin muhafaza edildiği depolarda, normal şartlarda nem ve sıcaklık kontrolü yapılmaktadır, bu yöntem ile depo içerisindeki atmosfer bileşimi de kontrol altına alınarak, depo ortamındaki oksijen oranının azaltılıp karbondioksit miktarı artırılmaktadır. Böylece ürünün enzimatik ve mikrobiyal gelişim hızı yavaşlatılarak, daha uzun süre kalitesi korunmuş olur. Atmosferde normal şartlarda azot %78, oksijen %20, karbondioksit %0,2 oranında bulunmaktadır. Kontrollü atmosfer depolama ile depo ortamında CO₂ gazının miktarı artırılarak O₂'nin %2 seviyelerde tutulması amaçlanmaktadır. Bu oranın sabit kalabilmesi için depo içinde özel izolasyon maddeleri kullanılır, ayrıca kapıların da gaz sızdırmaz olması gerekir. Kontrollü atmosfer ile depolamada gaz oranları, ürünün çeşidine ve türüne göre ayarlanmalıdır (Anonim, 2022a).

Modifiye Edilmiş Atmosferde Paketleme (MAP): Temel olarak su ürünlerinin sağlıklı bir şekilde korunması için kullanılan metotlar; dondurma, konserve teknolojisi, tuzlama, kurutma ve dumanlamadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte muhafaza süresini uzatmak amacıyla MAP teknolojisi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. MAP; yaygın olarak işlem görmemiş taze su ürünlerine uygulanmaktadır, fakat işlenmiş bazı ürünlerle ile kombine

edilerek de uygulanması yaygınlaşmaktadır. Özellikle dondurulmuş, dumanlanmış, haşlanmış, marine ürünlere, balık salatalarına, kurutulmuş ürünlere, midye dolma veya midye tavaya, balık eti ya ad surimi gibi ürünlere yaygın olarak MAP uygulaması kullanılmaktadır (Kocatepe & Turan, 2011).

Son yıllarda tüketicilerin uzun raf ömrüne sahip olan ve tüketime hazır gıdaları tercih etmesinden dolayı, balık ürünleri de dahil olmak üzere taze ve kısmen işlenmiş gıdaların büyük çoğunluğunun raf ömrünün artırılması amacıyla depolama, taşıma ve ambalajlanmasında MAP tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır. MAP tekniği, gıdaların dayanma süresini uzatmak, mikrobiyolojik gelişmeyi azaltmak ve enzimatik bozulmayı önlemek amacıyla, ambalaj içi atmosferin farklı gaz karışımları içeren modifiye edilmiş atmosferle yer değiştirmesi ve ürünün yapısına uygun özellikteki ambalaj materyalleri ile paketlenmesi tekniğidir (Turan & Kocatepe, 2013). Bu amaçla karbondioksit, azot ve oksijen gazlarının miktarında oynamalar yapılarak paketlenmektedir.

Kısa raf ömrüne ve buna bağlı olarak ciddi ekonomik kayıplara neden olan mikrobiyolojik aktivite; deniz ürünlerinde, bozulma derecesine bağlı olarak kötü koku, renk ve aroma oluşumu şeklinde olmaktadır. MAP tekniğinin avantajları ürünün raf ömrünün uzamasına yardımcı olması ve paket içindeki ürünün görünümündeki parlaklıktan dolayı tüketici tarafından daha çok beğenilmesidir. Dezavantajı ise; paket hacminin diğer paketlenme türlerine göre daha fazla olmasından dolayı depolamada ve dağıtımda zorluklarla karşılaşılmasıdır (Özoğul vd., 2006).

Modifiye atmosfer paketlenme (MAP) yapılmış ürünlerde O₂, N₂ ve CO₂ gazlarının farklı varyasyonları kullanılmaktadır. Balık türüne, ürün çeşitliliğine, saklama koşullarına göre oranlar değişmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalarda gaz karışımları farklılık göstermektedir; %60 CO₂, %40 N₂; %75 CO₂, %25 N₂; %40 CO₂, %60 N₂, %40 CO₂, %30 N₂ ve %30 O₂; 30% O₂, 30% CO₂ ve 40% N₂; %60 CO₂ ve %40 O₂; %5 O₂ +% 35 CO₂ +% 60 N₂ veya %30 CO₂ +%70 N₂ (Erkan vd., 2000; Kocatepe vd., 2015). Ayrıca mantar gelişiminin engellenmesinde, protein yapısının korunmasında, enzim aktivitesi üzerine etki etmesinde ve mikroorganizma faaliyetlerini sınırlandırmasında MAP uygulama önemlidir (Farber, 1991). Yüksek CO₂ düzeyi, ürünlerde kalite kayıplarına (renk, tat bozulması, ambalajda bombaj oluşumu vb.) neden olmakta ve bunun yanında artan CO₂ miktarı aneorobik mikroorganizmaların gelişimine uygun ortam sağlamaktadır (Sivertsvik vd., 2002). MAP'lı ürünlerde herhangi bir zararlı etkiye sahip olmayan azot gazı oksijene alternatif olarak kullanılmakta, oksidasyonu önleyerek su ürünlerinin bozulması geciktirilmektedir (Çelikkol, 2011; Çorapçı & Kocatepe, 2019; Farber, 1991; Sivertsvik vd., 2002).

Vakum Paketleme (VP): Besinlerin saklanması, korunması, taşınması ve daha iyi görünmesini sağlamak amacıyla kullanılan tekniklerden bir tanesi de vakumlu paketlenme tekniğidir. Bu teknikte, ürünün konulduğu paketin içerisindeki hava herhangi bir gaz ya da gaz karışımları ile yer değiştirilmeden vakumla boşaltılmakta, hemen ardından paketin ağzı hava geçirmeyecek şekilde kapatılmaktadır. Vakum ile paketlenmede, paketler içerisinde serbest oksijen minimum seviyede olacağı için aerobik bakterilerin çoğalması ve oksidasyon ürünlerin oluşması daha uzun bir süre alacaktır (Çaklı, 2008). Ayrıca, ürünün atmosferik oksijen ve nem ile temasını önleyerek depolama ömrünün uzatılmasına da yardım etmektedir (Göğüş & Kolsarıcı, 1992). Paketleme materyali olarak kullanılacak olan malzemenin hava geçirgenliğinin olmaması gerekmektedir. Balık ve balık ürünlerinde enzimatik, oksidatif ya da mikrobiyal bozulmalar olabilir. Paket içerisindeki oksijen miktarının azaltıldığı bu teknik sayesinde, bozulmaya neden olan aerobik bakterilerin çoğalması önlenmekte ve ürünün raf ömrünün uzaması sağlanmaktadır. Fakat *Clostridium botulinum* gibi anaerobik organizmaların çoğalması ve toksin üretmesi için uygun bir ortam oluşabilmektedir. Bu nedenle, su ürünlerinin denizden yakalanmasından paketlenmesine kadar olan tüm aşamalarda, hijyen ve sanitasyon kurallarına çok dikkat edilmesi gerekmektedir (Randall vd., 1991; Rajesh vd., 2002).

Yenilebilir Film Kaplama: Yenilebilir film kaplamalar, gıdayı koruyan ve raf ömrünü uzatan, gıdayı ince bir film şeklinde saran ve tüketilebilir özellikteki doğal kaplamalardır. Gıda paketlenme teknolojisinde gıdanın taze tutulması önemli bir ölçüt iken, gıdanın özelliğinin paket üzerinde ayrıntılı olarak verilmesi de tüketiciler açısından önemlidir (Sürengil & Kılınç, 2011). Değişen iş hayatı nedeni ile tüketiciler kolay hazırlanabilecek gıdalara yönelmektedirler. Tüketici ihtiyaçlarını karşılayabilecek yenilebilir film kaplama ürünleri geliştirilmektedir (Kokangül & Fenercioğlu, 2012). Yenilebilir film kaplamaların tercih edilmesinin nedenleri arasında; mikroorganizma gelişiminin engellenmesi, ürün neminin sabit tutulabilmesi, uçucu gazlarının oluşmasını geciktirmesi, duyuşal olarak renk, koku, tat ile görünüşü muhafaza edebilmesi, oksijen geçirgenliğini azaltması ve çevreye zarar vermemesi gibi özellikleri sayılabilir (Korkmaz, 2018).

Polisakkarit filmler, alginat, kitosan, pektin, agar, selüloz, nişasta gibi ürünlerden elde edilirler. Kahverengi deniz alglerinden elde edilen alginat, besi yeri olarak kullanılmasının yanında gıda üretiminde yenilebilir film olarak çokça kullanılır. Fakat yenilebilir kaplamalarda, bol ve ucuza temin edilmesi, antioksidan ve antimikrobiyal özelliğe sahip olmasından dolayı nişasta, yağın olarak kullanılan doğal polisakkaritler (Dursun & Erkan, 2009).

Kitosan, kabuklu su ürünlerinin (yengeç, istakoz midye, karides) kabuklarında bol miktarda bulunur. Bakteri ve mantar gibi mikroorganizmaların hücre duvarlarında bulunan ve doğada en bol polimerlerden birisi olan kitinin deasetilasyonu ile kitosan elde edilebilmektedir. İnsan sağlığı için zararlı etkisi yoktur, alerji yapmaz ve parçalanabilmesinden dolayı yenilebilir film olarak kullanılmasında önemli etkenlerdir (Çaklı & Kılınç, 2004).

Protein filmler, gıdaların besin değerini artırdıkları için yenilebilir film olarak aranan özelliklere sahiptirler. Elde edilmelerinde farklı yöntemler kullanılabilir. En yaygın olarak kullanılanları; çeşitli çözücüler ile polipeptid zincirinin denatürasyonu, çapraz bağlanma yapan elektrolit ilavesi ile ve farklı sıcaklık uygulamaları ile elde edilirler (Dursun ve Erkan, 2009). Protein filmlerinin kalitesini; proteinin kaynağı, protein pH'sı, film kalınlığı, elde etme koşulları gibi faktörler belirlemektedir (Jongjareonrak vd., 2008).

Kompozit filmler; yenilebilir filmler doğal olarak heterojen özellikte polisakkarit, protein ya da yağların birleştirilmesi ile oluşturulabilir. Değişik özelliklerdeki polisakkaritler bir araya getirilerek, farklı özellikleri ve faydaları bir araya getirilerek kullanılmaktadırlar. Böylece her bir film materyali özelliklerinin kombine edilmesi sağlamaktadır (Kester and Fennema, 1986). Film elde ederken proteinler ile karbonhidratlar, proteinler ile lipidler ya da lipidler ile karbonhidratlar, doğal veya yapay polimerlerin kombinasyonları kullanılarak kompozit film kaplamalar üretilmektedir (Anonim, 2022b).

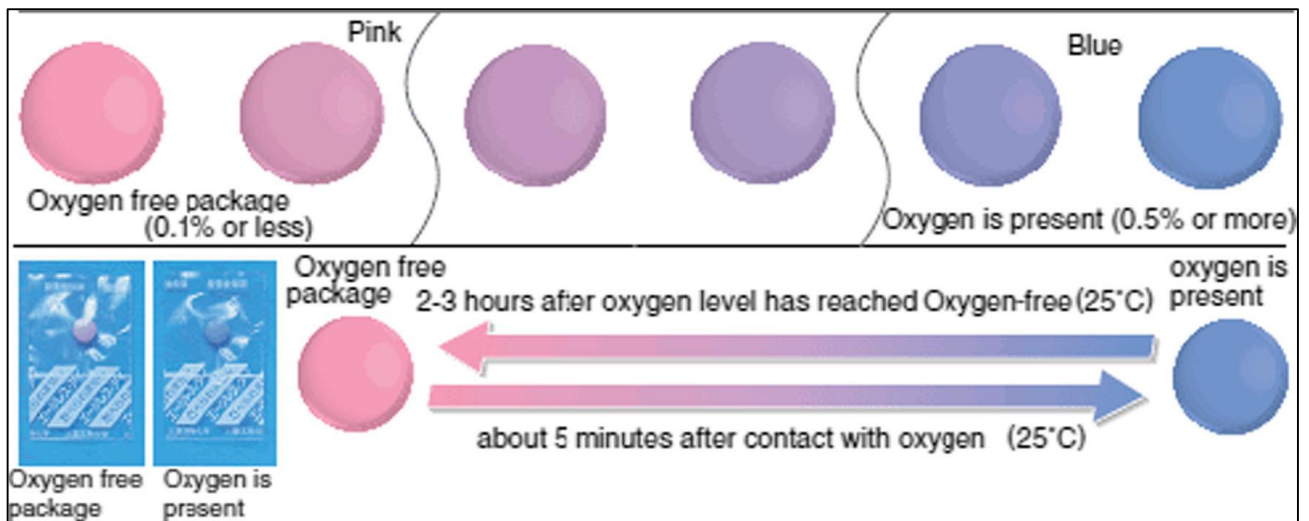
Gıda ambalaj teknikleri her geçen gün gelişmektedir. Nanoteknolojiyle üretilen ambalajlar, biyobozunur ambalajlar, aktif ve akıllı paketleme sistemleri, su ürünleri paketlemede de kullanılan gelişmiş ambalajlama teknikleridir. Akıllı ambalajlar dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Akıllı ambalaj kullanımının

standart hale getirilmesi için spesifik bir yönetmelik olan 450/2009/EC yönetmeliği, akıllı ambalajların doğru kullanımı, güvenliği ve pazarlamasına yönelik yeni yasal dayanağı oluşturulmasını sağlamıştır (Restuccia vd., 2015).

Akıllı Ambalajlar: Gıdaların üretildikten sonra tüketiciye ulaşmaya kadar geçen süre içinde üründe oluşabilecek değişikliklerin erken zamanda fark edilebilmesi için akıllı ambalaj teknolojisi önem kazanmaya başlamıştır. Akıllı ambalajlar; gaz sensörü, sızıntı sensörü, florasan bazlı sensörler, tazelik konusunda bilgi veren akıllı etiketler (RFID), sıcaklık zaman indikatörleri olarak sınıflandırılmaktadırlar.

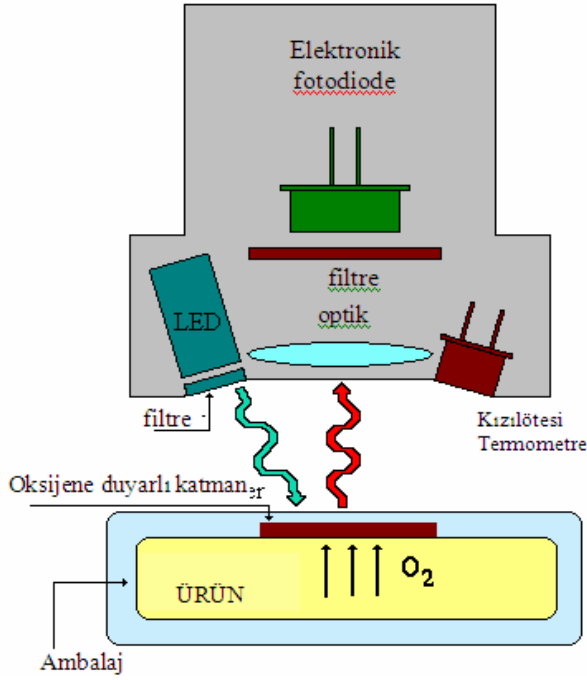
Gıda ambalajlanmasında kullanılan sensörler; ürünlerin tazeliğini, ürünlerde mikrobiyal bozulma olup olmadığını, oksidatif acılaşmayı ve sıcaklığa bağlı değişimleri göstermektedir (Anonim, 2022c).

Gaz sensörleri (Şekil 1, Şekil 2), paketlenen ürünün içinde bulunan ya da ürünlerin depolandığı ortamlardaki gazların özelliklerini ve miktarını tespit eden ekipmanlardır. Sensörler; amperometrik oksijen sensörleri, potansiyometrik karbondioksit sensörleri, oksijen sensörleri gibi sistemlerden oluşurlar. Elektrokimyasal oksijen sensörleri gibi geleneksel kullanımlarda uygulanan kısıtlamalardan dolayı optik oksijen sensörleri yaygınlaşmıştır. Optokimyasal sensörler, gıdalarda mikrobiyal bulaşma sonucunda veya farklı kimyasal bozulmalar sonucu oluşan hidrojen sülfid, karbondioksit ve diğer aminli bileşikler algılayarak ürün kalitesi hakkında bilgi sahibi olmaya yardımcı olurlar. Optokimyasal sensörler, pH değişimlerine duyarlı floresans bazlı sistemler, renk değişimlerine duyarlı sensörler ve fluorometrik bazlı sensörler olarak sınıflandırılırlar. Florasan Bazlı Gaz Sensörü; Paketlenmiş ürünlere tepede boşluğunda oluşan gazların uzaktan ölçümünü sağlayan sistemdir (Anonim, 2022c; Gök, 2007).



Şekil 1. O₂ indikatörü (Mohebi & Marquez, 2014).

Figure 1. O₂ indicator (Mohebi & Marquez, 2014).



Şekil 2. Florasan Bazlı Gaz Sensörü (Öcal & Karapınar, 2016).
Figure 2. Fluorescent Based Gas Sensor (Öcal & Karapınar, 2016).

Biyosensörler; ambalajlanmış gıdalarda meydana gelen biyolojik reaksiyonları belirleyen, kaydeden ve ileten cihazlara biyosensör denir. Biyosensörler de bir biyoreseptör ve enerjiyi değiştiren dönüştürücülerden (transducer) oluşmaktadır. Ampermetre olarak kullanılan biyosensörler, hidrojen peroksit oluşumunu belirlemek için platin elektrotları ve enzim hareketlerini takip etmeye yönelik cihazların geliştirilerek, sensörlerin çalışması hedeflenmiştir (Huang vd., 2011). Sensörler, geleceğin akıllı paketleme sistemleri için en umut verici ve yenilikçi teknoloji olarak kabul edilmektedir sistemlerdir (Şekil 3) (Takma & Nadeem, 2019).



Şekil 3. Biyosensör (Öcal & Karapınar, 2016).
Figure 3. Biosensor (Öcal & Karapınar, 2016).

İndikatörler

Sızıntı İndikatörü; bunlar modifiye atmosfer ambalajda kullanılan bazı gazların varlığını ya da yokluğunu gösteren sistemler olup, ambalaj bütünlüğü ve sızıntıları hakkında bilgi vermektedir. Sızıntı indikatörleri, kimyasal ve enzimatik reaksiyonların bir sonucu olarak renk değiştirirler. Oksijen ve karbondioksit indikatörleri olmak üzere iki çeşit sızıntı indikatörü kullanılmaktadır. İndikatörler; tablet, etiket, baskı şeklinde olabildiği gibi, polimer film kaplanarak da formüle edilebilmektedir (Karagöz & Demirdöven 2017).

Tazelik İndikatörü; tazelik indikatörleri, mikrobiyolojik bozulma ile ortaya çıkan organik asitler, etanol, uçucu azot bileşikleri ve karbondioksit gibi metabolitlerin etkisi ile ambalaj içerisinde etiketin renk değiştirme prensibine göre çalışmaktadır. Özellikle MAP'lı ürünlerde kullanılmaktadır. Tazelik indikatörleri, pH değişimine, uçucu azot bileşiklerine, hidrojen sülfüre (H₂S), veya mikrobiyal metabolitlere duyarlı olmak üzere çalışma prensiplerine göre 4 farklı şekilde kullanılmaktadırlar. Su ürünlerinin depolanması sırasında gerekli koşulların ihlali ve mikrobiyolojik bozulmalar neticesinde meydana gelen metabolitlerin (CO₂, SO₂, NH₃, H₂S, aminler, organik asitler, etanol, toksin veya enzim) ve değişen gaz konsantrasyonlarının tespiti esasına göre çalışan sistemlerdir (Takma & Nadeem, 2019).

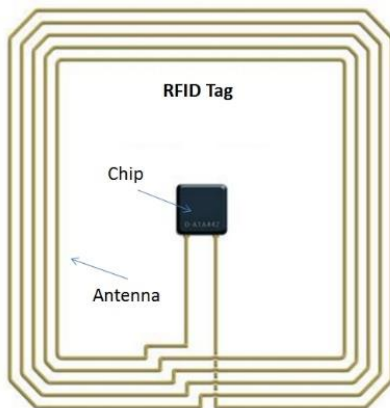
Sıcaklık-Zaman İndikatörü; gıda güvenliğinin ve kalitesinin devamını sağlamak, dağıtım ve depolama sürecindeki sıcaklık değişimlerini izlemek için hazırlanan etiketlerdir Ürün ambalajlarının üzerine yerleştirilen bu etiketler istenen sıcaklıktan sapma sonucu ürünün tazeliğini ve güvenliğini kaybettiği durumda renk değiştirerek bu gelişimi göstermektedir (Şekil 4) (Anonim, 2022d).



Şekil 4. Sıcaklık- zaman indikatör örneği ve çalışma prensibi (Anonim, 2022d).

Figure 4. Example of temperature- time indicator and its working principle.

Radyo frekanslı tanıma (RFİD) Etiketler: RFİD etiketleri (Şekil 5), radyo dalgaları ile tanımlama yapan ve ürünü uzaktan izleme imkânı veren bir sistemdir. Su ürünlerinde bu etiketlerin kullanımı, ürünün avlama yeri ve tarihini gösterirken, taşıma ve depolama boyunca üründe meydana gelebilecek değişimlerin izlenebilirliğini sağlamaktadır. Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) etiketleri veya elektromanyetik taşıyıcıları, yakındaki okuyuculara veri almak, depolamak ve bu verileri iletmek için düşük güçlü radyo dalgaları kullanan küçük devrelerdir (Şekil 6). RFID etiketleri meydana getiren ana bileşenler: bir mikroçip veya entegre devre (IC), bir anten ve tüm bileşenleri bir arada tutan bir alt tabaka veya koruyucu malzeme katmanıdır. RFID etiketleri paket üzerine yapıştırılabilir ve farklı büyüklüklerde olabilir. Aynı zamanda şeffaf etiketler, kağıt etiketler, sert etiketler, plastik kartlar ve çip benzeri özelliklere sahiptirler. Özellikle su ürünleri gibi çabuk bozulan gıdalarda gıda güvenliği ve gıda takibi açısından önemlidirler (Karagöz & Demirdöven, 2017).



Şekil 5. RFİD etiket (Anonim, 2022e).

Figure 5. RFID label.

Oksijen Tutucu-Emici Etiketler (Freshcare): Oksijen gıda ve özellikle su ürünlerinde meydana gelen bozulmanın temel nedenidir. Ambalajdaki çok düşük

miktarlardaki oksijen bile ürün kalitesini etkileyecek ve ürünün bozulma hızını arttıracaktır. Modifiye atmosfer ile paketlenmede bile (azot ve karbondioksit gazları kullanarak) asla oksijenin tamamı uzaklaştırılmaz. Freshcare gıda ürününün ambalajı içindeki tüm oksijeni emmek üzere tasarlanmış bir aktif paketlenme yöntemidir. Raf ömrünü doğal olarak ve çok etkin bir şekilde uzatan bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır. Freshcare oksijen emici paketler Asya'da onlarca yıldır kullanılmaktadır. Asya'da yılda yaklaşık 200 çeşit ve 10 milyar kadar tüketim ürününün paketlenmesinde oksijen emici paketler kullanılmaktadır. Son on yıldır, oksijen emici paketler Avrupa'da da gıda ve ilaç ürünlerinde kullanılmaya başlanmıştır (Brandon vd., 2009).

Oksijen emici etiketler gıda ambalajındaki tüm oksijeni emerek tamamen oksijensiz bir ortam yaratan yüksek kaliteli bir oksijen emicidir. Modifiye atmosfer ile paketlenme, vakumla paketlenme, ısıtma işlemi ile paketlenme yöntemleri ile yapılan paketlenmelerde, tamamen oksijensiz bir ortam yaratmak mümkün değildir. Oksijen emici etiketler kullanılan paketlerde ürünün doğal tadı korunur ve raf ömrünü uzatır. Geliştirilen bu yeni teknoloji sayesinde, Oksijen emici etiketler gıda ambalajının içindeki oksijen seviyesinin %0,1'in altına inmesini sağlar ve böylelikle küf oluşumu, renk değişimi, yağ oksidasyonu ve aerobik mikroorganizma gelişimi önlenir. Gıda ürünlerinde oksijen, küf ve bakteri oluşumunu ile acılaşmanın (ransidite) nedenidir. Bozulma hızı, ortamdaki serbest oksijen varlığı ve miktarı ile doğru orantılıdır. Oksijen emici etiketler ortamdaki oksijeni bünyesinde toplar ve böylece gıdaların uzun süre korunması sağlanmış olur (Demirhan, 2012).

Oksijen emici etiketler poşet ya da etiket formatındadır. Her iki ürün tipi de aynı güçte oksijen emme etkisine sahiptir. Hem poşet hem de etiket formatındaki oksijen emiciler otomatik ya da manuel olarak uygulanabilir. Etiket formatındaki oksijen emiciler gıda ambalajının iç yüzeyinde istenilen bir yere yapıştırılabilir (Şekil 6).



Şekil 6. Oksijen emici etiketlerin genel görünümü (Anonim, 2022f).

Figure 6. General view of oxygen absorber labels.

Tuz, şeker, asitler ve anti-oksitanlar gibi doğal ve sentetik koruyucuların daha az kullanılması ile daha sağlıklı gıda ürünleri üretilebilir. Aerobik mikroorganizma gelişimini yavaşlatmak için şeker, tuz ve asit dengesiyle oynama gerekliliğine gerek kalmamaktadır. Doymamış yağ asitleri, tereyağı, vitaminler gibi kolayca okside olan katkıların kullanımına imkân verir. Bu sayede oksijen emici etiketler ile tadı ve aroması daha iyi korunmuş daha sağlıklı ürünlerin tüketiciye sunulmuş olur. Daha az katkı maddesi kullanılan ya da tamamen katkı maddesiz, doğal ve sağlıklı gıda ürünleri ile yeni pazar taleplerinin karşılanmasına olanak sağlar (Brody vd., 2001). Bazı gıdalarda Oksijen emici etiketlerin etkileri Şekil 7'de verilmiştir:

| Kategori | Raf Ömrü | Duyusal etkileri | Katkı Maddesi Kullanımı |
|--|----------|---|--|
|  Unlu Mamuller | x4 | Daha iyi tat | Asitler ve diğer doğal küf önleyiciler dahil tüm koruyucu katkı maddelerinin kullanımını bırakmak mümkündür. |
|  Peynir | x2 | Daha iyi tat, koku ve görünüm | Tüm koruyucu katkı maddelerinin kullanımını bırakmak mümkündür. |
|  İşlenmiş Et Ürünleri | x2 | Daha iyi renk ve daha doğal görünüm | Nitrit kullanımını belli bir ölçüde azaltmak mümkündür. |
|  Kurutulmuş meyve ve Kuruyemişler | x2 | Daha iyi tat, koku ve görünüm, acılaşma yok | Yoktur |
|  Tortilla | x4 | Daha iyi tat, koku ve görünüm | Asitler ve diğer doğal küf önleyiciler dahil tüm koruyucu katkı maddelerinin kullanımını bırakmak mümkündür. |
|  Kahve | x2 | Daha iyi aroma | Yoktur |
|  Ekmek | x3 | Daha iyi tat | Asitler ve diğer doğal küf önleyiciler dahil tüm koruyucu katkı maddelerinin kullanımını bırakmak mümkündür. |

Şekil 7. Oksijen emici etiketlerin kullanmanın faydaları (Cichello, 2015).

Figure 7. Benefits of using oxygen absorber labels (Cichello, 2015).

Oksijen emici etiketler kullanım alanların unlu mamuller, dondurulmuş gıdalar, pizza, peynir, işlenmiş et ürünleri, kuruyemişler, kurutulmuş meyveler ve sebzeler, makarna, ekmek, kahve ve birçok gıdada kullanılır. Son yıllarda işlenmiş su ürünlerinde kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır (Mexis vd., 2009).

Oksijen emici paketlerinin gıda ürünlerinde kullanımına Avrupa Birliği ülkelerinde ve şimdi Türkiye'de izin verilmektedir. Oksijen emici etiketler Avrupa Birliği EC 1935/2004 sayılı düzenlemede ve 29 Mayıs 2009 Tarihli Avrupa Birliği Komisyonu EC-450/2009 sayılı düzenlemesinde, gıda ile direk temas eden aktif ve akıllı ambalaj malzemeleri sınıfında yer almaktadır. Türkiye'de ise 04.10.2011 tarihinden itibaren

bazı özel firmalar tarafından Tarım ve Orman Bakanlığı izni ile ithal edilmektedir ve gıda ürünlerinde güvenle kullanılabilir. Oksijen emici etiketler toksik değildir, kokuzusdur ve kaza ile tüketilmesi halinde zararsızdır. Oksijen emici içerisindeki demir tozu yanlışlıkla tüketilirse, mide bulantısı gibi çok nadir belirtiler ortaya çıkabilir. Oksijen emici etiketin görevi ambalaj içerisindeki oksijeni tutmasıdır. Hava ve nem geçişine izin veren, demir tozunun dışarıya çıkmasına engel olan bir paket içerisinde imal edilmişlerdir. Dolayısıyla besin maddeleriyle teması veya aynı ortamda bulunmasının sağlık açısından bir zararı yoktur (Anonim, 2022g).

SONUÇ

Su ürünlerinin muhafazasında kullanılan temel metotlar dondurma, konserve, dumanlama, tuzlama ve kurutma iken günümüzde su ürünlerinin taze muhafaza süresinin artırılması amacıyla vakum ve modifiye atmosfer paketleme teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Su ürünlerinin modifiye atmosfer paketleme teknolojisi ile muhafazası, hızla gelişen ve yenilenen bir uygulamadır. Modifiye atmosfer paketleme; taze su ürünleri dışında, haşlanmış, tuzlanmış, soğuk dumanlanmış, marine gibi yarı korumalı, ya da midye dolma, balık salatası, surimi balık köftesi gibi işlenmiş su ürünlerine de uygulanabilir. Marketlerde satılan birçok taze ürünün (pasta, tatlı, kırmızı et, dumanlanmış balık, salam, sosis vb.) ambalajlanmasında sıkça kullanılan ve tüketici tarafından benimsenen bu teknoloji, ürünün kalitesini geliştirmekte, tazelik ve raf ömrünü uzatmakta, tüketiciye kolaylık sağlamakta ve ürünün değerini artırmaktadır.

Günümüzde paketleme tekniklerinin gelişmesiyle tüketime hazır sağlıklı gıdalar elde edildiği gibi ürünün tazeliği konusunda tüketici bilgilendirilmektedir. Aktif etiketleme yöntemleri, akıllı ambalajlarla ambalajlama, modifiye atmosferde ambalajlama ve oksijen emici etiketler su ürünlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda paketleme yöntemlerinin etkinliği ayrıntılı olarak ortaya konmaktadır. Son yıllarda oksijen emici etiketler ve nem emiciler kullanılırken tazelik indikatörleri su ürünleri sanayiinde yaygınlaşmaktadır. MAP ile birlikte akıllı paketleme uygulamaları su ürünlerinin kalitesini korumada ve raf ömrüne katkı sağlamadaki etkinliği açıktır. Gıdaların raf ömrünün ve güvenliğinin arttırılacağı kesindir. MAP paketlemenin yanında oksijen emici etiketi de kullanılması muhafaza süresini uzatacaktır. Paketlenmiş gıdaları yalnızca oksidatif bozunmadan değil, mikrobiyal bozunma türlerine karşı da koruyabilen yeni ajanlar geliştirilmektedir, ancak oksijen emiciler, yüksek bariyerli ambalajlara sahip küresel gıda koruma sistemi olarak, özellikle su ürünlerinde daha yaygın olarak kullanılmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2022a).** *Gıda muhafaza yöntemleri*, Erişim tarihi: 02.03.2022. https://www.diatek.com.tr/makale-yontem/genel/gida-muhafaza-yontemleri_127.htm.
- Anonim, (2022b).** *Yenilebilir Polimerik Filmler ve Kaplamalar-1*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <http://www.plastik-ambalaj.com.tr/plastik-ambalaj-makale/2505-yenilebilir-polimerik-filmler-ve-kaplamalar-1>.

- Anonim, (2022c).** *Aktif ve Akıllı Ambalajlama Teknolojisi*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <https://gastro-food.com.tr/tr/anasayfa/danismanlik/59/urun/21/aktif-ve-akilli-ambalajlama-danismanligi>
- Anonim, (2022d).** *Akıllı ambalajlama teknolojisi*, Erişim tarihi: 02.03.2022 https://mobil.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Akilli-Ambalajlama-Teknolojisi/Akilli-Ambalajlama-Teknolojisi_3320.htm
- Anonim, (2022e).** *RFID etiketleri ve okuyucu antenleri nasıl çalışır*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <https://www.barkod.com/rfid-etiketleri-ve-okuyucu-antenleri-nasil-calisir>
- Anonim, (2022f).** *Gıda güvenliği çözümleri*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <https://www.genopak.net/oksijen-emici>
- Anonim, (2022g).** *Oksijen emici yenirse*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <http://www.genopak.net/oksijen-emici-yenirse/>
- Arashisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M. & Yanik, T. (2004).** Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*, **97**, 209-214.
- Brandon, K., Beggan, M., Allen, P. & Butler, F. (2009).** The performance of several oxygen scavengers in varying oxygen environments at refrigerated temperatures: implications for low-oxygen modified atmosphere packaging of meat. *International Journal of Food Science and Technology*, **44**, 188-196. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2008.01727.x
- Brody A.L., Strupinsky E.R. & Kline, L.R. (2001).** *Active packaging for food application*. New York: CRC Press; 236s.
- Bykowski, P. & Dutkiewicz, D. (1996).** *Freshwater Fish Processing and Equipment in Small Plants*, FAO, Fisheries Circular No: 905, FIIU/C905.
- Cichello, S.A. (2015).** Oxygen absorbers in food preservation: A review. *J Food Sci Technol*. Apr; **52**(4), 1889-1895. DOI: 10.1007/s13197-014-1265-2
- Çaklı, Ş. (2008).** *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 2 (Alternatif Su Ürünleri İşleme Teknolojisi)* Ege Üni. Basımevi. Bornova İzmir. 77s.
- Çaklı, Ş. & Kılınç, B. (2004).** Kabuklu su ürünleri işleme artıklarının endüstriyel alanda değerlendirilmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **21**(1-2), 145-152.
- Çelikkol, I. (2011).** *Bazı Ön Uygulamaların ve Modifiye Atmosferde Paketleme (MAP)'nin Taze ve Tüketime Hazır (Fresh-Cut) Alphonse Lavallée Üzüm Çeşidinin Kalitesi Üzerine Etkileri*. Uludağ

- Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa-101s.
- Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç. & Ormancı, H.B. (2006).** Çanakkale İli'ndeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, *23*(3), 387-392.
- Çorapçı, B. & Kocatepe, D. (2019).** Modifiye atmosfer (MA) paketlenmiş kırlangıç (*Chelidonychthys lucerna* Linnaeus, 1758) sotenin kalite özellikleri. *Gıda*, *44* (6), 1059-1070 DOI: [10.15237/gida.GD19093](https://doi.org/10.15237/gida.GD19093)
- Demirhan, B., (2012).** *Oksijen Tutucular Kullanılarak Modifiye Atmosferde Paketlenen Tavuk Etlerinde Kalite Değişimleri*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 162 s.
- Dursun, S., & Erkan, N. (2009).** Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of FisheriesSciences.com*, *23*(4), 352-373. DOI: [10.3153/jfsc.com.2009040](https://doi.org/10.3153/jfsc.com.2009040)
- Erdem, M.E., Koral, S. & Işdan, S. (2017).** The effect of different packaging methods on microbiological quality criteria and changes in biogenic amines of marinated shad (*Alosaimmaculata*, Bennett, 1838), *Journal of Agricultural Sciences*, *23*, 404-414.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T. & Özden, Ö., 2000.** Modifiye atmosferle paketlenmenin (map) paneli alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine etkisi. *Turk J Vet Anim Sci.*, *24*, 585-591.
- Farber, J.M. (1991).** Copyrights International Association of Milk, Food and Environmental Sanitarians Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology. *Journal of Food Protection*, *54*(1), 58-70.
- Göğüş, A.K. & Kolsarıcı, N. (1992).** *Su Ürünleri Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara, 261s.
- Gök, V. (2007).** Gıda Paketleme Sanayinde Akıllı Paketleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *1*, 45-58.
- Gram, L. & Dalgaard, P. (2002).** Fish spoilage bacteria: problems and solutions. *Curr. Opin. Biotechnol.*, *13*, 262-266.
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan., W. & M. (2008).** Antioxidative activity and properties of fish skin gelatin films incorporated with BHT α -tocopherol. *Food Hydrocolloids*. *22*, 449-458.
- Huang, X., Xin, J. & Zhao, J. (2011).** A novel technique for rapid evaluation of fish freshness using colorimetric sensor array. *Journal of Food Engineering*, *105*(4), 632-637, DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2011.03.034](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.03.034)
- Karagöz, Ş. & Demirdöven, A. (2017).** Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: modifiye atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, *6*(14), 9-21.
- Kester, J. & Fennema, O. (1986).** Edible films and coatings: A review. *Food Technology (USA)*.*40*(12), 47-59.
- Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C. O., Keskin, I., & Ceylan, A. (2016).** Effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) mince. *Food Science and Technology International*, *22*(4), 343-352. DOI: [10.1177/1082013215601771](https://doi.org/10.1177/1082013215601771)
- Kocatepe, D. & Turan, H. (2011).** Su ürünlerinin muhafazasında modifiye atmosfer paketlenme teknolojisinin kullanımı. *Gıda*, *36*(4), 233-240.
- Kokangül, G. & Fenercioğlu, H. (2012).** Gıda endüstrisinde akıllı ambalaj kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *7*(2), 31-43.
- Korkmaz, F. (2018).** Yenilebilir film/kaplamalar ve su ürünleri perspektifi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, *49*(1), 79-86.
- Mexis, S.F., Chouliara, E. & Kontominas, M.G. (2009).** Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 degrees C. *Food Microbiol.*, *26*(6), 598-605. DOI: [10.1016/j.fm](https://doi.org/10.1016/j.fm)
- Mohebi, E. & Marquez, L. (2015).** Intelligent packaging in meat industry: An overview of existing solutions. *Journal of food science and technology*, *52*(7), 3947-3964.
- Öcal, D. & Çakmak Karapınar, D. (2016).** Akıllı ambalajlama sistemlerinin tüketicilere yansımaları. *5. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu*, 04-05 Kasım 2016, İstanbul, Türkiye, 445-454
- Örüng, İ., Karaman, S. & Şirin, Ü. (2016).** Nevşehir yöresindeki doğal depoların modern depolarla karşılaştırılması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı* 9-18, DOI: [10.17100/nevbittek.210954](https://doi.org/10.17100/nevbittek.210954)
- Özden, Ö., Kruse, R. & Erkan, N. (2001).** A survey on residues of organochlorine pesticides, nitromusks and chlorobiphenyls in Turkish canned fish products. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, *108*, 159-163.
- Özoğul, Y., Özoğul, F. & Küley, (2006).** Modifiye edilmiş atmosfer paketlenmenin balık ve balık

- ürünlerine etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **23**(1-2), 193-200.
- Rajesh, R., Ravishankar, C.N. Srinivasa Gopal, T.K. & Varma P.R.G. (2002).** Effect of vacuum packaging and sodium acetate on the shelf life of seer fish during iced storage. *Packaging Technology and Science*, **15**(5),241-245.
- Randall, C.F., Bromage, N.R., Thrush, M.A. & Davies, B. (1991).** *Photoperiodism and melatonin rhythms in salmonid fish.* In: A.P. Scott, J.P. Sumpter, D.E. Kime & M.S. Rolfe (eds.), Proceedings from 4th International Symposium on Reproductive Physiology in Fish, Fish Symp 91, Sheffield, 136-138.
- Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Bonesi, M., Tundis, R., Menichini, F. & Picci, N. (2015).** Evaluation of fatty acids and biogenic amines profiles in mullet and tuna roe during six months of storage at 4 C. *Journal of Food Composition and Analysis*, **40**, 52-60.
- Turan, H. & Kocatepe, D. (2013).** Different MAP conditions to improve the shelf life of Sea bass. *Food Sci. Biotechnol.* **22**(6), 1589-1599. DOI: [10.1007/s10068-013-0255-x](https://doi.org/10.1007/s10068-013-0255-x)
- Sivertsvik, M., Rosnes, J.T. & Bergslien, H. (2002).** *Modified atmosphere packaging.* In: *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*, Ohlsson, T., Bengtsson, N. (ed.). CRC Press, Boston, New York Washington, DC, pp 61-86.
- Sürengil, G. & Kılınç, B. (2011).** Gıda ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. *Journal of Fisheries Sciences*, **5**(4), 317-325.
- Takma, D.K. & Nadeem, H.Ş. (2019).** Gıdalarda akıllı ambalajlama teknolojisi ve güncel uygulamalar. *GIDA*, **44**(1),131-142. DOI: [10.15237/gida.GD18106](https://doi.org/10.15237/gida.GD18106)
- Verrez-Bagnis, V., Ladrat, C., Morzel, M., Noel, J. & Fleurence, J. (2001).** Protein changes in post mortem sea bass (*Dicentrarchus labrax*) muscle monitored by one-and two-dimensional gel. *Electrophoresis*, **22**, 1539-1544
- Yılmaz, M., Ceylan, Z.G., Kocaman, M., Kaya, M. & Yılmaz, H. (2009).** The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of *Listeria* in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *Journal of Muscle Foods*, **20**, 465-477.