

## GIDA ENDÜSTRİSİNDE KİTOSANIN AMBALAJ MATERYALİ OLARAK KULLANIMI

### APPLICATIONS OF CHITOSAN AS A PACKAGING MATERIAL IN THE FOOD INDUSTRY

**Semra KAYAARDI, Ceyda ZENGİN**

Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,  
Muradiye/MANİSA, TÜRKİYE

[semra.kayaardi@bayar.edu.tr](mailto:semra.kayaardi@bayar.edu.tr) ; [ceyda.zengin@bayar.edu.tr](mailto:ceyda.zengin@bayar.edu.tr)

#### Özet

Dayanım ömrünü ve kalite özelliklerini korumak için her geçen gün yeni muhafaza teknikleri ve uygulamaları geliştirilmektedir. Bu tekniklerden biri de gıda sanayiinde yaygın şekilde kullanılan yenilebilir filmlerdir. Yenilebilir film ve kaplamalar; gıdaları korumak, raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdalla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir. Yenilebilir filmler uygun şekilde hazırlandığı takdirde fonksiyonel bir ambalajın sahip olabileceği tüm işlevleri yerine getirebilir. Bu tekniğin en önemli işlevlerinden birisi su buharı geçişine karşı gösterdikleri dirençtir. Bu sayede gıda maddelerinin depolanmaları sırasında oluşan ağırlık kayıpları azaltılabilmektedir. Bu ambalajlar, suyun yanı sıra aroma bileşikleri, pigmentler, kararma tepkimelerini durduran iyonlar ve vitaminler gibi maddelerin ürünlerin içinde tutulmasını sağlamaktadır. Ama daha da önemlisi yenilebilir film ve kaplamalar, plastiklerle yapılan gıda ambalajlamasının önemli sorunlarından olan kanserojen riskini taşımamakta ve atık sorunu da oluşturmamaktadır.

Yenilebilir filmleri biyolojik kaynaklı yapılarına göre 3 kısımda incelemek mümkündür: polisakkaritler, yağlar, proteinler. Polisakkarit filmlerin içeriğini, aljinat, kitosan, pektin, agar, karragenan, selüloz türevleri, nişasta, nişasta hidrolizatları, dekstran gibi maddeler oluşturmaktadır.

Kitin, doğada ikinci en yaygın amino polisakkarid olup, yıllık üretiminin selüloza çok yakın olduğu tahmin edilmektedir. Kitin, yengeç, istakoz ve karides gibi deniz kabuklularının dış iskelet yapılarından, böceklerden ve fungusların hücre duvarlarından elde edilmektedir. Kitin, çeşitli alanlarda yüksek kullanım potansiyeline sahip yeni bir fonksiyonel materyaldir. Günümüzdeki araştırmalar ve mevcut ürünlere dayanarak, bu alanda bazı yeni ve gelecek vadeden yaklaşımlar kapsamlı bir şekilde tartışılmaktadır. Kitinin desetilasyonu sonucu başlıca türevi

olan kitosan elde edilmektedir. Kitosanın kitine kıyasla ilgi çekici materyal olma özelliği ticari olarak elde edilebilirliği ve birçok formda kullanılabilirliğidir. Kitosanın, ambalajlama teknikleri ile birlikte kullanımına yönelik yapılan pek çok araştırmada gıda endüstrisinde, taze meyve ve sebzelerin depolanması sırasında yüzey kaplama materyali olarak meyvelerde olgunlaşmayı geciktirici, su kaybını azaltıcı, solunumu kontrol edici pek çok olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tekstür düzenleyici, aroma artırıcı, emülsifiye edici, renk stabilize edici ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak kitosanın diğer önemli özelliklerinden birisi de antimikrobiyel ve antioksidan etkileridir.

Yarı geçirgen özellikteki kitosan filminin sert, dayanıklı, esnek ve kolayca yırtılmayan bir materyal olması önemli avantajları olarak değerlendirilmektedir ve bu özellikleri çoğu ticari polimerle yarışabilir niteliktedir. Kitosan filmleri et ve su ürünlerinin güvenliğinin sağlanmasında da kaplama materyali olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Kitosanın gıdalarda kullanımı, bağırsaklarda yağ emilimini azaltmakta ve plazma kolesterolü ve trigliserit seviyelerini düşürmektedir. Bununla birlikte toksik olmamaları, vücutta parçalanabilmeleri, ekonomik olmaları da gıdalarda kullanım potansiyellerini arttırmaktadır.

Bu çalışmada, kitosanın gıda sanayisinde ambalaj materyali olarak kullanımı, avantajları ve dezavantajları irdelenmiştir.

### **Abstract**

The modern food industry is facing challenges and requires specific approaches to surmount theme. One of these challenges is related to the packaging of food products with a short shelf life period. Although the use of conventional packaging materials such as plastics and their derivatives is effective for food preservation, they create serious environmental problems that continue to present the food industry as a source of pollution and social concerns. This problematic requires that all stakeholders in this industry and especially scientists specializing in the food engineering and packaging to seek alternatives to overcome this serious problem which is related to the packaging materials. A nonnegligible aspect which is the total cost of the final product is also related to the packaging materials because it is well known that the contribution of the packaging to the product total cost is highly significant. So, the search for more economical packaging materials is a very important subject in the food industry.

One of these techniques is edible films that can be commonly used in the food industry. These materials are made from natural biopolymers and constituted with thin layer on the surface of food in order to save food and extend shelf life. The use of edible films and coatings to extend shelf life and improve the quality of fresh, frozen and fabricated foods has been examined during the past few years due to their ecofriendly and biodegradable nature . These outer layers/films can provide

supplementary and sometimes essential means of controlling physiological, morphological and physicochemical changes in food products. High density polyethylene film, a common packaging material used to protect foods, has disadvantages like fermentation due to the depletion of oxygen and condensation of water due to fluctuation of storage temperature, which promotes fungal growth. Edible films can fulfill all the functions of a functional package, if they are properly prepared. One of the most important functions of this technique is the water vapour permeability resistance. Thanks to this, the weight losses during storage may be decreased. These packs provides materials like aromatic components, pigments, ions that prevent browning reactions and vitamins to be kept in the product. The most important property of edible films is not carrying cancerogenic risk and don't cause waste problem, which are serious problems in plastic packaging materials.

It's possible to investigate biostructural edible films in three categories: polysaccharides, fats and proteins. Polysaccharides involves alginates, chitosan, pectin, agar, carragenan, cellulose derivatives, starch, starch hydrolisates and dextrane.

Chitin is the most abundant naturally occurring biopolymer(after cellulose) and is found in the exoskeleton of crustaceans, in fungal cell walls and other biological materials. The name 'chitin' is derived from the Greek word 'chiton', meaning a coat of mail , and was apparently first used by Bradconnot in 1811. The chemical structure of chitin is similar to cellulose. Chitin is a new functional material of high potential in various fields. Based on current research and existing products, some new and futuristic approaches in this fascinating area are thoroughly discussed. Although there are several derivatives of chitin, the most important of those is chitosan. Deacetylation treatment of chitin produces chitosan which is the mainly derivative of chitin. The more interesting material property of chitosan compared to chitin, is due to the large variety of useful forms and commercially availability.

Chitosans have been found useful as bio-packaging materials in the form of bioactive films for food preservation. Furthermore, the bioactive chitosan films potentially serve as a vehicle to incorporate and enhance the food value along with other additives such as flavoring, coloring, antioxidant and antimicrobial agents. In addition to serving as packaging material, bioactive chitosan films have also been used as an edible coatings which help preserve the food for a longer duration. The use of chitosan in food packaging applications (e.g. as a coating agent) has been reported to have some advantages such as delayed ripening of fruits, inhibition of water losses and restriction of respiration in post-harvest plant products. Chitosan coatings are usually used on fruit and vegetable products such as strawberries, cucumbers, bell peppers as antimicrobial coating and on apples, pears, peaches and plums as gas barrier. The most important advantages of chitosan are hardness, strength, flexibility and not to be torn easily. Chitosan films are also used for providing safety of meat and fishery products successfully as coating materials. It

decreases absorbtion of fat in intestines, and also decreases the levels of serum chollesterol and tryglyceride. However, the potential usage of chitin and chitosan in food application is increased because of its nontoxic, biodegreable and low cost properties.

To sum up, chitosan has offered itself as a versatile and promising biodegradable polymer for food packaging. In addition, chitosan possesses immense potential as a antimicrobial packaging material owing to its antimicrobial activity and non-toxicity. The functional properties of chitosan films can be improved when chitosan films are combined with other film- forming materials. Inherent antibacterial properties and film-forming ability of chitosan make it an ideal choice for use as a biodegradable antimicrobial

packaging material that can be used to improve the storability of perishable foods. It has convincingly been proved that chitosan films exhibit good antimicrobial activity which can help extend the food shelf life. Hence, it is going to be no surprise if we witness a widespread use of chitosan films in tomorrow's food packagings.

### **Giriş**

Modern gıda endüstrisi kısa raf ömürlü gıdaların ambalajlanmasıyla ilgili sorunlarla karşı karşıya kalmakta ve bunların üstesinden gelmek için özel yaklaşımlara ihtiyaç duymaktadır. Her ne kadar plastik ve türevleri gibi günümüzde kullanılan ambalajlama materyalleri gıdanın korunması için etkiliyse de, bunlar gıda endüstrisinin kirlilik kaynağı olarak bilinmesine neden olan ciddi çevresel problemler yaratmaktadır. Bu ciddi problemlerin üstesinden gelmek için bu endüstrideki ilgili kişilerin özellikle gıda mühendisliği ve ambalajlamada uzmanlaşmış bilim adamlarının ambalajlama materyalleriyle ilgili alternatifler araştırmalarını gerektirmektedir. Göz ardı edilemez bir durum olan son ürünün toplam maliyeti de ayrıca ambalajlama materyalleriyle ilişkilidir çünkü ürünün toplam maliyetine ambalajlamanın katkısının oldukça belirgin olduğu iyi bilinmektedir. Bu yüzden, gıda endüstrisinde daha ekonomik ambalajlama materyalleri için araştırmaların yapılması çok önemli bir konudur [1]. Bu arayışlardan biri olan yenilebilir filmler ve kaplamalar, gıdanın kalitesini koruyan, doğal ve biyolojik olarak geri dönüşümlü maddelerden yapıldıkları için çevreyi kirliletmeyerek korunmasına katkıda bulunan ambalaj çeşididir [2]. Yenilebilir film ve kaplamalar; gıdaları korumak, raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir. Taze, donmuş ve hazır gıdaların kalitesini geliştirmek ve raf ömrünü arttırmak için yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı çevre dostu olmaları ve biyolojik olarak parçalanabilmelerinden dolayı birkaç yıldır incelenmektedir. Bu dış tabakalar/filmler ambalaja destek olarak ve bazen gıda ürünlerinde fizyolojik,



morfolojik ve fizikokimyasal değişikliklerin kontrolü amacıyla kullanılabilir. Gıdaları korumak amacıyla yaygın olarak kullanılan bir ambalaj materyali olan yüksek yoğunluklu polietilen filmin, oksijenin azalmasına bağlı olarak “*fermentasyon*” ve depolama sıcaklığındaki dalgalanmaya bağlı olarak suyun yoğunlaşmasıyla “*funga gelişimi hızlandırması*” gibi dezavantajları bulunmaktadır [3]. Yenilebilir filmler uygun şekilde hazırlandığı takdirde fonksiyonel bir ambalajın sahip olabileceği tüm işlevleri yerine getirebilmektedir [4]. Bu tekniğin en önemli işlevlerinden birisi su buharı geçişine karşı gösterdikleri dirençtir. Bu sayede gıda maddelerinin depolanmaları sırasında oluşan ağırlık kayıpları azaltılabilmektedir [4]. Bu ambalajlar, suyun yanı sıra aroma bileşikleri, pigmentler, kararma tepkimelerini durduran iyonlar ve vitaminler gibi maddelerin ürünlerin içinde tutulmasını sağlamaktadır. Ama daha da önemlisi yenilebilir film ve kaplamalar, plastiklerle yapılan gıda ambalajlamasının önemli sorunlarından olan kanserojen riskini taşımamakta ve atık sorunu da oluşturmamaktadır [4].

Yenilebilir filmleri biyolojik kaynaklı yapılarına göre 3 kısımda incelemek mümkündür:

1. Polisakkaritler

- a) Nişasta (Patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri)
- b) Selüloz (pamuk, odun ve diğer türevleri)
- c) Gumlar (guar, lokust bean, aljinatlar, karragenan, pektinler ve diğer türevleri)
- d) Kitin/Kitosan

2. Yağlar

- a) Çapraz bağlı trigliseridler
- b) Vakslar
- c) Hayvansal ve bitkisel yağlar

3. Proteinler

- a) Hayvansal (kazein, peynir altı suyu, kollajen, jelatin vb.)
- b) Bitkisel (zein, soya, gluten vb.) [4].

Polisakkarit filmlerin içeriğini, aljinat, kitin/kitosan, pektin, agar, karragenan, selüloz türevleri, nişasta, nişasta hidrolizatları, dekstran gibi maddeler oluşturmaktadır[2,4,5)]. Polisakkaritler zayıf su buharı ve gaz bariyeri özelliğine yol açan genellikle çok hidrofilik maddelerdir. Polisakkarit polimerlerle yapılan kaplamalar iyi bir su buharı bariyeri oluşturmada da bu kaplamalar gıda ürünlerinden nem kaybını geciktiren ajanlar olarak kullanılabilirler [5].

**Kitin ve kitosan nedir?**

Kitin, doğal olarak oluşan en yaygın ikinci biyopolimerdir (selülozdan sonra) ve deniz kabuklularının dış iskeletinde, mantarların hücre duvarlarında ve diğer biyolojik materyallerde bulunmaktadır [2,3,5,6,7,8,9]. Kitin, 1811 yılında, Fransız bilim adamı Henri Braconnot tarafından, mantardan izole edilerek keşfedilmiştir. 1823'te Odier, kitini böceklerin derilerinde bulmuş ve Yunanca "zarf" anlamına gelen "chitin" ismini vermiştir [2, 3]. Kimyasal yapısı selüloza benzer. Kitosan ise genellikle kitinden elde edilmektedir. Kitin, kitosan ve selüloz'un yapısı Şekil 1.1.'de gösterilmiştir [8].

#### Şekil 1.1. Kitin, kitosan ve selülozun yapısı [8,12]

Kitinin birçok türeği bulunmakla beraber, bunlar arasında en önemlisi kitosandır [6]. Kitosan kitinin düşük asetil ikame formudur ve kimyasal olarak 2-asetamido-2-deoksi-s-D-glukoz (N-asetil glukozamin) yapısındaki kitinden (1-4)-2-amino-2-deoksi-D-glukoz (glukozamin) şeklinde oluşmaktadır [3,5,11]. Kitosan alkali varlığında deasetilasyonla kitinden türetilmektedir. Kitosanlar, deasetilasyon derecesi ve ortalama molekül ağırlığıyla ifade edilmekte ve önemleri katyoniklik ve oluşturma özellikleriyle bağlantılı olarak antimikrobiyal özelliklerine dayanmaktadır [5]. Sulandırılmış kitosandan oluşturulmuş filmler, pürüzsüz, sert, esnek ve iyi oksijen bariyerleridir. Karbon dioksit geçirgenliği polimerlerin metillendirilmesiyle geliştirilebilmektedir [5].

## **Kitosanın Gıda Endüstrisinde Ambalajlama Materyali olarak Kullanımı**

İyi bir ambalajlama filminin en iyi niteliklerinden biri uzun depolama süresince patojen kaynaklı mikrobiyal bozulmayı önlemektir. Kitosanlar, gıdaların korunmasında kullanılan biyoaktif film şeklindeki biyo-ambalaj materyalleri olarak yararlı bulunmuştur. Ayrıca, biyoaktif kitosan filmler, tatlandırıcı, renklendirici, antioksidan ve antimikrobiyal ajanlar gibi diğer katkı maddeleriyle birleştirmek ve gıdanın kalitesini yükseltmek için bir araç olarak kullanılmaktadır [12]. Bu konuda Ferreira ve ark.(2009)'nın yaptığı bir çalışmada, kitosan ile peynir altı suyu proteinleri karışımıyla elde edilen yenilebilir ambalaj filmlerinin, asit pH değerlerinde %75 oranında önemli düzeyde protein taşıyıcısı olabildiğini belirtmişlerdir [13]. Vargas ve ark. (2009)'ı yaptıkları çalışmada vakum uygulaması ile birlikte yeni kesilmiş havuçlarda kitosan bazlı yenilebilir film kaplama yönteminin raf ömrünü arttırmada olumlu sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir [13].

Kitosan filmleri oksijen ve nem geçirgenliğini kontrol edebilmekte ve uygulandığı gıda üzerinde antioksidan ve antimikrobiyal etki yapabilmektedir [7]. Bununla birlikte, solunum oranını azaltmakta ve fungal gelişimi engelleyebilmektedir. Kitosan iç atmosferi modifiye edebilen yarı-geçirgen bir film oluşturabilmekte, böylelikle meyve ve sebzelerde olgunlaşmayı geciktirmekte ve terleme hızını azaltmaktadır [5]. Kitosan filmleri, meyvelerde, polifenol oksidaz ve peroksidaz aktivitelerini azaltmakta, renk, antosiyanin, flavonoid ve toplam fenolik madde içeriğindeki değişimleri geciktirmekte ve bazı duyuşal özelliklerdeki değişimleri azaltabilmektedirler [7]. Kitosan kaplamalar genellikle antimikrobiyal kaplama olarak çilek, salatalık, dolmalık biberde ve gaz bariyeri olarak elma, armut, şeftali ve erikte kullanılmaktadır [5]. Jiang ve Li (2001) %0.5, 1.0 ve 2.0 kitosan içeren sulu çözeltileri meyvelere(longan fruits) uyguladıktan sonra 2°C'de ve %90 nispi nemde muhafaza etmişlerdir. Bu uygulamanın muhafaza süresince(40 gün) solunum oranını ve ağırlık kaybını azalttığını, polifenol oksidaz aktivitesini ve renk değişimini geciktirdiği ve çürümeyi engellediğini saptamışlardır. Enzimatik esmerleşmeyi engelleyebilecek doğal ve güvenilir bileşenlerin tespit edilmesine yönelik çalışmalar, kitosan filminin sülfat kullanımına karşı önemli bir alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır [2].

Bunlara ilave olarak doğal aromanın artırılması, tekstürün ayarlanması, emülsifiye edici etkinin artırılması, rengin stabilizasyonu, deasidifikasyon gibi konularda da kitosandan yararlanılmaktadır.

Kitosan filmleri et ve su ürünlerinin güvenliğinin sağlanmasında da kaplama materyali olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadır [4]. Örneğin; Zivanovic ve ark.(2005), kitosan filmlerini hem tek başına hem de kekik yağı ile birlikte L. monocytogenes ile kontamine edilmiş bologna adı verilen et ürününde denemişlerdir. Filmle kaplanan ürünler 10°C'da 5 gün muhafaza edilmiştir. Muhafazanın sonunda yapılan mikrobiyolojik analizlerde kitosan filminin L.

monocytogenes sayısını 2 log kadar; % 1 ve % 2 kekik esansiyel yağ içeren kitosan filmlerinin ise 3.6 ve 4 log kadar azalttığı saptanmıştır [11].

Sathivel *et al.* (2005), üç ay boyunca derin dondurucuda saklanmış pembe salmon filetoları kalitesi üzerine yenilebilir film halinde uygulanan dil balığı protein unu, pembe somon protein unu, soya proteini konsantresi, yumurta albumini ve kitosanın etkilerini değerlendirmişlerdir. Kitosan ve soya proteini konsantresinin lipid oksidasyonunu geciktirdiği belirlenmiştir [8].

İşlenmiş etlere uygulanan kitosan filmine nisin gibi bazı antimikrobiyal ajanların veya zayıf asitlerin ilavesi bu filmlerin mikrobiyolojik kalitelerini arttırmaktadır. Bu amaçla işlenmiş etler üzerine yapılan bir çalışmada, propiyonik asidin 48 saat sonra kitosan matriksinden tamamen uzaklaştığı, asetik asidi ise bu sürede sınırlı oranda uzaklaştığı ve 168 saat sonra kitosan matriksinde asetik asidin %2-22'sinin geriye kaldığı tespit edilmiştir [2].

### **Sonuç:**

Doğal gıda ve katkı maddelerinin tüketici sağlığı açısından önem taşıdığı günümüzde ekonomik ve fonksiyonel kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Kitosan doğal çevrede en çok rastlanılan kaynaklardan biri olup yenilebilir film ambalajlarında üstün özelliklere sahip bir materyal şeklinde değişik çalışmalarda araştırma konusu olmaktadır. Kitosan, gıda ambalajlamada çok amaçlı ve biyolojik olarak parçalanabilen bir maddedir. Ayrıca, antimikrobiyal aktivitesi ve toksik olmaması nedeniyle potansiyel bir antimikrobiyal ambalajlama materyalidir. Diğer film oluşturan materyallerle kombine edildiğinde fonksiyonel özellikleri iyileştirilebilmektedir. Bu özelliği de kitosan filmleri çabuk bozulan gıdaların depolanmasında tercih edilen bir biyobozunur ambalaj materyali yapmaktadır. Araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler ışığında kitosanın gelecekte gıda ambalajlamada geniş ölçüde kullanılması beklenmektedir.

### Literatür:

- [1] Aider, M. (2010). Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. *LWT - Food Science and Technology* 43 (2010) 837–842. doi:10.1016/j.lwt.2010.01.021
- [2] Caner, C., Cansız, Ö. (2006). Yumurtaların raf ömrünü arttırmada kitosan kaplama materyalinin etkinliği. TÜBİTAK Projesi. Proje No:TOVAG-104 O 293.
- [3] Shahidi, F., Arachchi, J.K.V., Jeon, Y.J. (1999). Food applications of chitin and chitosans. *Trends in Food Science & Technology* 10 (1999) 37±51.
- [4] Dursun, S., Erkan, N. (2009). Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences* 3(4): 352-373 (2009) DOI: 10.3153/jfscom.2009040
- [5] Bourtoom, T.(2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal* 15(3):?-? (2008)
- [6] Demir, A., Seventekin, N. (2009). Kitin, Kitosan ve Genel Kullanım Alanları. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* Cilt: 3, No: 2, 2009 (92-103).
- [7] Zorba, Ö., Kurt, Ş.(2005). Kitin(Chitin), Kitosan (Chitosan) ve Türevlerinin Gıdalarda Kullanım Olanakları. *GIDA*(2005) 30(6) : 371-378
- [8] Muşabak, C. (2008). Kitosanla kaplama ve modifiye atmosfer ambalajlamanın Palamut(Sarda sadra) filetolarının kimyasal parametreleri üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- [9] Arvanitoyannis, I.S., Nakayama, A., Aiba, S. (1998). Chitosan and gelatin based edible films: state diagrams, mechanical and permeation properties. *Carbohydrate Polymers* 37 (1998) 371–382.
- [10] Kumar, M.N.V.R. (2000). A review of chitin and chitosan applications. *Reactive & Functional Polymers* 46 (2000) 1–27.
- [11] Bostan, K., Aldemir, T., Aydın, A. (2007). Kitosan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Türk Mikrobiyol Cem Derg* (2007) 37 (2) : 118-127.
- [12] Dutta, P.K., Tripathi, S., Mehrotra, G.K., Dutta, J. (2009). Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. *Food Chemistry* 114 (2009) 1173–1182.
- [13] Demircioğlu, N., İrkin, R., Demircioğlu, A., Kabasakal, A. (2009). Kitosan ve Gıda Sanayisindeki Uygulamaları. *Akademik Gıda* 7 (4) (2009) 35-41.





## **EVOH İLE YÜKSEK GEÇİRİM DİRENÇLİ AMBALAJ UYGULAMALARI HIGH BARRIER PACKAGING APPLICATIONS WITH EVOH**

**Freddy KLEIS**

EVAL Europe nv, Haven 1053, Nieuwe Weg 1, bus 10  
2070 Zwijndrecht BELGIUM  
[freddy.kleis@eval.be](mailto:freddy.kleis@eval.be)

EVOH resin is a random copolymer of ethylene and vinyl alcohol. It is a crystalline polymer with following main characteristic performances: gas barrier properties, resistance to oil and organic solvents, aroma and flavor preservation, printability, weather resistance, lustre and transparency, excellent co-extrusion processability, superior abrasion resistance, high mechanical strength, elasticity and surface hardness.

EVOH resin is a thermoplastic polymer and can be processed on conventional co-extrusion fabrication equipment. EVOH resins are suitable when utilizing the following fabrication techniques:

- Monolayer film extrusion (blown or cast),
- Multilayer film co-extrusion (blown or cast),
- Sheet co-extrusion,
- Co-extrusion blow moulding,
- Pipe co-extrusion,
- Extrusion coating
- Co-extrusion coating
- Pipe co-extrusion coating
- Co-injection moulding
- Laminating

EVOH resins can be co-extruded with many types of polyolefins, polyamides, polystyrene and polyesters. Downstream processing such as thermoforming, vacuum and pressure moulding and printing can be normally done with films or sheet structures containing EVOH resins.

EVOH copolymer resins provide outstanding gas barrier properties that exceed those of all other plastics used today for gas barrier purposes and offers excellent processability. EVOH The various levels of ethylene content allow the selection of a grade that will best fit barrier requirements, processing techniques and overall end-use application demands.

EVOH resins are conventionally used in :

- flexible films from 5 up to 11 layers for flexible packaging or for lamination for food packaging,
- bottles made of LDPE, PP or PET for food or pesticides,
- rigid sheets in combination with PP, PS or PET for food packaging,
- tubes for cosmetic and food applications,
- pipes for floor heating, gasoline tank filler pipes, petrol pipes,
- automotive tanks.

EVOH multilayer structures are used daily in pasteurization and sterilization processes in both food and medical packaging. Multilayer structures containing EVOH resin can be recovered and effectively be recycled when producing sheets, bottles and fuel tanks.

Finally, the lightweight and the transparency of multilayer structures containing EVOH barrier resin versus other non plastic barrier packaging is in many cases the technical answer to new requirements of innovative and high quality graphic demanding marketing by end customers.

EVOH reçinesi, etilen ile vinil alkol'ün random-kopolimeridir. Kristal polimer bir yapısı olan EVOH reçinesinin en karakteristik özellikleri, yüksek gaz geçirim dirençli olması, yağa ve organik çözücülere karşı dirençliliği, koku ve tadı koruması, basılabilirliği, dış ortamlara karşı dirençliliği, parlaklık ve şeffaflığı, mükemmel ko-ekstrüzyon işlenebilirliği, yüksek aşınma dayanıklılığı, yüksek mekanik mukavemeti, elastikiyeti ve yüzey katılığıdır.

EVOH reçineleri, termoplastik polimerlerdir, ve standart üretim makineleri ile işlenebilirler. EVOH aşağıda sıralanan üretim yöntemleri için uygundur:

- tek katmanlı film ekstrüzyonu (cast veya şişirme yöntemi)
- çok katmanlı film ko-ekstrüzyonu (cast veya şişirme yöntemi)
- levha ko-ekstrüzyonu
- şişirme yöntemi ile ko-exstrüzyon kalıplama
- boru ko-ekstrüzyonu
- ekstrüzyon kaplama
- ko-ekstrüzyon kaplama
- boru ko-ekstrüzyonu kaplama
- ko-enjeksiyon kalıplama
- laminasyon

EVOH reçineleri, birçok tipteki poliolefinler, poliamid, polistiren ve polyester ile ko-ekstrüde edilebilirler. Isıyla şekillendirme (termoform), vakumlama ve

basınçlı kalıplama gibi işleme teknikleri ve baskı işlemleri, EVOH katmanı içeren film veya levha yapılarına uygulanabilir.

EVOH reçineleri, günümüzde gaz bariyer amacıyla kullanılan diğer tüm plastiklerden daha üstün gaz bariyer özelliklerine sahiptirler ve mükemmel işlenebilirler.

EVOH polimerinin etilen içeriğine göre sınıflandırılan EVOH tiplerinden birinin seçimi son kullanıcının uygulama gereksinimine, sahip olunan işleme tekniklerine ve bariyer özellik talebine göre yapılır.

EVOH reçineleri genel olarak aşağıdaki uygulamalarda kullanılır:

- 5 katmanlı yapıdan 11 katmana kadar olan çok katmanlı esnek filmlerden esnek ambalaj üretiminde,
- LDPE, PP, veya PET ile çok katmanlı gıda ve zirai ilaç şişelerinde,
- PP, PS, ve PET ile çok katmanlı gıda ambalajına uygun levhalarında,
- Gıda ve kozmetik uygulamaları için çok katmanlı tüplerde,
- Çok katmanlı yerden ısıtma borularında, benzin deposu doldurma borularında ve petrol borularında,
- Otomotivlerde çok katmanlı benzin deposu üretiminde

EVOH içeren çok katmanlı yapılar gıda ve medikal ambalajlarında yaygın olan pastörizasyon ve sterilizasyon işlemlerine tabi tutulabilirler. Levha, şişe ve benzin tankları üretimi sırasında ortaya çıkan EVOH reçinesi içeren ko-ekstrüzyon atıkları verimli bir şekilde yeniden kullanılabilir.

Plastik olmayan geçirim dirençli ambalaj ürünlerine nazaran daha hafif ve şeffaf olan çok katmanlı EVOH içeren yapılar, inovasyon ve yüksek grafik kalitesi gerektiren talepler için birçok durumda teknik bir çözümdür.



## ET ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN AMBALAJLAMA YÖNTEMLERİ

### THE PACKAGING METHODS USED IN THE MEAT INDUSTRY

Ceyda ZENGİN, Semra KAYAARDI

Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,  
Muradiye/MANİSA-TÜRKİYE

[ceyda.zengin@bayar.edu.tr](mailto:ceyda.zengin@bayar.edu.tr) ; [semra.kayaardi@bayar.edu.tr](mailto:semra.kayaardi@bayar.edu.tr)

#### Özet

Et ve et ürünlerinin görünüşü tüketicilerin kararını büyük ölçüde etkilemektedir. Rengi kaybolmuş ve soluk görünen ürünler genellikle tüketiciler tarafından kabul görmemektedir. Bu kalite özelliklerinde bozulma, tüketicinin ürünü reddetmesine bağlı olarak ekonomik kayıplara neden olacaktır. Et ve et ürünlerinde kalite düşüklüğü, sağlık riski ve ekonomik kayıpları en aza indirmenin ve raf ömrünü uzatmanın yollarından biri de uygun teknik ve materyalle ürünün ambalajlanmasıdır. Bu nedenle et ve et ürünlerinde ambalajlama sistemleri ürünün görünüş, lezzet, koku ve tekstüründe meydana gelebilecek istenmeyen değişiklikleri önlemek ya da geciktirmek için kullanılmaktadır.

Soğutma sıcaklıklarında çiğ etin depolanması sırasında, çeşitli enzimatik ya da enzimatik olmayan kimyasal reaksiyonlar dokuların lezzet, koku ve tekstürünü etkilemektedir. Olgunlaşmış etin gevrekliğinin artması gibi bazı enzimatik reaksiyonlarla meydana gelen bazı değişiklikler istenmekle birlikte, enzimatik aktivitelerin neden olduğu değişikliklerin çoğu istenmemektedir. Bu yüzden, koruyucu bir ambalaj istenmeyen enzimatik aktiviteleri engellemeli fakat yararlı olan aktivitelere zarar vermemelidir.

Et endüstrisinde ambalajlamanın gelişme nedenlerinden biri süpermarketlerin gelişimidir. Süpermarketler söz konusu olduğunda da ambalajlamanın önemi artmaktadır. Çünkü süpermarketlerde tüketicinin self servisi, satışa hazır etlerin ambalajlanmış olmasını gerektirmektedir. Ambalajlanmış taze etlerin renk stabilitesinin sağlanması, rafta kalma sürelerinin uzatılması ve tüketicinin daha uzun sürede alımının sağlanması açısından en önemli kalite kriteridir.

Özellikle et ve et ürünleri gibi kolay bozulabilen gıdaların, tüketici tarafından olması istenen özelliklerini kaybetmeden muhafazasını sağlamak amacıyla, yeni yeni pekçok teknolojik sistem geliştirilmeye çalışılmaktadır. Ambalajlamanın,

özellikle taze etlerin muhafazası üzerine etkisinin önemi, günümüzde yapılan birçok araştırmayla kanıtlanmıştır. Değişik ambalaj türleri, farklı materyaller ve gaz karışımları kullanılarak değişik ürünlere uygulanmış, farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Çiğ et için kullanılan çeşitli ambalajlama teknikleri vardır. Bunlar geçirgen film ile direkt etin üzerinin kaplanması, vakum ambalajlama(VP), yüksek düzeylerde oksijen kullanılarak yapılan modifiye atmosfer ambalajlama(yüksek O<sub>2</sub> MAP), düşük düzeylerde oksijen kullanılarak yapılan modifiye atmosfer ambalajlama(düşük O<sub>2</sub> MAP) ve kontrollü atmosfer ambalajlama(CAP)'dır.

*Geçirgen film ile direkt etin üzerinin kaplanması:* Pekçok ülkede uygulanmakta olan bir yöntem olmasına karşın etin, tüketici tarafından arzu edilen parlak kırmızı renginin değişiminin kısa sürede gerçekleşmesi dezavantajına sahiptir.

*Vakum ambalajlama:* Genellikle endüstride sığır etlerinin ambalajlanmasında kullanılmaktadır. Vakum ambalajlar ürünün yüzeyine sıkıca uygulanan düşük gaz geçirgenliğine sahip içi boşaltılmış poşetler ve vakum yüzey ambalajlarını ihtiva etmektedir. Koruyucu etkileri ambalajın içindeki anaerobik ortamın gelişimiyle sağlanmaktadır. Böylece etin raf ömrü uzamaktadır.

*Düşük ya da yüksek düzeylerde oksijen kullanılarak yapılan modifiye atmosfer ambalajlama ve kontrollü atmosfer ambalajlama:* Pekçok ülkede yaygın olarak uygulanmakta olmasına karşın, Amerika'da bazı eyaletlerde, etlerin kontrollü atmosfer ve modifiye atmosfer ile ambalajlanması ile patojenik mikroorganizmalar tamamen kontrol altına alınamadığı için yaygın değildir. Buna karşın, bu ambalajlama türlerinin avantajı, etin arzu edilen parlak kırmızı rengini uzun süre korumasıdır. Ancak vakum ambalajlamaya göre daha kısa raf ömrüne sahip olduğuda bir gerçektir.

Bu derlemede et ve et ürünlerinde kullanılan farklı ambalajlama tekniklerinin avantajları, dezavantajları ve et kalitesine olan etkileri irdelenmektedir.

### **Abstract**

In the modern food chain system, it is hardly conceivable to distribute foodstuffs without packaging. It is well known that packaging makes food more convenient and gives the food greater safety assurance from microorganisms, biological and chemical changes so that the packaged foods may have a longer shelf life. Traditionally, food packaging has been limited to preservation and protection of food from environmental factors including chemical, physical and biological influences up to the point of consumption. Modern packaging, however, should serve not only as an efficient tool for keeping quality of foodstuffs, but also for increasing product values, promoting sales and imparting information.

The term 'fresh meat' includes meat from recently processed animals as well as vacuum-packed meat or meat packed in controlled-atmospheric gases, which has not undergone any treatment other than chilling to ensure preservation. The diverse

nutrient composition of meat makes it an ideal environment for the growth and propagation of meat spoilage micro-organisms and common food-borne pathogens. It is therefore essential that adequate preservation technologies are applied to maintain its safety and quality.

One of the ways to minimize quality losses, health risks and economic losses and extend shelf life is the packaging of meat and meat products with a suitable material and technique.

The importance of packaging on the shelf-life has been proved with many researches. In these investigations, different packing systems, different materials and gas mixtures had been applied to different meat and meat products therefore different results had been found. This review considers the consumer's definition of quality in relation to meat therefore the effects of packaging systems on development of shelf-life in meat.

There are various preservative packaging techniques that can be used with raw meats. These are; covering meat surface with a permeable film, vacuum packaging(VP), high oxygen modified atmosphere packaging(high O<sub>2</sub> MAP), low oxygen modified atmosphere packaging (low O<sub>2</sub> MAP) and controlled atmosphere packaging(CAP).

Covering meat surface with a permeable film: Meat is especially retailed after vacuum packed or in plastic trays covered by permeable plastic films. Films used for retail packaging must have a high oxygen permeability [at least 5 l/(m<sup>2</sup>—24 h) atm at 23 °C and 0% rh] to prevent oxidative browning. However, only films with oxygen transmission rates of no more than 10ml/(m<sup>2</sup> — 24 h) atm at 23 °C and 0% rh can be used for preservative packaging. Storage life can be increased 10–15% by using films with oxygen permeabilities less than 2 ml/(m<sup>2</sup> — 24 h) atm at 23 °C and 0% rh. All plastics are permeable to gases to some degree. Film permeability varies with the partial pressures inside and outside the package, the type of plastic, the thickness of the plastic layers, and the temperature of the plastic. Some plastics are also markedly influenced by relative humidity and contamination with nutrients, such as fat.

Vacuum packaging: this technique is especially used in the beef packaging industry. Vacuum packs comprise evacuated pouches and vacuum skin packs, in which a film of low gas permeability is closely applied to the surface of the product. Preservative effects are achieved by the development of an anaerobic environment within the pack. And so the shelf life of meat is prolonged. Vacuum packaging materials for primal cuts are usually three layered co-extrusions of ethyl vinyl acetate/polyvinylidene chloride/ethyl vinyl acetate, which generally have an O<sub>2</sub> permeability of less than 15.5 ml m<sup>-2</sup> (24 h)<sup>-1</sup> at 1 atmosphere as a result of the polyvinylidene chloride layer. The lack of O<sub>2</sub> in packages may minimise the oxidative deteriorative reactions, and reduce aerobic bacteria growth, which usually causes pigments to be in the deoxymyoglobin state.

High O<sub>2</sub> MAPs, low O<sub>2</sub> MAPs and CAP : Modified atmosphere packaging (MAP) is a technique used for prolonging the shelf-life period of fresh or minimally processed foods. In this preservation technique the air surrounding the food in the package is changed to another composition. This way the initial fresh state of the product may be prolonged. The advantages of modified atmosphere packaging include reduced shrinkage, reduced spoilage and trim losses, increased product utilization, improved inventory control, increased labor productivity, improved target marketing, reduced space requirements and increased equipment throughput.

Vacuum packaging prevents product contamination and evaporative losses, and modified atmosphere packaging further extends storage life. A combination of oxygen and carbon dioxide enhanced color and odor storage life, during 21 days of storage, but mixtures of 85% oxygen and 15% carbon dioxide provided the most satisfactory results and increased color and odor storage life by 9 and 10 days, respectively. Packaging in an atmosphere containing 25% carbon dioxide, 50% nitrogen, and 25% oxygen has been reported to be the most effective method to maintain the color and acceptability of centralized bulk prepackaged pork. Despite these advantages, MAP is an expensive technique. As mentioned previously, with modified atmosphere packaging the package atmosphere is altered initially and then allowed to change over time during storage. With controlled atmosphere packaging, the package atmosphere is altered initially and then maintained during the life of the package. Consequently, controlled atmosphere packaging will maximize storage life and provide the greatest flexibility for distribution, and merchandising of products. Film completely impermeable to gases must be used for controlled atmosphere packaging. Controlled atmosphere packaging maximizes storage life extension, in combination with stringent hygienic and temperature control, and provides the greatest flexibility for product distribution and merchandising. It allows products to be exported to the most remote markets and facilitates distribution of display-ready products over relatively long distances, but requires specialized evacuation equipment and packaging materials, and thereby, has potentially higher packaging costs.

To sum up, a large variety of packaging materials and systems are currently available. The key is to match their specific characteristics to the requirements of specific commercial application, so as to optimize keeping quality and minimize packaging costs.

### **Giriş**

Modern gıda zinciri sisteminde, gıdaların ambalajlanmadan dağıtılmasını akla getirmek oldukça zordur [1]. Bilindiği gibi ambalaj gıdayı daha elverişli yapmakta ve gıdada oluşabilecek mikrobiyal, biyolojik ve kimyasal değişikliklere karşı çok büyük bir güvenlik teminatı vermektedir [2]. Geleneksel olarak, gıda ambalajlama gıdaları, kimyasal, fiziksel ve biyolojik değişiklikler gibi çevresel faktörlerden



korumak ve muhafaza etmekle sınırlandırılmıştır [1]. Buna rağmen modern ambalajlama, sadece gıda ürünlerinin kalitesini korumak için değil aynı zamanda ürünün değerini arttırmak, satışları yükseltmek ve ürün hakkında bilgi vermek için de etkili bir araç olarak görev almaktadır [1].

‘Taze et’ terimi vakum ambalajlanmış etler ya da kontrollü atmosfer gazlarla ambalajlanmış etler de dahil olmak üzere etin korunmasını sağlamak amacıyla soğutmadan başka herhangi bir işlem görmemiş olan ve kısa süre önce kesilmiş hayvanlardan elde edilen etleri kapsamaktadır. Etin farklı besleyici kompozisyonu, eti bozulmaya neden olan mikroorganizmalar ve yaygın gıda kaynaklı patojenlerin gelişimi ve çoğalması için uygun bir ortam yapmaktadır. Bu yüzden güvenliğini ve kalitesini sağlamak için, ete yeterli koruma teknolojilerinin uygulanması önemlidir [3]. Sıcaklık, havadaki oksijen, endojen enzimler, nem ışık ve en önemlisi mikroorganizmalar gibi birçok birbiriyle ilişkili faktör etin raf ömrünü ve tazeliğini etkilemektedir. Bütün bu faktörler, ya tek başına ya da kombine olarak, etin renk, koku, tekstür ve lezzetinde hasar verici değişikliklere neden olabilmektedir. Her ne kadar etin bozulması mikroorganizmalar olmadan da ortaya çıkabilse de (örneğin; proteolizis, lipolizis ve oksidasyon), mikrobiyal gelişme taze etin kalitesini korumayla ilişkili olan en önemli faktördür[3].

Et ve et ürünlerinin görünüşü tüketicilerin kararını büyük ölçüde etkilemektedir. Rengi kaybolmuş ve soluk görünen ürünler genellikle tüketiciler tarafından kabul görmemektedir. Bu kalite özelliklerinde bozulma, tüketicinin ürünü reddetmesine bağlı olarak ekonomik kayıplara neden olacaktır [4]. Taze et ürünlerinde yüksek kalite, uygunluk, güvenlik, taze görünüm ve uzun raf ömrüne olan artan talep nedeniyle, alternatif ısısal olmayan koruma teknikleri tasarlanmakta ve araştırılmaktadır [3]. Et ve et ürünlerinde kalite düşüklüğü, sağlık riski ve ekonomik kayıpları en aza indirmenin ve raf ömrünü uzatmanın yollarından biri de uygun teknik ve materyalle ürünün ambalajlanmasıdır [4]. Ambalajlamanın, özellikle taze etlerin muhafazası üzerine etkisinin önemi, günümüzde yapılan birçok araştırmayla kanıtlanmıştır. Değişik ambalaj türleri, farklı materyaller ve gaz karışımları kullanılarak değişik ürünlere uygulanmış, farklı sonuçlar elde edilmiştir [5].

Et endüstrisinde ambalajlamanın gelişme nedenlerinden biri süpermarketlerin gelişimidir. Süpermarketler söz konusu olduğunda da ambalajlamanın önemi artmaktadır. Çünkü süpermarketlerde tüketicinin self servisi, satışa hazır etlerin ambalajlanmış olmasını gerektirmektedir. Ambalajlanmış taze etlerin renk stabilitesinin sağlanması, rafta kalma sürelerinin uzatılması ve tüketicinin daha uzun sürede alımının sağlanması açısından en önemli kalite kriteridir [5].

Taze et ve işlenmiş et ürünleri için kullanılan geleneksel ambalajlama teknolojileri vakum ambalajlama(VP), modifiye atmosfer ambalajlama(MAP), kontrollü atmosfer ambalajlama(CAP) ve hava geçiren film ile ambalajlamadır [1,3,5].

### **Hava geçirgen film ile ambalajlama**

Et, direkt perakende satışta veya et işletmelerinde çoğunlukla vakum pakettlendikten sonra ya da plastik tepsilerde, şeffaf plastik filmlerle kaplanarak pazarlanmaktadır[5].

Satışa hazır ürünlerin paketlenmesi için kullanılan filmler oksidatif kahverengileşmeyi önlemek için yüksek oksijen geçirgenliğine sahip olmalıdır. Bununla birlikte, sadece oksijen geçirgenliği hızı 10 ml (m<sup>2</sup>-24h) atm 23°C' de %0 RH' dan fazla olmayan filmler koruyucu paketlenme için kullanılmaktadır. Depolama ömrü oksijen geçirgenliği 2 ml-( m<sup>2</sup>-24h) atm 23°C' de %0 RH' dan daha az olan filmler kullanılarak %10-15 artırılabilir. Tüm plastikler gaz geçişine bir ölçüde izin vermektedir. Film geçirgenliği, paketin iç ve dış basınçları, plastik tipi, plastik tabakaların kalınlığı ve plastiğin sıcaklığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bazı plastikler yağ gibi besin öğelerinin kontaminasyonundan ve bağıl nemden etkilenmektedir[6].

Etlerin paketlenmesinde kullanılan plastikler, öncelikle gaz ve nem geçirgenliğine göre sınıflandırılmıştır. EVA, LDPE, SURLYN, PS, PVC, PP, HDPE, VPVC, PA, PET, PVDC, EVOH gibi pek çok çeşide sahip bu ambalaj materyallerinden, EVOH "ethylen vinyl alkol" oksijen geçirgenliğinin 1, nem geçirgenliği olarak adlandırılan moisture değerinin 72 olması nedeniyle, bu materyaller içerisinde en iyisi kabul edilmektedir[5]. Adı geçen plastik filmlerden PVC ise, "poly vinyl klorid" kompozisyonunda, çok ince, yüksek oksijen geçişine (8000-12000cc/m<sup>2</sup>/atm.-günde) ve düşük nem geçirgenliğine sahiptir[5].

PVC'nin bu özellikleri, ambalajlanan et ve et ürünlerinin, tüketici tarafından istenen, kırmızı "bloom" rengini korur [5]. PVC film ile saklama metodu, basit ve en ucuz saklama metodu olup, Türkiye de dahil olmak üzere, birçok ülkede pazarlama için en iyi paketlenme materyali olarak tekrar oluşturulmaktadır.

Ambalajlamada selofan kullanılacaksa, oksijen geçirgenliğinin en az 5000 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gün.atm olması gerekmektedir. Ayrıca selofan filmin bir yüzeyi nitroselüloz kaplı olmalıdır [7]. Çünkü kaplanmamış yüzü etle temas ettiğinde, etin nemi filmi doyurur ve ıslak selofan kuruya göre daha geçirgen olduğundan, O<sub>2</sub> geçirgenliği yükselir ve etle temas etmeyen dış yüzeydeki nitroselüloz kaplama atmosfere fazla nem verilmesini önler. İki yüzü kaplı selofan kullanılması, düşük O<sub>2</sub> geçirgenliğine yol açacağı için sakıncalıdır[7].

### **Vakum ambalajlama**

Gıdanın oksijen geçirgenliği düşük bir ambalaj içerisine konarak, içerisindeki havanın uzaklaştırılması ile aerobik bozulmalara neden olan mikroorganizma ve oksijen kaynaklı bozulmalar önlenmekte, ürünün raf ömrü artırılmaktadır[8].

Koruyucu paketlerin içindeki oksijen, kaliteyi koruma ve renk stabilitesinin tutulmasında zararlı olduğu için paketten havanın boşaltılması oldukça yararlıdır. Bununla birlikte dikkat edilmesi gereken nokta, paket içindeki havanın, düşük seviyelerdeki kalıntı oksijene bağlı olarak ortaya çıkan, geri dönüşümsüz kararmayı (renk kaybını) önlemek için nominal seviyelere kadar (500ppm'den daha az) etkili olarak boşaltılmasıdır[6].

Taze etin kesim sonrası catering merkezlerine kemiklerinden arındırılmış büyük parçalar halinde nakledilmesinde vakum ambalajlama, özellikle ağırlık kaybının son derece az olması bakımından yararlı sonuçlar vermektedir. Ayrıca oksijenin ortamdaki uzaklaştırılması, ürünün dayanıklılığını artırmaktadır. Sonraki işleme aşamalarında et hava ile temas ettiğinde, parlak kırmızı rengi, ön depolama süresine bağlı olarak, birkaç saatte 1-2 gün içerisinde tekrar oluştuğundan(oksimeyoglobini), vakum ambalajlamada gerçekleşen renk değişikliği sorun oluşturmamaktadır[7].

Vakum ambalajlama materyalleri genellikle etilvinilasetat/polivinilidin klorid/etilvinilasetat'ın koekstrüzyonuyla oluşan üç tabakalı materyallerdir. Genellikle polivinilidin klorid tabakasından dolayı 1 atm'de  $15.5 \text{ ml m}^{-2} (24\text{h})^{-1}$  den daha az oksijen geçirgenliğine sahiptirler. Ambalajlarda oksijenin olmaması, oksidatif bozulmaya neden olan reaksiyonları en aza indirmekte ve pigmentlerin deoksimeyoglobini durumunda olmasına neden olan aerobik bakteri gelişimini azaltmaktadır[3].

Vakum paketlemenin, paketleme süresince, bakteriyolojik yönüyle raf ömrüne olumlu etkisi görülmüştür. Etler bu yolla paketlenirken kalıntı oksijen hızla metabolizma enzimleri ile tüketilmekte ve karbondioksit, solunum sonu ürünü olarak üretilmektedir. Etin kalıntı atmosferi içinde karbondioksitin kısmi basıncı gibi anaerobik durumlar, aerobik bozulma yapan bakterilerin gelişimini durdurmaktadır. Bu durumda, açık havada etin bozulmasından sorumlu *pseudomonas* gelişimi sınırlanmakta ve *laktik asit* bakterileri dominant mikroorganizmalar haline gelmektedir[5].

Vakum ambalajlama uygulamasıyla yağların otooksidasyonu ve ransidite oluşumu da en alt düzeylere indirilebilmekte, depolama sürecinde fire azalmakta ve bakteriyel kontaminasyon pek olmamaktadır. Ancak vakum ambalajlamada etten sıvı çıkışı ( et özsuyu) artmaktadır. Bu durumda vakumun  $\text{N}_2$  veya  $\text{CO}_2 + \text{N}_2$  gazları karışımıyla kırılması önerilmektedir. Uzun süreli depolamalarda ve vakum uygulamanın söz konusu olduğu durumlarda; PET/LDPE veya PA/LDPE kombinasyonları ve bariyer katman olarak da PVDC'den oluşan bir malzeme, ya da LDPE/PVDC/LDPE şeklinde hazırlanan folyolar tercih edilmelidir. Ancak et kemiklerinin ambalajı delme tehlikesi varsa, PA/Ionomer kombinasyonu kullanılabilir[7].

### **Modifiye atmosferde ambalajlama**

Modifiye atmosfer ambalajlama(MAP), taze ya da minimal işlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatmak için kullanılan bir yöntemdir [9]. Bu koruma yönteminde ambalaj içindeki gıdayı çevreleyen hava başka bir kompozisyona çevrilir [8, 9]. Ambalaj içindeki gazların karışımı ürünün çeşidi, ambalaj materyali ve depolama sıcaklığına bağlı olmakla beraber, MAP çeşitli ürünlerin ambalajlanmasında kullanılmaktadır [9]. Modifiye atmosfer ambalajlamada kullanılan gazlar, nitrojen, karbondioksit ve oksijen gazları olup, bu tür paketlemeden önce normal atmosfer havası vakumla ortamdan uzaklaştırılmakta, sonra paket içine gaz kombinasyonu verilerek paketleme tamamlanmaktadır [5].

MAP'ın herhangi bir çeşidi için, oksijenli havanın normal kompozisyonunu değiştirmek ya da uzaklaştırmak gereklidir [3]. Etin raf ömrü özelliklerinden çoğu, MAP kullanılarak artırılabilir, fakat MAP'ın karbonmonoksitsiz anoksik formları parlak kırmızı et rengini sağlamamaktadır ve oksijenli MAP lipitlerin ve pigmentlerin oksidasyonunu tetikleyebilmektedir [10].

Modifiye atmosfer ambalajlamada kullanılan gazlardan nitrojen inert bir gazdır ve vakum paketlemenin etkisine benzer etki göstermektedir. Ancak vakum paketlemeye benzemeyen yönü, et üzerinde internal basınç yaratmaktan sakınılarak, eti hırpalamayacak tarzda paketlemeyi sağlamasıdır. Aslında bu gazın taze etlerde pek ticari bir kullanımı yoktur. Genellikle, kür edilen et ürünleri için kullanılmaktadır. Diğer gazlar eklendiğinde nitrojen, renk probleminin pek önemli olmadığı beyaz etlerin raf ömürleri için daha kullanışlı olabilir. Ancak bu gazın antimikrobiyal yapıya sahip olmadığı da unutulmamalıdır [5].

Modifiye atmosfer ambalajlamanın avantajları arasında firenin azalması, bozulmanın ve kesme kayıplarının azalması, ürün yararının artması, işgücü üretkenliğinin artması, hedef pazarın gelişmesi, alan gereksiniminin azalması bulunmaktadır. Vakum ambalajlama ürün kontaminasyonunu ve buharlaşma kayıplarını önlemekte ve modifiye atmosfer ambalajlama ise raf ömrünü arttırmaktadır. Oksijen ve karbondioksit kombinasyonu 21 günlük depolama süresince renk ve koku raf ömrünü arttırmakta fakat 85% oksijen ve 15% karbondioksit en tatmin edici sonuçları sağlamakta ve renk ve koku raf ömrünü sırasıyla 9 ve 10 gün arttırmaktadır. 25% karbondioksit, 25% nitrojen ve 25% oksijen içeren bir atmosferde ambalajlama ön-ambalajlanmış domuz etinin renk ve kabul edilebilirliğini sağlayan etkili yöntem olarak belirtilmektedir [6]. Bu gibi avantajlarının yanında maliyetinin yüksek olması MAP'ın en büyük dezavantajıdır [5].

### **Kontrollü atmosferde ambalajlama**

Kontrollü atmosferde ambalajlama, ortamdaki O<sub>2</sub> oranı azaltılıp, CO<sub>2</sub> oranı yükseltilerek solunumun yavaşlatılması ve ortam koşullarının sürekli kontrol edilmesi ile atmosfer kompozisyonunun sabit tutulmasıdır[11]. Kontrollü

atmosferde ambalajlamayla MAP arasındaki en temel fark, kontrollü atmosferde ambalajlamada, O<sub>2</sub> oranının düşürülüp CO<sub>2</sub> oranının yükseltilmesinden sonra, ortam koşulları sürekli kontrol altında tutulurken, MAP yönteminde istenen atmosfer koşulları sağlandıktan sonra herhangi bir kontrolün yapılmıyor olmasıdır [11]. Kontrollü atmosferde depolama için gazlara tamamen geçirgen olmayan filmler kullanılmalıdır. Bir filmin gaza tamamen geçirgen olmaması için, alüminyum gibi plastik olmayan bir tabaka içermesi ve tüm çevrelerinden ısı ile kapatılmış olması gerekmektedir [6].

Kontrollü atmosfer paketleme sıkı hijyenik ve sıcaklık kontrolü ile kombine edilerek, depolama ömrü uzatmakta ve en iyi duyuşal özelliklerin, ürünün satışı ve dağıtımını sırasında korunmasını sağlamaktadır. Genellikle uzun mesafelere dağıtım yapılacak satışa hazır ürünlerin taşınması için uygundur fakat fazla özelleştirilmiş ekipman, boşaltım malzemeleri ve ambalajlama materyalleri gerektirmekte, bu sebeple potansiyel olarak daha yüksek ambalajlama giderleri gerektirmektedir [6].

### Sonuç

Bir ambalajlama sisteminin seçiminde en önemli faktör ambalaj atmosferidir. Perakende satışta kullanılan paketlerin atmosferinde kırmızı rengi sağlamak amacıyla oksijen varlığı istenmektedir ancak uzun süreli depolamada et ambalajlarında oksijen istenmeyen bir durumdur. Düşük oksijen konsantrasyonları içeren modifiye atmosferler, düşük oksijen konsantrasyonlarında metmyoglobin formasyonu nedeniyle kırmızı etler için uygun değildir. Vakum ambalajlama düşük pH'lı, kemiksiz, sığır etleri için uygun fakat düzensiz şekilleri olan, kemikli veya küçük parçalar veya etin diğer tipleri için uygun değildir. Oksijensiz nitrojen ve/veya karbondioksit içeren atmosferler kullanarak kontrollü atmosfer ambalajlama sıkı hijyen ve sıcaklık kontrolü ile kombine edilerek depolama ömrünü maksimize edecektir. Kontrollü atmosfer ambalajlama kullanarak paketlenilecek etlerin şekli veya tipi için sınırlama yoktur ve kıtalar arası dağıtım için ambalajlama ve işlemeyi kolaylaştıracak etkin depolama ömrünü sağlamak için satışa hazır et ambalajlarını ana paketlemede başarıyla kullanılabilen tek paketleme sistemidir. Görüldüğü gibi, günümüzde et ambalajlamada kullanılan çok çeşitli ambalajlama sistemleri mevcuttur. Önemli olan bu sistemlerin belirli karakteristikleri ile ticari uygulama gereklerinin uygunluğunu sağlamaktır. Böylece kalite korunumu optimize edilirken ambalaj maliyeti de en aza indirilmiş olur.

### **Literatür**

1. Lee, K.T. (2010). Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Science* 86 (2010) 138–150
2. Skandamis, P.N., Nychas, G.J.E. (2002). Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology* 79 (2002) 35–45
3. Zhou, G.H., Xu, X.L., Liu, L. (2010). Preservation technologies for fresh meat – A review. *Meat Science* 86 (2010) 119–128
4. Gill, A.O., Gill, O.C. (2005). Preservative packaging for fresh meats, poultry, and fin fish. In: HAN, J. *Innovations in Food Packaging*. pp.204-226
5. Kurt, E., Göksoy, E.Ö., Nazlı, B. Değişik paketleme türlerinin etin kalitesi üzerine etkileri.
6. Jeremiah, L.E. (2001). Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term distribution. *Food Research International* 34 (2001) 749–772.
7. Üçüncü, M. (2007). Gıda Ambalajlama Teknolojisi. syf: 411-417. Meta Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, İZMİR. ISBN: 978-975-483-443-7
8. Vardin, H., Gamli, Ö.F. (2006). Soğutulmuş Gıda Maddelerinin Ambalajlanması ve Aktif Ambalajlama Teknikleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
9. Sandhya (2010). Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT - Food Science and Technology* 43 (2010) 381–392
10. McMillin, K.W. (2008). Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science* 80 (2008) 43–65
11. Bağdatlı, A.B., Kayaardı, S. (2010). Et ve et ürünlerinde kullanılan paketleme yöntemleri. *Akademik Gıda* 8 (2) (2010) 24-30.

## ET ENDÜSTRİSİNDE AKTİF VE AKILLI PAKETLEME SİSTEMLERİ ACTIVE AND INTELLIGENT PACKAGING SYSTEMS IN THE MEAT INDUSTRY

**Semra KAYAARDI, Ceyda ZENGİN, Selman KASIM, Aysel ÇATAL**

Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği  
Muradiye/MANİSA

[semra.kayaardi@bayar.edu.tr](mailto:semra.kayaardi@bayar.edu.tr) , [ceyda.zengin@bayar.edu.tr](mailto:ceyda.zengin@bayar.edu.tr)

### Özet

Gıda ambalaj sektöründeki yeni gelişmeler, ambalajı sadece gıdayı koruma işlevini yerine getiren bir malzeme olmaktan çıkarıp tüketicide merak uyandıran, tüketicuyu bilgilendiren ve cezbeden bir konuma getirmektedir. Bu amaçlara hizmet eden, yeni teknik ve teknolojileri kapsayan sistemlerden biri de akıllı paketleme sistemleridir. Başta et ve et ürünleri olmak üzere pek çok gıda ürünü paketlenmesinde akıllı paketleme sistemlerinin kullanımına olan ilgi son yıllarda artmıştır. Akıllı paketleme sistemlerinde, taşıma ve depolama sırasında ambalajlanmış gıdaların kalitesi ile ilgili bilgi veren algılayıcılar ve göstergeler bulunmaktadır. Sensör teknolojilerinin potansiyeli, göstergeler (doğruluk, tazelik ve sıcaklık-zaman(TTI) gibi göstergeler) ve radyo tanımlama frekansı (RFID) gıda ürünlerinde potansiyel kullanım için değerlendirilmektedir. Gıda endüstrisi tarafından aktif ve akıllı paketleme teknolojilerinin yararlarının tanınması, ticari ilişkiler için ekonomik açıdan verimli paketleme sistemlerinin geliştirilmesi ve artan tüketici kabul edilebilirliğinin gerçekleştirilmesi açısından gereklidir.

Bu konuda gıda şirketlerinde hızlı bir gelişme olmuştur ve özellikle et işletmecileri, gelişmelere ayak uydurmak için gayret etmektedir. Ambalaj materyalleri ve sistemlerindeki büyük gelişmelere rağmen, et ürünleri ambalajlarının temel prensipleri aynı kalmaktadır. Örneğin; taze etin paketlenmesi, kontaminasyonu önlemek, bozulmayı geciktirmek, gevrekliği geliştirmek için bazı enzimatik aktivitelere izin vermek, ağırlık kaybını azaltmak, oksimiyogloblin veya kiraz kırmızı rengi, kırmızı etlerde perakendeci ve müşteri düzeyinde sağlamak için kullanılmaktadır. İşlenmiş et ürünleri göz önüne alındığı zaman dehidrasyon, lipid oksidasyonu, renk değişimi ve aroma kaybı gibi faktörler dikkate alınmak zorundadır. Ürün özellikleri ve temel et paketleme taleplerindeki çeşitlilikten



dolayı, ekonomik ve çeşitli tarzda daha fazla ürün ve bu ürünlerin kalite kontrolünü sağlamayı taahhüt eden yeni paketleme teknolojileri uygun karşılanacaktır. Şu anda her biri farklı özelliklerde ve uygulamalarda olan birçok gıda paketleme sistemi mevcuttur. Bu sistemlerden bazıları, aktif paketleme teknolojileri ve akıllı paketleme teknolojileridir.

Aktif paketleme, paketleme sistemleri içerisinde ürün kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için belirli katkı maddeleri ilavesi anlamına gelir. Aktif paketleme, paketlenmiş gıdanın kalitesini korurken raf ömrünü arttırmak ya da duyuşal özellikleri ve güvenliği sağlamak için paket koşullarını değiştirmektedir. Tartışacağımız akıllı paketleme, çevrelediği gıdanın veya gıdanın korunduğu çevrenin koşulları hakkında üreticiyi, perakende satıcıyı ve tüketiciyi bilgilendirmelidir. Aktif paketlemenin konsepti belirgin olarak farklı olmasına rağmen, akıllı paketleme özellikleri aktif paketleme sistemlerinin etkinliğini ve sağlamlığını kontrol etmede kullanılabilir. Akıllı paketleme taşıma ve depolama sırasında paketlenmiş gıdanın kalitesi hakkında bilgi vermek için gıda koşullarını görüntüleyen paketleme sistemleri olarak tanımlanır. Gıda maddeleri ambalajının tamamlayıcı bir bileşeni ya da yapısal bir özelliği olabilen akıllı paketleme araçları, gıda ambalaj niceliklerinin çokluğunu görüntülemek için kullanılabilir.

Bununla birlikte; aktif ve akıllı paketleme teknolojileri alanlarındaki araştırma-geliştirme çalışmaları hızla ilerlemektedir ve potansiyel uygulamaların artacağı öngörülmektedir.

### **Abstract**

With the new developments in the food packaging industry, the package not only becomes protective material of food but also provides consumer's curiosity and informs and attracts the consumer. Intelligent packaging systems are the systems which attend these aims, included of new technique and technologies. "Intelligent Packaging Systems" is considered an important innovation made in recent years. In Food Science and Technology, it has found a practical potential in traceability applications in food chain. This technology is also named as "Smart tags" and can be classified according to their working principles like time-temperature indicators, freshness indicators, pathogen indicators, biosensors, gas concentration indicators and radio frequency identification (RFID) systems. Interest in the use of intelligent packaging systems for especially meat and meat products and a lot of foods has increased in recent years. Intelligent packaging systems include sensors and indicators that informs about the quality of packaged food during transportation and storage. The potential of sensor technologies, indicators (including integrity, freshness and time-temperature (TTI) indicators) and radio frequency identification (RFID) are evaluated for potential use for food products. Recognition of the benefits of active and intelligent packaging technologies by the food industry, development of economically viable packaging systems and



increased consumer acceptance is necessary for commercial realisation of these packaging technologies.

The food industry has developed in this area so rapid and especially meat processors struggle to keep pace with developments. Yet despite major developments in packaging materials and systems, the fundamental principles of packaging meat products remain the same. For example; packaging fresh meat is carried out to avoid contamination, retard deterioration, permit enzymatic activity to improve tenderness, reduce weight loss and where applicable to ensure an oxymyoglobin or cherry-red colour in red meats at retail or customer level. When considering processed meat products, factors such as dehydration, lipid oxidation, discoloration and loss of aroma must be taken into account. Due to the diversity of product characteristics and basic meat packaging demands and applications, new packaging technologies offering to deliver more product and quality control in an economic and diverse manner would be favourably welcomed. Currently, existing many food packaging systems which is each one different peculiarity and practices. There are two such packaging approaches and they can be divided into two distinct categories; active packaging technologies and intelligent packaging technologies.

Active packaging refers to the incorporation of certain additives into packaging systems for maintaining product quality and extending shelf-life. Active packaging is to change the condition of the packed food to extend shelf-life or to improve safety and sensory properties, while maintaining the quality of packaged food. Active packaging is useful for extending the shelf life of fresh, cooked and other meat products. Forms of active packaging relevant to muscle foods include; oxygen scavengers,

carbon dioxide scavengers and emitters, drip absorbent sheets and antimicrobial packaging. Recognition of the benefits of active packaging technologies by the food industry, development of economically viable packaging systems and increased consumer acceptance opens new frontiers for active packaging technology. Commercially, there is widespread use of oxygen scavengers in pre-packed cooked sliced meat products. Antimicrobial packaging is gaining interest from researchers and industry due to its potential for providing quality and safety benefits. Future research in the area of microbial active packaging should focus on naturally derived antimicrobial agents, bio-preservatives and biodegradable packaging technologies. Intelligent packaging which we will discuss; is packaging that in some way senses some properties of the food it encloses or the environment in which it is kept and able to inform the manufacturer, retailer and consumer of the state of these properties. Although distinctly different from the concept of active packaging, features of intelligent packaging can be used to check the effectiveness and integrity of active packaging systems. Intelligent packaging has been defined as packaging systems which monitor the condition of packaging foods to give information about the quality of the packaged food during transport

and storage. Smart packaging devices, which may be an integral component or inherent property of a foodstuff's packaging, can be used to monitor a plethora of food pack attributes.

The potential advantages of intelligent packaging for muscle-based foods are many and varied. Apart from aspects of quality, safety, and distribution already outlined, intelligent packaging offers considerable potential as a marketing tool and the establishment of brand differentiation for meat products. Assuming intelligent packaging can effectively provide solutions to current producer and consumer problems, it appears likely that intelligent packaging systems for muscle-based food products will become more commercially viable and common-place in the years to come.

### Giriş

Taze et paketlenme; kontaminasyonu önlemek, bozulmayı geciktirmek, gevrekliği geliştirmek, bazı enzimatik aktivitelere izin vermek, ağırlık kaybını azaltmak ve kırmızı etlerde oksimiyoglobin veya kiraz kırmızı rengini sağlamak için kullanılmaktadır. Et ürünleri işleme göz önüne alındığı zaman dehidrasyon, lipid oksidasyonu, renk değişimi, ve aroma kaybı gibi faktörler dikkate alınmak zorundadır [1]. Şu anda her biri farklı özelliklerde ve uygulamalarda olan birçok et paketlenme sistemi mevcuttur. Ürün karakterlerinin çeşitliliği ve temel et paketlenme talepleri ve uygulamaları nedeniyle, tüm ambalaj teknolojileri daha fazla ürün teslim etmek ve ekonomik ve farklı şekilde kalite kontrol için memnuniyetle karşılanacaktır. Üzerinde çalışılan paketlenme sistemlerine ait yaklaşımlar iki ayrı kategoriye ayrılabilir; aktif paketlenme teknolojileri ve akıllı paketlenme teknolojileri [1,2]. Aktif paketlenme, paketlenme sistemleri içerisinde ürün kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için belirli katkı maddeleri ilavesi anlamına gelmektedir. Paketlenme, gıda korumada bazı istenen özellikleri dış koşullara karşı asal bir bariyer oluşturarak gösterdiği zaman aktif olarak nitelendirilebilmektedir. Aktif paketlenme, ambalajlanmış gıdanın kalitesini devam ettirirken raf ömrünü uzatmak, güvenilirliğini veya duyu kalitesini arttırmak için koşulları değiştirmektedir. Aktif paketlenme sistemlerinin gelişmesinden dolayı, hem yeni hem de mevcut gıda ürünlerinin bazı uygulamaları oldukça yenidir. Aktif paketlenme, paketlenme uygulamalarına madde katılmak suretiyle birincil paketlenme sisteminin koruma işlevini arttırmak için katkı maddeleri veya 'tazelik arttırıcılar' içerebilmektedir [2,3].

Koruyucu ambalaj, gıdalara kabul edilebilir görünüş, tat, koku ve mikrobiyal bozulmaların başlaması üzerinde gecikme etkisi amacıyla uygulanmaktadır. Özellikle taze etler ve pişmiş et ürünleri için şu anda en uygun ambalajlama sistemi MAP'tır. Genel olarak taze kırmızı etler %80 oksijen, %20 karbondioksit içerikli modifiye atmosfer paketlerinde ve pişmiş etler %70 azot, %30 karbondioksit

içerisinde depolanmaktadır. MAP 'de karbondioksitin görevi bozulmaya sebep olan bakterilerin gelişimini inhibe etmektir. Azot paket şeklini korumak için veya diğer gazların oranlarını azaltmak için bir dolgu asal gazı olarak kullanılmaktadır [3].

Ette tüketicilerin aradığı önemli özellikler; görünüş, tekstür ve tattır. Görünüş, özellikle de renk, tüketicinin satın alma kararını etkileyen önemli bir kalite özelliğidir. Taze kırmızı etlerde, deoksimyoglobin (mor olan), hava ile maruz kaldığında hızlıca oksijenlenerek kiraz kırmızısı oksimiyoglobine okside olur. Zamanla, oksimiyoglobine kahverengi bir renge dönüşerek metmyoglobine okside olur. Düşük oksijen konsantrasyonları, oksimiyoglobinin metmyoglobine oksidasyonunda kolaylık sağlamaktadır. Bu nedenle, taze kırmızı etlerde metmyoglobine formunu minimize etmek için; oksijen, ambalaj ortamında %0.005 den az seviyelerde olmalıdır. MAP'de yüksek oksijen seviyesinin taze etlerin rengi üzerindeki zararlı etkisinin yanında yüksek oksijen konsantrasyonu zamanla kas lipidlerini de oksidasyona teşvik etmektedir. Lipid oksidasyonu, kaslı gıdalarda istenmeyen koku ve tat oluşumlarına sebep olduğundan, bu durum kalite değerinde büyük kayıp olarak nitelendirilmektedir [1,2,4].

Lipid oksidasyonu genel olarak pişmiş kürlenmiş et ürünlerinde azdır. Ticari olarak, bir oksijen tutucu film kullanılarak bu durumun üstesinden gelinebilmektedir. Taze kırmızı etlerle alakalı olarak, taze sığır etinin raftaki renk ömrünü uzatmak için oksijen tutucu ile karbondioksit/azot gaz karışımı birlikte kullanılmaktadır. Oksijen tutucular, aktif paketleme bileşenleri olarak tanımlanan varlıkların örneklerindendir [1,3].

Akıllı paketleme ise bazı durumlarda gıdayı çevreleyen bazı duyuşal özellikleri veya gıdanın içinde bulunduğu ortamın durumunu üretici, perakendeci ve tüketiciye açıklayan paketlemedir. Aktif paketlemenin konsepti belirgin olarak farklı olmasına rağmen, akıllı ambalaj özellikleri aktif paketleme sistemlerinin etkinliğini ve sağlamlığını kontrol etmede kullanılabilir. Akıllı paketleme taşıma ve depolama sırasında gıdanın kalitesi hakkında bilgi vermek için paketlenmiş gıda koşullarını görüntüleyen paketleme sistemleri olarak tanımlanmaktadır [2,4].

Şu anda sayısız aktif ve akıllı paketleme uygulamaları bulunmasına rağmen, et ve et ürünleri paketlenmesinde bunların kullanımı sınırlı kalmaktadır. Ancak; aktif ve akıllı paketleme teknolojileri alanlarındaki araştırma geliştirme çalışmaları hızla ilerlemektedir [5].

Genel olarak ambalajın temel fonksiyonları; koruma, bütünlük sağlama, bilgilendirme ve kullanım kolaylığı getirme gibi 4 grup altında toplanabilmektedir [5]. Ancak günümüzdeki bilimsel çalışmaların ışığında, ambalajlardan beklenen çekicilik, koruyuculuk, kullanılabilirlik, güvenilirlik gibi özelliklere "akıllılığı" da eklemek gerekecektir. Geleneksel ambalaj, ürünü, istenmeyen oksidasyon reaksiyonlarından, nem giriş-çıkışından, fiziksel hasar ve biyolojik bozulma gibi zararlı etkilere korumaktadır. Akıllı paketleme teknolojisi ise, ambalajlanmış gıdaların üretiminden tüketimine kadar geçen dağıtım ve depolama süreçlerinde

maruz kaldıkları sıcaklık değişimleri, mikrobiyal bozulma ve ambalaj bütünlüğü gibi özellikleri hakkında ürünün kalitesini ve tazeliğini izlemeye yarayan, ambalajın içinde veya dışında kullanılan göstergelerden oluşan bir sistemdir. Kimyasal sensör ve biyosensör teknolojilerinin gıda paketleme uygulamalarında kullanımı son yıllarda hızla artmaktadır. Sensörler elektriksel, optiksel, termal ve kimyasal yollarla sinyalleri algılamaktadırlar [1,3].

Teorik olarak bir gıdanın son kullanma tarihi, o ürünün optimal şartlar altında muhafaza edildiği göz önünde tutularak belirlenmektedir. Fakat gıdanın üretimi ve tüketimi arasında uzun bir süreç mevcuttur. Üreticiler, bu süreçte sadece üretim ve sevkiyat aşamalarındaki optimal koşulları kontrol edebilmektedirler. Ancak diğer aşamalar kontrolleri dışında gelişmekte ve ürünün raf ömrü, perakendecinin ürünü rafta bekletme ve satış şekli ile tüketicilerin ürünü muhafaza yöntemine bağlı olarak değişebilmektedir [1,5].

### **Akıllı Paketleme Teknolojisinde İndikatörler**

Akıllı paketleme sistemlerinde indikatörler dış ortam koşulları ve ambalajın tepe boşluğunda bulunan gazlar sayesinde ürünün kalite durumu hakkında bilgi vermektedirler. Ürünün ambalaj içinde bulunduğu sürede sıcaklık, mikrobiyel bozulma, ambalaj bütünlüğü, fiziksel şok, tazelik durumları gibi özellikler için çeşitli indikatörler işlev yapmaktadırlar [6].

#### **1.Sıcaklık-Zaman İndikatörleri**

Çok geniş bir kullanım alanı olan bu indikatörler, çevresel faktörlere karşı duyarlıdır ve maruz kalan sıcaklıklara bağlı olarak mekaniksel, kimyasal, enzimatik veya mikrobiyel bozulmalar sonucu etikette meydana gelen renk değişiklikleri ile tüketicileri bilgilendirmektedir. Bu tip etiketler; özellikle soğutulmuş ya da dondurulmuş gıdalarda sıcaklık konusunda uyarı vermektedir. TTI etiketleri, çalışma prensiplerine göre “*Polimer bazlı, Difüzyon bazlı ve Enzimatik bazlı*” olarak sınıflandırılmaktadırlar [5].

**1.1.Polimer Bazlı İndikatörler:** Bunlar sıcaklıkla aktive edilirler ve diasetlenik monomerlerin polimerizasyonu sonucu etiketteki renk değişikliği ile uyarı vermektedirler. Bu etiketler, genellikle hazır yemek çeşitleri (dondurulmuş sandviç, hamburger vb.) ve soğukta muhafaza edilmesi gereken gıdalar (dondurulmuş meyveler, çeşitli süt ürünleri vb.) için kullanılmaktadır [8].

**1.2.Difüzyon Bazlı İndikatörler:** Bu indikatörler, farklı erime sıcaklığındaki kimyasalların bir kurutma kağıdından yapılmış fitile difüzyonu prensibine göre çalışmaktadır. Bu etiket sıcaklığa bağlı olarak renk değiştirerek sıcaklık sapmalarını

göstermektedir. İndikatör olarak kullanılan boyanın türü ve konsantrasyonu ayarlanarak, farklı süre ve sıcaklıklara duyarlı birçok gıda ürününe özgü etiketler geliştirilebilmektedir. Bu etiketler, genellikle 10°C ve altında muhafaza edilmesi gereken gıdaların takibi için uygundur [5,9].

**1.3.Enzimatik Bazlı İndikatörler:** Bu etiketler iki küçük kesecikten oluşmaktadır. Kesenin birinde sıvı süspansiyon içinde herhangi bir lipaz substratı ve pH indikatör boyası, diğerinde ise lipaz enzimi bulunmaktadır. Sıcaklık artışıyla içsel basınç oluşmakta, aktive olan enzim aradaki bariyeri yıkarak lipit bileşenleri ile temasa geçmektedir. Böylece lipit bileşenleri hidrolize olmakta ve kaproik asit benzeri asitler oluşmaktadır. Bunlar pH düşüşüne yol açarak, pH indikatörünün rengini yeşilden parlak sarıya dönüştürmektedir. Ürüne özgü sıcaklık isteklerine uygun olarak enzim-lipit bileşenlerinin konsantrasyonları ayarlanmaktadır [5,8].

## 2. Tazelik İndikatörleri

Tazelik indikatörleri gıdadaki kimyasal değişimler ya da mikrobiyel çoğalmaya bağlı kalite değişimlerinin doğrudan belirlenmesini sağlayan göstergelerdir. Mikrobiyolojik kalite kriterleri mikrobiyal faaliyetler sonucu oluşan metabolitler arasındaki reaksiyonla belirlenebilir [1]. Depolama süresince etlerde meydana gelen kimyasal değişimler ve mikrobiyolojik bozulmaya neden olan metabolitler tazelik indikatörlerinin geliştirilmesine kaynak sağlamaktadır. [1, 9, 10]. N-bütirat, L-laktik asit, D-laktat ve asetik asit gibi organik asitlerin konsantrasyonlarındaki değişimler depolama boyunca birçok et ürünü için indikatör metabolitler olarak değerlendirilmektedir. pH indikatörleri olarak kullanılan renk değişimi mikrobiyal metabolit indikatörleri olarak kullanılmaktadır. Laktik asit ve asetik asit gibi etanol de laktik asit bakterisinin önemli bir fermentatif metabolizma indikatörüdür. Histamin, tiramin, kadaverin, putresin gibi biyogenik aminler et ürünlerinin bozulmasını hızlandırmaktadır. Bir takım bakteriler tarafından hidrojen sülfür de et ürünlerinin bozulması süresince üretilmektedir. Bu da et ürünlerinin renginin yeşile dönüşmesine neden olmaktadır [1,4].

## 3. Biyosensörler

Gıdaların kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise biyosensörlerdir [5]. Ambalajlanmış gıdalarda meydana gelen biyolojik reaksiyonları belirleyen, kayıt eden ve ileten cihazlara biyosensörler denir. Genel olarak, biyosensörler, bir biyoreseptör ve enerjiyi dönüştüren cihazdan (transducer) oluşmaktadır. Burada biyoreseptörler; enzimler, antijenler, hormonlar ve nükleik asit gibi organik materyallerdir ve hedef parametreyi algılamakla görevlidirler.

Dönüştürücüler ise elektrokimyasal, optiksel veya kalorimetrik sistemlerden oluşmaktadır ve biyolojik sinyalleri ölçülebilir elektrik iletilere dönüştürmektedir.

Gıdalarda ortaya çıkan bozulmaların bir sonucu olarak meydana gelen biyogenik aminlerin tespiti için birçok enzimatik biyosensör geliştirilmiştir. Örneğin; amperometrik hidrojen peroksit elektrotlarıyla kombine edilmiş putresin oksidaz reaktörleri ile kanatlı etlerindeki diaminler (putresin, kadaverin ve spermidin) tespit edilebilmektedir. Yine balık kaslarındaki biyogenik aminleri ve gökkuşağı alabalığı türünde histamin varlığını tespit etmek amacıyla amperometrik bir enzim elektrodu geliştirilmiştir. Tiramin oksidaz bazlı sistemler ise bazı et ürünlerinin kalite kontrolü için geliştirilmiş biyosensörlerdir [10,11].

#### 4. Patojen İndikatörleri

Patojen indikatörleri; ürünlere sonradan bulaşmış ve yüksek hastalık riski taşıyan bazı patojen mikroorganizmaları tespit edebilen etiketleri kapsamaktadır. Bu etiketlerin bazıları *Salmonella sp.*, *Campylobacter sp.*, *E. coli 0157:H7* ve *Listeria sp.* gibi patojen mikroorganizmaları tespit amacıyla geliştirilmiştir. Burada immobilize antikorlar yardımı ile üründe bir kontaminasyon varsa ilgili antikorların bunlarla girdiği reaksiyonun bir sonucu olarak ambalajda anlaşılır bir görsel uyarı belirmektedir. Ticari olarak kullanılan bir diğer indikatörün çalışma prensibi ise barkodun bir parçasını oluşturacak şekilde membran formunda antikorların yerleştirilmesi ve kontamine olmuş bakteri varlığında immünokimyasal reaksiyonların oluşmasıdır. Reaksiyon sonucu barkot bölgesel olarak koyu renk alıp, okunamaz duruma gelmekte ve böylece ürün satışı gerçekleşmeyerek, tehlike önlenmektedir [1,5].

#### 5. Gaz Konsantrasyon İndikatörleri

Bunlar modifiye atmosfer ambalajda kullanılan bazı gazların varlığını ya da yokluğunu gösteren sistemlerdir. Bu indikatörler temelde ambalaj bütünlüğü ve sızıntıları hakkında bilgi vermektedir. Burada O<sub>2</sub> seviyesi % 0.1 in altına düştüğünde etiketteki renk pembeye, % 0.5 in üzerine çıktığında ise maviye dönüşmektedir [5].

#### 6. Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri (RFID)

Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri'nin (RFID) mobil ve kablosuz iletişim teknolojileri içindeki önemi giderek artmakta, farklı kullanım alanları ile çok sayıda sektörü etkileyeceği bilinmektedir. RFID, radyo dalgalarını kullanarak ürün ve malzemelerin tanınmasını sağlayan bir otomatik tanıma sistemidir. RFID, etiketleri ürünlere (büyükbaş, konteynerlar, paletler, v.b.) takmak, gerçek zamanlı bilgileri kullanıcı bilgi sistemine eksiksiz iletmek için kullanılmaktadır. RFID birçok otomatik tanımlama teknolojilerinden biridir ve et üretimine, dağıtımına ve perakende satışına birçok potansiyel fayda sunar. Bunlar arasında, izlenebilirlik, envanter yönetimi, işçi ücreti, güvenlik ve kalite tanımları bulunmaktadır. Ayrıca

ürünlerin geri çekilmesini engelleme de RFID teknolojisinin önemli bir rolüdür. RFID teknolojisi yaklaşık olarak 40 yıldır kullanılmaktadır [1].

Etiketler aktif ve pasif olmak üzere iki tiptir; aktif etiketler pil gücüyle çalışır, RFID okuyucuya sinyal yollar ve tahminen 50 metre uzaklığa kadar çalışır. Pasif etiketler daha düşük bir okuyucu çekim alanına sahiptir (tahminen 5m kadar) ve okuyucu tarafından sağlanan enerji vasıtasıyla çalışır (temel sınırsız yaşam kaynağı). Genel RFID frekansları 125 khzden, UHF 850-900mhz ve mikrodalga frekanslarına (2.4Ghz) kadar kapsama alanı içinde ayarlanmıştır. Düşük frekans etiketleri daha ucuz, daha az enerji harcar ve metalsiz objeleri işleyebilmede daha iyidir ve et ürünlerinde kullanılmaya en uygundur [1].

### **Sonuç**

Tüketici tercihlerindeki değişiklikler nedeniyle yeni paketleme teknolojileri geliştirilmektedir. Aktif paketleme, taze, pişmiş ve diğer et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için uygun bir paketleme tekniğidir. Aktif paketleme teknolojisinin faydaları, ekonomik paketleme sistemlerinin gelişimi ve tüketici tercihinin artmasından dolayı bu teknolojinin gıda sanayinde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Aktif paketleme alanındaki gelecekteki araştırmalar, doğal olarak türeyen antimikrobiyal etkenlere, biyolojik koruyucu maddelere ve geri dönüşümlü paketleme teknolojilerine odaklanmalıdır. Özellikle fonksiyonel gıdalar için akıllı paketlemenin potansiyel avantajları çok ve çeşitlidir. Akıllı paketleme, belli üretici ve tüketici problemlerine etkin bir şekilde çözümler sağlayabilecek bir teknolojidir. Bu da fonksiyonel gıda ürünleri için akıllı paketleme sistemlerinin ticari açıdan geçerli hale geleceğini ve yıllar sonra belli bir yeri olacağıyla ilgili umulan düşünceleri ortaya çıkarmaktadır.



### Literatür

- [1] 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 (2006) 113–130.
- [2] Ahvenainen, R. (2003). Active and intelligent packaging: an introduction. In R. Ahvenainen (Ed.), *Novel food packaging techniques* (pp. 5-21). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd.
- [3] Brody, A. L. (1996). Integrating aseptic and modified atmosphere packaging to fulfill a vision of tomorrow. *Food technology*, 50, 56-66.
- [4] Georgala, D. L., & Davidson, C. L. (1970). Food package. *British Patent* 1199998.
- [5] Özçandır, S., Yetim, H., “Akıllı Ambalajlama Teknolojisi ve Gıdalarda İzlenebilirlik” *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2010, 5(1) 1-11
- [6] Purma, Ç. ve Serdaroğlu, M. 2006. Akıllı ambalaj sistemlerinin gıda sanayinde kullanımı. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu.
- [7] Han, Y.H., Ho, C.H.L., Rodrigues, E.T., 2005, *Intelligent Packaging*, In: *Innovations in Food Packaging*, Edited by Han, J.H., Elsevier Academic Press, London, pp. 138-153.
- [8] Ahvenainen, R. 2002. Biotechnology, Active and intelligent packaging, In *Novel food packaging Techniques*, R Ahvenainen (eds), Woodhead Publishing Limited, pp. 2-18, Cambridge, England.
- [9] Gök, V., Batu, A. ve Telli, R. 2006. Akıllı Paketleme Teknolojisi, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu.
- [10] Smolander, M., 2003, *The Use of Freshness Indicators in Packaging*, In: *Novel Food Packaging Techniques*, Edited by Ahvenainen, R., Woodhead Publishing Limited, Cambridge, pp. 127-143.
- [11] Otles, S., Yalçın, B., 2008, *Intelligent Food Packaging*, *LogForum*, 4: 3, İzmir.
- [12] Ustundag A., Tanyas M., (2006), *Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID) Yatırımlarını Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Çalışma*, *YAEM 26. Ulusal Kongresi*, 26, 186-189.



## BİYOAKTİF PAKETLEME BIOACTIVE PACKAGING

**Semra KAYAARDI, Müge AKKARA**

Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,  
Muradiye/MANİSA-TÜRKİYE

[semra.kayaardi@bayar.edu.tr](mailto:semra.kayaardi@bayar.edu.tr) ; [muge.akkara@bayar.edu.tr](mailto:muge.akkara@bayar.edu.tr)

### Özet

Gıda kontaminasyonu, psikotropik patojenler ve bozulma yapan mikroorganizmaların varlığından dolayı birçok sağlık ve ekonomik problemlerin sebebinin oluşturur. Bakteriyel gelişim geciktirilirse veya inhibe edilirse ürünlerin raf ömrü ve halk sağlığı ile ilgili olarak büyük bir yarar sağlamak mümkün olacaktır. Bakteriyel gelişimi azaltmayı amaçlayan son teknolojilerden biri, dış çevreye karşı inert bir bariyer görevi gören ve gıda muhafazasını geliştirmeyi hedefleyen biyoaktif paketlemenin kullanımıdır. Biyoaktif paketleme terimsel olarak gıda ile temas eden yüzey üzerinde biyoaktif bileşenlerin bağlantısı veya immobilizasyonu ile modifiye edilen paketleme materyali olarak tanımlanır. Literatürde biyoaktif paketleme terimi adı altında antimikrobiyal (aktif) paketlemeden de söz edilmektedir. Aktif paketleme ile biyoaktif paketleme arasında temel bir fark vardır. Aktif paketleme öncelikli olarak paketlenmiş gıdaların kalitesinin ve güvenliğinin korunması veya artırılması ile ilgilidir. Biyoaktif paketleme ise daha sağlıklı paketlenmiş gıdaların üretimi ile tüketici sağlığı üzerine doğrudan etkiye sahiptir.

Fonksiyonel gıdaların üretiminde engellemeler ve sınırlamalara karşı fonksiyonel paketleme kavramlarındaki bu yeni teknolojik yaklaşımlar bazı temelleri bir araya getirir. Bu yeni kavramların gelişimi üç uygulama ile sağlanmaktadır. Bunlar; integrasyon ve biyobozunur ve/veya dayanıklı paketleme sistemlerinden biyoaktif bileşenlerin veya nanobileşenlerin kontrollü olarak açığa çıkarılması, paketlemede ve/veya gıda bünyesinde bu aktif maddelerin mikro- ve nanoenkapsülasyonu ve son olarak da spesifik gıda kaynaklı bileşenlerin dönüşümü aracılığıyla sağlığa yararı arttıran enzimatik aktiviteye imkan sağlayan paketlemedir.

Biyobozunur ve dayanıklı paketleme sistemlerinden kontrollü olarak açığa çıkarılan en uygun materyaller; sentetik biyobozunur polimerler, termoplastiklerden elde edilmiş biyokütle, yeni nanobiyokompozitler, doğal proteinler ve türevleri, polisakkaritler ve türevleri ve mikroorganizmalardan elde edilen biyopolimerlerdir.

Mikroenkapsülasyon, spesifik koşullar altında kontrollü oranlarda içeriklerine ayrılabilen küçük kapalı kapsüllerde katı, sıvı ve gaz maddelerin paketlenmesi için bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır.

Materyallerde enzim immobilizasyonu ilk olarak serbest enzimlerin kullanımı, gelişmiş sıcaklık stabilitesi, proteazlara ve diğer denature edici bileşenlere karşı direnç ve gelişmiş aktivite gibi birkaç teknolojik avantajı beraberinde getirmesiyle birlikte gıda üretim hattında uygulanmıştır. Bununla birlikte daha yakın zamanlarda bu teknolojiler paketleme uygulamaları için düşünülmüştür. İstenmeyen gıda bileşeninin konsantrasyonunun azaltılması ve/veya tüketici sağlığına yararlı bir gıda maddesi üretimi gibi besinsel bakış açısından yararlı olduğu düşünülen bu biyoaktif materyallerin amacı reaksiyonu katalize etmektir. Son zamanlarda birçok enzim bazı gıda dönüşüm işlemlerinde kullanılmaktadır.

Biyoaktif paketleme gıda endüstrisinde fonksiyonel bileşenlerin kullanılabilirliği, stabilitesi ve biyoaktivitesi ile ilgili olarak birtakım sorunlara cevap vermek için tasarlanmış yeni bir teknolojiler dizisidir. Bu teknolojilerin amacı yeni paketleme ve kaplama materyalleri dahilinde biyoaktifleri bir araya getirmektir. Bu tür yeni fonksiyonel gıda paketleme sistemlerinin gelişimi, insan sağlığına etkili, alternatif ve bazı durumlarda da endüstriyel olarak daha etkin gıda tüketimi sağlayacaktır.

### **Abstract**

Food contamination generates cause of many health and economic problems especially for the presence of psychrotrophic pathogens and spoilage microorganisms. If bacterial development could be delayed or inhibited, it would be possible to obtain a great advantage relatively to the public health and the shelf-life of products. A recent methodology proposed to reduce the bacterial growth is the use of bioactive packaging which, in addition to an inert barrier to external environments, provides other properties aimed at improving the food preservation. The term bio-active packaging is described a packaging material that has been modified by the attachment or immobilization of bioactive components on the food contact surface. Also antimicrobial (active) packaging is mentioned under the term bioactive packaging in literature. There is a main difference between active packaging and bioactive packaging. Active packaging primarily deals with maintaining or increasing quality and safety of packaged foods. Bioactive packaging has a direct impact on the health of the consumer by generating healthier packaged foods.

Active packaging has been defined as 'a type of packaging that changes the condition of the packaging to extend shelf life or improve safety or sensory properties while maintaining the quality of the food'. Active food-packaging concepts provide some additional functions in comparison with traditional passive packaging materials that are limited to protection of the packaged food product

against external influences. Active packaging (AP) performs some desired role other than providing an inert barrier between the product and external conditions and combines advances in food technology, bio- technology, packaging and material science, in an effort to comply with consumer demands for 'fresh like' products.

Due to recent outbreaks of contaminations associated with food products, as well as growing concerns regarding the safety of intermediate-moisture foods, active packaging has been greatly developed in recent years. Principal active-packaging systems involve oxygen scavenging, moisture absorption, carbon dioxide or ethanol generation, and finally antimicrobial systems.

The term bio-active packaging refers to a packaging material that has been modified by the attachment or immobilization of bioactive components on the food contact surface. There are two types of bioactive packaging as non-migratory and migratory bioactive packaging. Non-migratory polymers are defined as those for which the bioactive component does not migrate out of the polymer system into the surrounding medium. Migration, at its most basic level, is mass transfer of the bioactive compound from the packaging material into the packaged product.

The most important of bioactive agents which are merely dispersed in the packaging are bacteriocins, spices and essential oils, enzymes, preservatives, additives. Bacteriocins are an important example of compounds which have considerable potentiality in the food biopreservation field. Some bacteriocins like Nisin, Enterocins A and B, Enterocin 416K1, Sakacin, Pediocin AcH, have been demonstrated able to control the proliferation of *Listeria monocytogenes* in artificially contaminated food products. Spices are rich in phenolic compounds, such as flavonoids and phenolic acids, which exhibit a wide range of biological effects, including antioxidant and antimicrobial properties. Direct incorporation of essential oils to food such as meat products will result in the immediate reduction of the bacterial population but may alter the sensory characteristics of added food. According to some authors, basil essential oil has a potential use in food preservation, especially in conjunction with technologies of antimicrobial packages for food products. Enzymes are efficient biological catalysts commonly used as processing aids in the food industry to improve quality, performance, and/or appearance of food. Use of enzymes as active components in food packaging is not new. Ideally, the enzyme is applied onto the food contact layer of the packaging

structure or covalently bonded to the polymeric surface. The preservation of almost all foods in industrialised and developing countries is based on combination of several factors that secure microbial safety, stability and sensory quality. The most common preservatives used in food products are organic acids, sorbic acid and its soluble salts, potassium sorbate, acetic acid, lactic acid and potassium benzoate. On the other hand packaging materials which include additives enhance the preservation function of the packaging system.

Thus, the scope of the present work is to gather the basis for this novel technological approach, in which innovative functional packaging concepts against barriers and limitations in the manufacturing of functional foods gathers some basis. Developments of these innovative concepts are provided by three application. These are integration and controlled release of bioactive components or nanocomponents from biodegradable and/or sustainable packaging systems, micro- and nanoencapsulation of these active substances either in the packaging and/or within foods and packaging provided with enzymatic activity increasing health benefit through transformation of specific food-borne components.

As biodegradable and/or sustainable materials, such as synthetic biodegradable polymers, biomass-derived thermoplastics, novel nanobiocomposites, natural proteins and derivatives, polysaccharides and derivatives and smart biopolymers derived from microorganisms, are thought to be among the most suitable materials for the controlled release of substances.

Microencapsulation is defined as a technology for packaging solids, liquids or gaseous substances in miniature, sealed capsules that can release their contents at controlled rates under specific conditions.

The immobilization of enzymes in materials was initially applied in food production lines as a result of the numerous technological advantages over the use of free enzymes such as reusability, improved stability to temperature, resistance to proteases and other denaturing compounds and improved activity. However, more recently, these technologies are also being considered for packaging applications. The objective of these bioactive materials is to catalyse a reaction, which is considered beneficial from a nutritional point of view, i.e., decreasing the concentration of a non-desired food constituent, and/or producing a food substance beneficial to the health of the consumer. Many enzymes are currently being used in several food transformation processes.

Bioactive packaging is a novel set of technologies designed to give response to a number of issues related to the feasibility, stability and bioactivity of functional ingredients for the food industry. These technologies aim to integrate the bioactives within new packaging and coating material concepts. The development of such novel functional food packaging systems will provide alternative, more efficient and, in some cases, unique industrial means to provide foods with improved impact on human health upon consumption.

## **Giriş**

Ambalajlar, son zamanlarda gelişmiş ülkelerde temel bir element haline gelmiştir. Özellikle de gıda ambalajlaması, ambalaj içerisinde pazarlanmakta olan taze meyve ve sebzelerin de içinde bulunduğu birçok ticari gıda maddesinden dolayı olağanüstü bir gelişim yaşamaktadır.

Gıda muhafaza teknolojisi olarak bakıldığında ambalajın önemli bir fonksiyonu gıda ürününün bozulmasını geciktirmek, raf ömrünü uzatmak ve paketlenmiş gıdaların kalitesini ve güvenilirliğini arttırmak ve korumaktır. Bu şekilde gıdaların ambalajlanmasının temel amacı; gıdayı mikrobiyal ve kimyasal kontaminasyondan, oksijen, su buharı ve ışıktan korumaktır [1].

Geleneksel olarak gıda ambalajlama, gıdaların farklı bir şekilde mekaniksel desteklenmesi ve dış etkilere korunması anlamına gelir. Gıdalarla temas eden bu geleneksel materyallerin güvenilirlik açısından mümkün olduğu kadar inert olmaları önemlidir. Ayrıca paket ile gıda arasındaki etkileşimin minimum olması gerekmektedir.

Geçmiş on yıllık süreçte tüketici isteklerine veya uzatılmış raf ömrü ve kontrol edilmiş kalitesi ile gıda ürünlerinin taze, lezzetli ve uygun bir şekilde muhafaza edilmesine yönelik endüstriyel üretim gelişmelerine karşılık olarak yeni gıda ambalajlama teknolojileri gelişmiştir [2]. Bu yeni gelişmelerden biri de aktif paketleme teknolojisi.

Aktif paketleme gıdanın kalitesinin korunmasının yanı sıra raf ömrünü uzatmak, güvenilirliğini arttırmak, duyu özelliklerini geliştirmek için paket koşullarını değiştiren bir paketleme türü olarak tanımlanmaktadır [3]. Ayrıca aktif gıda paketleme materyalleri, paketlenmiş gıda ürününü dış etkilere karşı sınırlı ölçüde koruyan geleneksel pasif paketleme materyalleri ile karşılaştırıldığında bazı ilave fonksiyonlar sağlar [4]. Antimikrobiyal paketleme de bir aktif paketleme modelidir [5].

Yeni gıda ambalajlama teknolojileri arasında aktif paketlemeye alternatif olarak paketleme materyali dâhilinde biyoaktif bileşenlerin de rol oynadığı biyoaktif paketleme karşımıza çıkmaktadır. Biyoaktif paketleme, paketlenmiş gıdaların daha sağlıklı üretimi ile tüketici sağlığı üzerine doğrudan etkiye sahiptir [6]. Terimsel olarak gıda ile temas eden yüzey üzerinde biyoaktif bileşenlerin bağlantısı veya immobilizasyonu ile modifiye edilen paketleme materyali olarak tanımlanır [7]. Paketleme materyali ile gıda arasında migrasyona olanak sağlayan ve sağlamayan olmak üzere iki tür biyoaktif paketleme materyali mevcuttur. Migrasyona imkan vermeyen polimerler, materyali çevreleyen ortam içinde polimer sistemin dışına çıkmayan biyoaktif bileşenler olarak tanımlanmaktadır. Migrasyon, en temel düzeyde paketleme materyalinden paketlenmiş ürün içerisine biyoaktif bileşenin kütle transferidir [8].

Biyoaktif paketlemede ambalaj materyali içine dağıtılan biyoaktif ajanlardan başlıca en önemlileri bakteriyosinler, baharatlar ve esansiyel yağlar, enzimler, koruyucular ve katkı maddeleridir [9]. Nisin, Enterocins A ve B, Enterocin 416K1, Sakacin, Pediocin Ach gibi bazı bakteriyosinlerin yapay olarak kontamine edilmiş gıda ürünlerinde *Listeria monocytogenes*'in çoğalmasını kontrol edebildiği kanıtlanmıştır [10]. Baharatlar, antioksidan ve antimikrobiyal özellikler içeren bileşenler bakımından zengin ürünlerdir. Esansiyel yağların özellikle gıda ürünleri

için antimikrobiyal paketleme teknolojileri ile birlikte gıdaların muhafazasında potansiyel kullanımı mevcuttur [9]. Gıda paketlemesinde enzimlerin aktif bileşenler olarak kullanımı yeni bir teknik değildir [7]. Gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılan koruyucular ise organik asitler, sorbik asit ve çözünür tuzları, potasyum sorbat, asetik asit, laktik asit ve potasyum benzoattır [9].

Tüm bu paketleme teknolojileriyle birlikte biyoaktif paketleme ayrıca mikro- ve nanoenkapsülasyon, enzim enkapsülasyonu ve immobilizasyonu gibi yeni teknolojilerin entegrasyonunu da kapsamaktadır [11].

### **Aktif Paketleme**

Yenileyici gıda paketleme kavramlarından biri olan aktif paketleme genellikle tüketici istekleri ve pazar gelişmelerinde süregelen değişikliklerin karşılığı olarak bilinmektedir. Gıda kalitesini korumanın yanı sıra raf ömrünü uzatmak, güvenilirliği artırmak ve duyuşal özellikleri geliştirmek için ambalaj koşullarını değiştiren bir paketleme türü olarak tanımlanmaktadır [12,13]. Aktif paketlemenin ardındaki esaslar, paketleme materyali olarak kullanılan polimerin kendi yapısal özelliklerine ya da spesifik maddelerin polimer içerisine girişine bağlıdır [14].

Aktif paketlemenin ürün ile dış koşullar arasında inert bir bariyer etkisinin yanı sıra arzu edilen bazı fonksiyonları vardır. Tüketicinin taze ürün talebine uymak amacıyla gıda teknolojisi, biyoteknoloji, paketleme ve materyal bilimindeki gelişmeleri bir araya getirmektedir [15]. Orta nemli gıdaların güvenilirliğine ilişkin endişelerin artmasıyla birlikte gıda ürünleriyle ilgili kontaminasyonların ortaya çıkmasından dolayı aktif paketleme son zamanlarda önemli ölçüde gelişme göstermektedir. Başlıca aktif paketleme sistemleri oksijen tutulumu, nem absorpsiyonu, karbondioksit ve etanol üretimi ve son olarak da antimikrobiyal sistemlerdir [16]. Oksijen tutucu sistemler ve nem kontrol sistemleri bu sistemlerin en yaygın olanlarıdır. Geniş bir potansiyel pazara sahip olduğu için özellikle de et endüstrisi ve tüketiciler üzerinde önemli faydalar sunmaktadır [17].

### **Biyoaktif Paketleme**

Aktif paketleme kavramları arasında biyoaktif bileşenlerin de yer aldığı biyoaktif paketleme aktif paketlemeden farklı olarak tüketici sağlığını doğrudan etkiye sahiptir [6]. Biyoaktif yenilebilir kaplamalar veya paketleme materyalleri özellikle de patojen mikroorganizmaların gelişimine karşı hassas olan gıda maddelerine bir yanıt olarak karşımıza çıkan yenileyici bir paketleme sistemidir [18].

Son zamanlarda daha bilinçli hale gelen tüketiciler gıdaların kompozisyonu ve güvenilirliği hakkında endişe duymaktadır. Güvenilir fakat minimum işlenmiş ve koruyucu içermeyen gıdalara karşı talep artmaktadır. Bunun sebebi, gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıkların alt yapısına dayanmaktadır. Bu alanda migrasyona imkan



vermeyen biyoaktif paketlenme anahtar bir rol oynamaktadır. Paketlenme materyallerinde yerleşik antimikrobiyallerin bulunması, minimum işlenmiş, koruyucu içermeyen gıda ürünlerinin piyasaya sunulmasını sağlarken, mikrobiyal kontaminasyonu belirgin ölçüde azaltmakta ve raf ömrünü uzatabilmektedir [8].

### **Ambalaj Materyali İçerisine Dağılan Biyoaktif Ajanlar**

Biyoaktif ajanın kovalent bir şekilde paketlenme materyaline bağlandığında aktif olabilmesi için, immobilize durumdaki aktif bileşenin yapısı, polimere bağlanan kovalent bağın yeri ve istenen fonksiyonu sağlamak için biyoaktif ajanın çevreyle etkileşime girdiği mekanizma dikkate alınmalıdır. Ayrıca migrasyona imkan vermeyen biyoaktif paketler, aktif ajanların immobilizasyonu için daha ileri kimyasal uygulamaları da içeren işlemler gerektirmektedir[19].

Migrasyona imkan vermeyen sistemler, migrasyon özelliği olmayan antimikrobiyal polimerleri kullanır. Antimikrobiyal ajanlar polimer temeline kovalent bağla bağlandıkları için polimer dışına göç etmezler. Antimikrobiyal ajanların yanı sıra biyoaktif ajanlar da kovalent çapraz bağlar boyunca polimere bağlanabilmektedir[20]. Bu biyoaktif ajanlara bakteriyosinler, baharatlar ve esansiyel yağlar, enzimler, koruyucular ve katkı maddeleri örnek verilebilir [9].

#### **1. Bakteriyosinler**

Bakteriyosinler, gıdaların biyolojik olarak korunmasında önemli potansiyele sahip metabolit örnekleridir. Bakteriyosinler Tagg et al. (1976) tarafından kökensel olarak, yakından ilişkili bakterileri öldüren veya inhibe eden proteinli bileşikler olarak tanımlanmıştır [15].

Bakteriyosinlerin paketlenme materyali yüzeyine endüstriyel gelişim için uygun teknoloji ile birlikte bakteriyel popülasyonun gelişimine karşı etkili olacak şekilde uygulanması gerekir[10]. Aktif paketlenmede etkili bir şekilde kullanılabilirler. Scanell ve arkadaşları tarafından immobilize edilmiş nisin ve laktisin 3147 bakteriyosinleri kullanılarak biyoaktif paketlenme materyalleri geliştirilmiştir [21]. Nisinin özellikle *Listeria monocytogenes* patojen türleri üzerine antimikrobiyal etkisi mevcuttur [22].

#### **2. Baharatlar ve Esansiyel Yağlar**

Baharatlar, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri içeren çok sayıda biyolojik etki gösteren flavanoid ve fenolik asitler gibi fenolik bileşikler bakımından zengin ürünlerdir. Sığır kıyması ile ilgili mikrobiyal gelişim üzerine yapılan bir çalışmada baharat tozları içeren çapraz bağlı film kaplamalarının uygulaması ile gama ışınlarının birlikte etkisi değerlendirilmiştir. Kazeinat ve



peynir altı suyu protein izolatu temeline dayalı çapraz bağlı filmler ada çayı, biberiye ve kekik baharatlarıyla kombine edilmiştir.

Esansiyel yağların et ürünlerinde olduğu gibi gıdaya doğrudan katılımı bakteriyal popülasyonda hızlı bir azalmaya yol açmasına rağmen katkı içeren gıdaların duyuşsal karakteristiklerini değiştirebilmektedir. Esansiyel yağların özellikle gıda ürünleri için antimikrobiyal paketleme teknolojileri ile birlikte gıdaların muhafazasında potansiyel kullanımı mevcuttur [9].

### 3. Enzimler

Enzimler kaliteyi, verimliliği ve/veya gıdanın görünüşünü geliştirmek için prosese yardımcı olan yaygın olarak kullanılan biyolojik katalizörlerdir. Gıda paketlemesinde enzimlerin aktif bileşenler olarak kullanımı yeni bir teknik değildir [7]. Enzimler ideal olarak ambalajın gıdayla bağlantılı tabakası üzerine uygulanmakta veya polimerik yüzeye kovalent bağla bağlanmaktadır [1].

Enzimlerin spesifikliğinin dikkatli bir şekilde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çünkü antimikrobiyal aktivite enzim ortamı ve substratlara karşı çok duyarlıdır [9]. Son on yıl içerisinde bazı araştırmacılar gıda paketlemesinde enzimleri bir araya getirmek için ileri kovalent teknikler geliştirmiştir [7].

### 4. Koruyucular ve Katkı Maddeleri

Sorbik asit ve çözünür tuzları, çeşitli gıda ürünlerinde koruyucu olarak geniş ölçüde kullanılmaktadır. Çözünürlüğünün iyi olması, stabilitesi ve üretim kolaylığı nedeniyle potasyum sorbat, gıda sistemlerinde en yaygın kullanılan formdur [23]. Organik asitler, asetik asit, laktik asit ve potasyum benzoat diğer koruyuculara örnek olarak verilebilir [9].

Diğer taraftan birçok aktif paketleme uygulamasında kullanılan paketleme materyallerinin katkı maddesi içermesi de paketleme sisteminin koruyucu fonksiyonunu arttırmaktadır [2].

### Sonuç

Son beş yıl içinde, ürün muhafazası, raf ömrünü arttırma ve hatta ürün gelişimine ilişkin olarak aktif bir rol oynayabilen yeni gıda paketleme sistemlerinin gelişimine ilgi artmıştır. Aktif paketleme teknolojileri olan bu sistemlerin paketlenmiş gıda ürünü üzerinde pozitif bir etki ortaya koyması planlanmaktadır.

Biyoaktif paketleme de aktif paketleme teknolojileri arasında önemli bir rol oynamaktadır. Biyoaktif paketleme; gıda endüstrisinde fizibilite, stabilite ve fonksiyonel bileşenlerin biyoaktivitesi ile ilişkili olarak birtakım sorunlara yanıt vermek için tasarlanmış yeni bir teknolojiler serisidir. Bu teknolojiler yeni

paketleme ve kaplama materyali kavramları dâhilinde biyoaktifleri birleştirmeyi amaçlamakta ve mikro- ve nanoenkapsülasyon, enzim enkapsülasyonu ve immobilizasyonu alanlarında uygulamaları bulunmaktadır.

### Literatür

- [1] Lopez-Rubio, A., Almenar, E., Hernandez-Munoz, P., Lagaron, J.M., Catala, R. and Gavara, R. (2004). Overview of Active Polymer-Based Packaging Technologies for Food Applications. *Food Reviews International*, Vol. 20, 357-387.
- [2] Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Parisi, O.I., Cirillo, G., Curcio, M., Iemma, F., Puoci, F., Vinci, G., Picci, N. (2010). New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food applications. *Food Control*, 21, 1425-1435.
- [3] Mauriello, G., De Luca, E., La Stora, A., Villani, F. and Ercolini D. (2005). Antimicrobial activity of a nisin-activated plastic film for food packaging. *Letters in Applied Microbiology*, 41, 464-469.
- [4] Vermeiren, L., Devlieghere, F. and Debevere, J. (2001). Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts. *Food Additives and Contaminants*, Vol. 19, 163-171.
- [5] Appendini, P., Hotchkiss, J.H., (2002). Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3, 113-126.
- [6] Lopez-Rubio, A., Gavara, R., Lagaron, J.M. (2006). Bioactive packaging : turning foods into healthier foods through biomaterials. *Trends in Food Science & Technology*, 17, 567-565.
- [7] Kothapalli, A., Morgan, M., Sadler, G. (2007). UV Polymerization-Based Surface Modification Technique for the Production of Bioactive Packaging. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 107, 1647-1654.
- [8] Steven, M.D. (2004). Non-migratory bioactive packaging: Covalent attachment of bioactive peptides to poly (ethylene) food packaging films. *A Dissertation Presented to the Faculty of the Graduate School of Cornell University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy*; 144 p.
- [9] Coma, V. (2007). Bioactive packaging Technologies for extended shelf life of meat- based products. *Meat Science*, 78, 90-103.
- [10] Iseppi, R., Pilati, F., Marini, M., Toselli, M., Niederhausern, S., Guerrieri, E., Messi, P., Sabia, C., Manicardi, G., Anacarso, I., Bondi, M. (2007). Anti-listerial activity of a polymeric film coated with hybrid coatings doped with Enterocin 416K1 for use as bioactive food packaging. *Internal Journal of Food Microbiology*, 123, 281-287.

- [11] Venugopal, V. Marine Products for Healthcare: Functional and Bioactive Nutreaceutical Compounds from the Ocean; Taylor&Francis Group, USA, 2009; 528 p.
- [12] Quintavalla, S., Vicini, L. (2002). *Antimicrobial food packaging in meat industry*. *Meat Science*, 62, 373-380.
- [13] Suppakul, P., Multz, J., Sonneveld, K., Bigger, S.W. (2003). Active Packaging Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Packaging and its Applications. *Journal of Food Science*, Vol. 68, Nr. 2.
- [14] Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Beuken, E.Z., Tobback, P. (2008). Active and intelligent food packaging : legal aspects and safety concerns. *Trends in Food Science&Technology*, 19, 103-112.
- [15] Scannell, A.G.M., Hill, C., Ross, R.P., Marx, S., Hartmeier, W., Arent, E.K. (2000). Development of bioactive food packaging materials using immobilised bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin. *Internatioanl Journal of Food Microbiology*, 60, 241-249.
- [16] Belalia, R., Grelier, S., Benaissa, M. and Coma, V. (2008). New Bioactive Biomaterials Based on Quaternized Chitosan. *J. Agric. Food Chem.*, 56, 1582-1588.
- [17] Lee, K.T. (2010). Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Science*, 86, 138-150.
- [18] Sebtı, I., Martial-Gros, A., Carnet-Pantiez, A., Grelier, S., Coma, V. (2005). Chitosan Polymer as Bioactive Coating and Film against *Aspergillus niger* Contamination. *Journal of Food Science Vol. 70, Nr. 2*.
- [19] Ahvenainen, R. Novel Food Packaging Techniques; Woodhead: Cambridge, England, 2003; 590 p.
- [20] Ribeiro, C.P., Passos, M.L. Innovation in Food Engineering : New Techniques and Products; Taylor&Francis Group, USA, 2010; 721 p.
- [21] Su Cha, D., Chinnan, M.S. (2004). Biopolymer-Based Antimicrobial Packaging: A Review. *Food Science and Nutrition*, 44, 223-237.
- [22] Sebtı, I., Ham-Pichavant, F., Coma, V. (2002). Edible Bioactive Fatty Acid-Cellulosic Derivative Composites Used In Food Packaging Applications. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 4290-4294.
- [23] Nollet, L.M.L., Toldra, F. Advanced Technologies for Meat Processing; Taylor&Francis Group, USA, 2006; 483 p.

## APPLICATION OF CO<sub>2</sub> ABSORBER AND EQUILIBRUM MODIFIED ATMOSPHERE FOR ENHANCING QUALITY OF STRAWBERRIES

### ÇİLEKLERİN KALİTESİNİN ARTTIRILMASINDA CO<sub>2</sub> TUTUCU VE DENGİ MODİFİYE ATMOSFER UYGULAMASININ KULLANILMASI

**Mehmet Seçkin ADAY, Fatih RAHVALI, Cengiz CANER**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Engineering - Architecture Faculty,  
Department of Food Engineering, 17100 Canakkale, Turkey  
[mseckinaday@comu.edu.tr](mailto:mseckinaday@comu.edu.tr); [ccaner@comu.edu.tr](mailto:ccaner@comu.edu.tr)

#### Özet

Dünyada taze gıdalara olan ilginin artması yüzünden, tazelik tüketiciler için satın almada önemli bir faktörü oluşturmaktadır. Isısal yöntemler tazeliğin sürdürülmesinde en yaygın ve etkili metot olmasına rağmen, bu metotlar mikroorganizmaları ve enzimleri inaktive etmekle birlikte, bu sırada yan etkileri (aroma ve tekstür bozulması, tazelik kayıpları) meydana getirmektedir. Isısal olmayan birçok yöntemler çileklerin kalitesinin ve tazeliğinin korunmasında alternatif yöntem olarak araştırılmaktadır.

Aktif ambalajlama; taze meyve ve sebzelerde kalitenin korunması ve gıda güvenliğinin sağlanmasında kullanılan çözüm yollarından birisidir. Bu yöntemin esasını; ürün ile ambalaj tepesi boşluğu veya ambalaj arasındaki kimyasal ve fiziksel etkileşimler oluşturmaktadır. Pasif ambalajlama; dış ve iç koşullara karşı inertken, aktif ambalajlama ise gıda korunmasında istenilen seviyeye ulaşmada aktif rol oynamaktadır. Aktif ambalajlama iki konsepti içermektedir; birincisi saket ve ped olarak ambalaj içine yerleştirilen sistemler, ikincisi ise ambalaj materyalinin doğrudan içine yedirilen aktif bileşenlerdir. Aktif ambalajlamanın içine giren bazı konu başlıkları; karbondioksit tutucular, oksijen tutucular, etilen tutucular, antimikrobiyal maddeler ve aroma salıcı/tutucular olarak tanımlanabilmektedir. Aktif ambalajlamada önemli olan nokta; ambalaj materyalinin özelliğiyle, gıdanın özelliğinin eşleştirilmesi ve bunun neticesinde gerekli olan aktif ambalajlama konseptinin oluşturularak raf ömrü optimizasyonunun sağlanmasıdır.

Taze meyve ve sebzeler solunumla birlikte ambalaj içinde modifiye edilmiş gaz koşullarını kendiliğinden oluşturmakla beraber, bunu yaparlarken gıdanın raf

ömrünü azaltan, olgunlaşmanın hızlıca ilerlemesini de sağlamaktadırlar. Uzun taşıma ve depolama koşullarında taze meyve ve sebzelerin solunum hızı yavaşlatılarak veya solunum sonucu ortaya çıkan karbondioksit miktarı azaltılarak, kalitenin korunması amaçlanmaktadır. Çünkü yüksek CO<sub>2</sub> seviyelerine maruz kalma gıdalarda fizyolojik bozulmalar, istenmeyen kokular ve çürümeye sebep olabilmektedir. Bununla beraber normal konsantrasyonlardaki CO<sub>2</sub>, solunumu azaltmakta ve meyve- sebzelerin bozulmasını önlemektedir. Aktif ambalajlamada CO<sub>2</sub> tutucu/sahici olarak, demiroksit/ kalsiyum hidroksit, kalsiyum oksit/aktif kömür, askorbat/ sodyum bikarbonat gibi kimyasallar kullanılmaktadır. CO<sub>2</sub> tutucu sakatler en fazla kahve ambalajlarında kullanılsa da, taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası kalitenin sürdürülmesinde de kullanılabilir.

Çalışmada tüm gruplar için depolama boyunca pH seviyelerinde istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). pH değerleri depolama sonunda kontrol grubunda 3.83 iken, uygulamalarda 3.70 ve 3.77 arasında değişmektedir. CO<sub>2</sub> tutucular kontrol grubuyla karşılaştırıldığında pH seviyesindeki değişimleri yavaşlatmıştır. Briks değerleri de depolama boyunca azalmıştır. Başlangıç değeri 10.34 iken depolama sonunda kontrol grubu 6.94'e diğer uygulamalar ise 8.35 ile 8.77 değerlerini almıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). CO<sub>2</sub> tutuculara göre karşılaştırıldığında da, kontrol grubu L ve a değerleri bakımından en düşük değerleri göstermiştir. L değeri kontrol grubunda 37.16 ile 28.29 değerleri arasında yer almış, CO<sub>2</sub> tutucular ise 34.83 ile 30.53 ve 30.26 değerleri arasında gözlenmiştir. Depolama sonunda a değerlerindeki azalma kontrol grubunda 6.44 iken, CO<sub>2</sub> tutucularda ise 2.55-3.62 arasındadır. Grupların a değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemlidir.

### Abstract

Freshness has a great importance to consumers for the perception of fresh fruits due to increasing demands in the world. Thermal methods are most common and effective methods for maintaining the freshness. Because they inactivate microorganisms and enzymes with undesired side effects degrading flavor, texture and fresh-like qualities. Many non-thermal and novel techniques have been investigated as alternatives to thermal treatment methods to preserve freshness and quality of fresh strawberries minimizing side effects.

Active packaging is one solution used for fresh fruits. It utilizes some physical and chemical interaction between package and product or headspace of the package. Active packaging consists of two types of system; first is sachet and pads inside packages and the second is active ingredients which are incorporated directly into packaging material.

One method of carbondioxide control and of atmosphere modification involves the use of carbondioxide absorbents. Carbondioxide absorbents can be

defined as 'a range of chemical compounds introduced into the MAP package (not the product) to alter the atmosphere within the package. This technology involves the use of sachets which can be placed alongside the food and actively modify the package headspace thereby extending product shelf-life.

A commonly used absorbent is type E which also contains  $\text{Ca(OH)}_2$  in addition to iron powder. Type E scavenges  $\text{CO}_2$  as well as  $\text{O}_2$ . It is generally used for ground coffee, where  $\text{CO}_2$  removal reduces the chance of the package bursting.

High level of  $\text{CO}_2$  exposure may cause the physiological disorders, off-flavors, and decay susceptibility for foods. However, in normal concentrations,  $\text{CO}_2$  reduce respiration rates and prevent deterioration of fruits and vegetables. Therefore,  $\text{CO}_2$  inhibition or absorber sachets can be used for maintaining postharvest quality.

The main objective of this research was to evaluate the potential effects of two types of  $\text{CO}_2$  absorber systems in preserving the quality parameters of strawberries. In combination with Equilibrium modified atmosphere (EMAP) packaging, they were compared against the control group during research.

Increase in pH level was observed throughout the storage time for all treatments significantly ( $p<0,05$ ). The levels remained at around 3.70 and 3.77 except for control which was 3.83 at the end of the storage.  $\text{CO}_2$  absorbers slowed the changes of pH levels when compared to control significantly ( $p<0,05$ ). Brix values decreased throughout the storage. Initial value was 10.34. At the end of storage, the control group decreased to 6.94, while other treatment groups ranged between 8.35 and 8.77. Compared to the  $\text{CO}_2$  absorbers groups, L and a values of the control group had the lowest value during storage. L values ranged from 37.16 to 28.29 for control, and 34.83 to 30.53 and 30.26 for second and third group of  $\text{CO}_2$  absorbers, respectively. At the end of the storage,  $\text{CO}_2$  absorber groups caused a value reduction between 2.55 and 3.62 but control group caused the reduction of 6.44. A statistically significant difference was found among this groups.

The results from this study showed that EMAP treatment with  $\text{CO}_2$  absorber sachets had a beneficial effect on the quality of fresh strawberry and could be used commercially.

## Giriş

Artan nüfusun besin maddesi ihtiyacının karşılanmasında birim başına üretimin artırılması yanında, ürünlerin raf ömrünün arttırılması, kalitenin daha uzun süre korunması ve kayıpların en aza indirilmesi gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerde taze meyve ve sebzelerde; üretimden (bahçe-tarladan) tüketiciye kadar olan zincirde toplam hasar (kayıp) oranı % 10'dan az iken; gelişmekte olan ülkelerde ürün kayıpları % 25'den aşağı değildir. Ülkemizdeki kayıp ve hasarlara ilişkin rakamsal bilgilere ulaşılamamış olsa da, bu oran gelişmiş ülkeler seviyesinden yüksektir.

Bundan dolayı çileklerde ek muhafaza ve koruma tedbirlerinin geliştirilmesi, ürün kayıplarının azaltılması ve üstün kalite özelliklerinin daha uzun süre muhafazası gerekmektedir. Modern zirai tekniklere uyulması, ön soğutma, uygun sevkiyat ve ambalajlama; kalitenin muhafazasına önemli katkı sağlayacaktır. Bunun yanında, tüketiciye cazip gelecek, yüksek besleyicilik değerine sahip kalitesi muhafaza edilmiş gıdaların geliştirilmesi gıda endüstrisinin önemli bir görevi olmuştur [1, 2].

Üzümsü meyveler içerisinde en önemli yeri tutan çilek (*Fragaria* sp.); lezzeti, vitamin ve mineral madde kapsamı ile beğenilerek tüketilen bir üründür. Türkiye çilek üretiminin % 47.54'ünü Marmara, %30.39'unu Akdeniz, %13.71'ini Ege Bölgesi karşılamaktadır. Dünya çilek üretimi 2003 verilerine göre 3.198.689 ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin büyük bir bölümünü karşılayan ABD, 944.740 ton ile dünya sıralamasında birinci sırada yer almaktadır. Türkiye'nin 150.000 tonluk üretimi ile dünya üretimdeki payı %5'dir. Türkiye çilek üretiminde Avrupa Birliği ülkesi olan İspanya ve İtalya'dan sonra önemli bir yere sahiptir [3].

Değerli bir besin maddesi olan taze çilek; yüksek su oranına sahip olması nedeniyle, hasat sonrası hızla bozulmaktadır. Meyve etinin yumuşak oluşu nedeniyle raf ömrü çok kısa olup, taze olarak ihracatında ciddi sorun yaşamaktadır. Taze çileklerde çürümeyi en düşük düzeyde tutmanın en iyi yolu meyvelerin, mümkün olduğu kadar, çok hızlı bir şekilde soğuk bir ortama alınmasının sağlanmasıdır. Olgun meyvelerin bozulması, hızlı metabolik faaliyetleri, çürüme gelişimini ve içsel bozulmayı sağlayan yüksek düzeydeki meyve sıcaklığı ile ilişkilidir. Bununla birlikte depo ömrü hasat öncesi ve hasat sonrası işlemeyle de önemli düzeyde ilişkilidir [4].

Çileklerde soğuk hava depoları kullanılarak gerçekleştirilmek istenen uzun raf ömrü, son yıllarda minimum işleme-koruma teknolojileriyle beraber kullanılmaktadır. Minimum işleme-koruma teknolojileri, "doğala yakın" yüksek kaliteli ürünleri minimum işleme yöntemiyle sağlayan modern tekniklerdir. Gıda muhafazası ve raf ömrünün artırılması üzerine son yıllarda alternatif sistemlerin uygulanmasında önemli mesafeler alınmıştır ve alınmaktadır. Bunlardan yüksek basınç, ozonlama, hidrojen peroksit, klorindioksit, yeni gaz kombinasyonları, aktif ambalajlama gibi tekniklerin gıdalara uygulanması alanında giderek artan bir ilgi vardır [4].

Gıdanın kalitesi ve raf ömrünü artırmak için daha üstün özellikte ambalajlama metodları ve teknikleri geliştirilmekte; bunların kullanımları da yaygınlaşmaktadır. Bu tekniklerden bir tanesi olan aktif ambalajlama; gıda ile ambalaj materyali veya gıda ile ambalaj atmosferi arasındaki etkileşime dayanarak yüksek kaliteli ve güvenli gıdaların tüketiciye ulaştırılması esasına dayanır. Aktif ambalajlama ile gıdanın fizyolojik (solunum, terleme), kimyasal (oksidasyon), fiziksel (nem kaybı) ve mikrobiyolojik durumu (bozulma) kontrol altına alınmaktadır. Aktif ambalajlama ile gıdaları çevreleyen atmosfer koşulları modifiye edilerek mikroorganizma geçişi geciktirilir yada tamamıyla önlenir. Bu bileşenler ambalaja



eklendiğinde, ambalajın yapısını, fonksiyonunu ve özelliklerini değiştirir. Bu bileşenlerin amaçları herhangi bir koruyucu kullanılmaksızın, atmosfer gazları ve rutubet kontrolüyle, ürünün raf ömrünü uzatmaktır. Oksijen tutucular, nem tutucular, antimikrobiyal ajanlar, antioksidantlar ve aroma tutucular yaygın olarak kullanılan aktif ambalajlama bileşenleridir [5].

Bu çalışmanın amacı, çileklerdeki kalitenin sürdürülmesinde kullanılan iki çeşit CO<sub>2</sub> tutucunun potansiyel etkilerini incelemektir. Bu yöntem denge modifiye atmosfer ambalajlama ile beraber kullanılarak, kontrol grubuyla karşılaştırma yapılmıştır.

### Materyal

**Çilek:** Taze çilekler Kepez- Çanakkale’de bulunan ve temini konusunda uzlaşmaya varılmış üretici firmadan günlük taze olarak tarladan toplanmış, yara ve bereliler ayıklanmış daha sonra bölüm laboratuvarına hızla taşınarak, ambalajlanmıştır.

**CO<sub>2</sub> Tutucular:** CO<sub>2</sub>-A ve CO<sub>2</sub>-B olarak EMCO Packaging Systems (UK) firmasından temin edilmiştir.

**Ambalajlama:** 200 g çilek aşağıdaki koşullarda Polilaktikasit (PLA) ambalajlarda HUHTAMAKİ (İstanbul) paketlenmiştir.

- 1) EMAP (%21 O<sub>2</sub> + % 0,03 CO<sub>2</sub>) (KONTROL)
- 2) EMAP (%21 O<sub>2</sub> + % 0,03 CO<sub>2</sub>) + CO<sub>2</sub>-A sakat
- 3) EMAP (%21 O<sub>2</sub> + % 0,03 CO<sub>2</sub>) + CO<sub>2</sub>-B sakat

Tüm analizler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Depolama boyunca, pH, suda çözünür kuru madde, renk (L ve a değeri) analizleri gerçekleştirilmiştir.

### Metot

**pH Tayini:** Aynı gruptan rastgele seçilen 3-4 tane çilek blenderden geçirilmiş ve tülbentten sıkılarak beher içerisine konulmuştur. Çileğin suyuna pH probu (Sartorius PP-50, Goettingen, Germany) batırılarak analizler gerçekleştirilmiştir [6, 7].

**Suda Çözünebilir Kuru Madde Tayini:** Aynı gruptan rastgele seçilen 3-4 tane çilek blenderden parçalanmış ve tülbentten geçirilerek beher içerisine konulmuştur. Beherden 1 ml alınarak refraktometreye (Model PR1, Atago, Tokyo, Japan) konularak ölçüm yapılmıştır [7].

**Renk:** Dış görünüşündeki değişimin göstergesi olan ve müşteri beğenilirliğinde önemli rol oynayan meyve dış meyve eti rengi, Minolta Chroma Meter model CR-

400 (Minolta. Co. Ltd., Japan) kullanılarak [6, 7] depolama sonunda belirlenmiştir. Sonuçlardan L (beyazlık, parlaklık/siyahlık) –a (kırmızılık/yeşillik)- b (sarılık/mavilik) değerleri elde edilerek, farklı uygulamaların etkileri görülmüştür.

**İstatistik Analizler:** Araştırma sonunda tespit edilen kalite kriterlerine, sakat uygulamalarının günlere göre etkinliklerinin araştırılmasında varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Hesaplamalar, SAS (2003) istatistiksel paket programlarından yararlanılarak yapılmıştır.

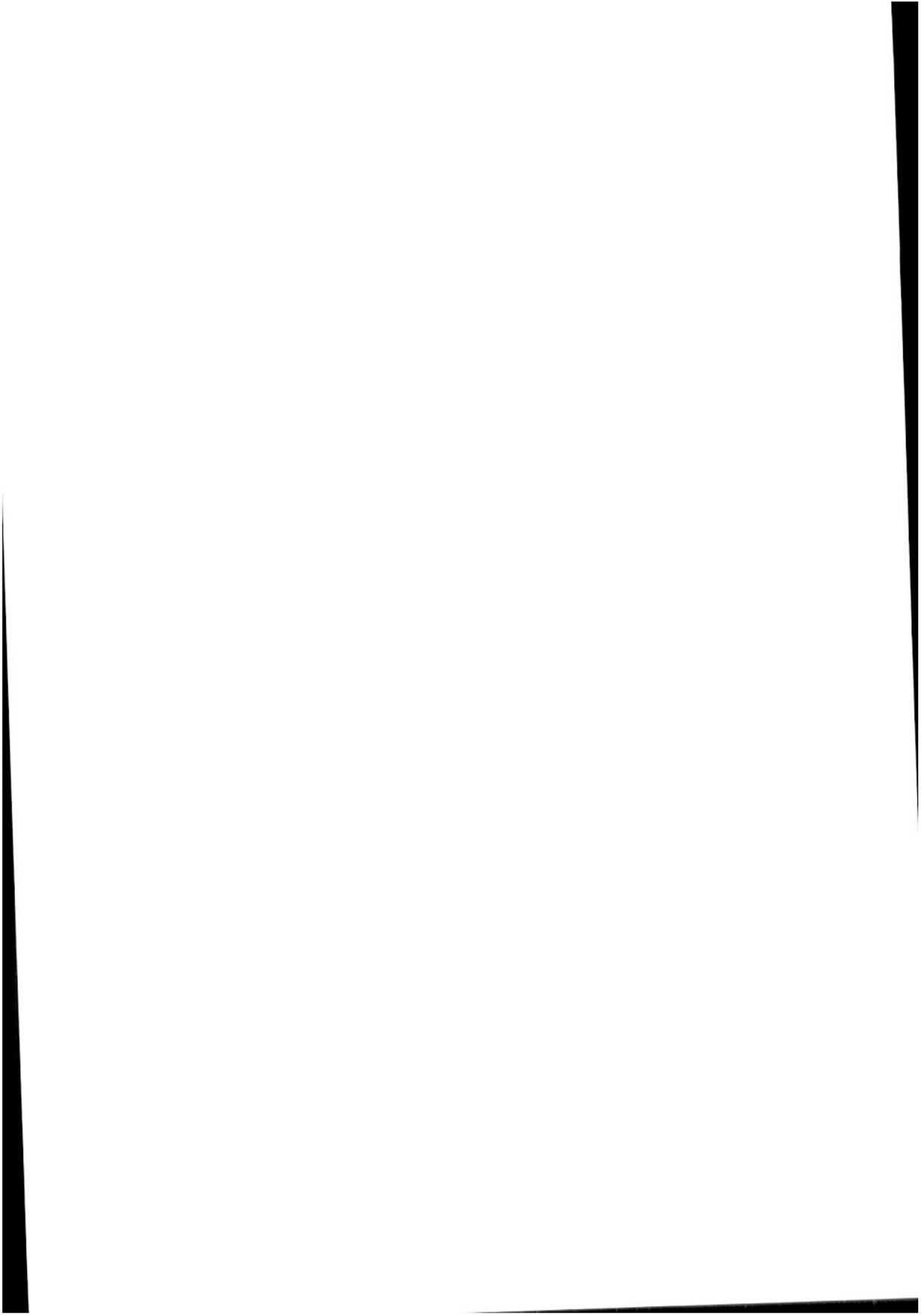
### **Bulgular ve Sonuç**

Tüm gruplar için depolama boyunca pH seviyelerinde istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). pH değerleri depolama sonunda kontrol grubunda 3.83 iken, uygulamalarda 3.70 ve 3.77 arasında değişmektedir. CO<sub>2</sub> tutucular kontrol grubuyla karşılaştırıldığında pH seviyesindeki değişimleri yavaşlatmıştır. Briks değerleri de depolama boyunca azalmıştır. Başlangıç değeri 10.34 iken depolama sonunda kontrol grubu 6.94'e diğer uygulamalar ise 8.35 ile 8.77 değerlerini almıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). CO<sub>2</sub> tutuculara göre karşılaştırıldığında da, kontrol grubu L ve a değerleri bakımından en düşük değerleri göstermiştir. L değeri kontrol grubunda 37.16 ile 28.29 değerleri arasında yer almış, CO<sub>2</sub> tutucular ise 34.83 ile 30.53 ve 30.26 değerleri arasında gözlenmiştir. Depolama sonunda a değerlerindeki azalma kontrol grubunda 6.44 iken, CO<sub>2</sub> tutucularda ise 2.55-3.62 arasındadır. Grupların a değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemlidir.

Çalışma sonuçlarına göre EMAP uygulaması CO<sub>2</sub> tutucularla birlikte kullanıldığında çileklerinin kalitesinin korunmasında yararlı etkiler göstermiştir ve ticari olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

### Literatür

1. Kader A., Rolle, R. 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Rome.
2. Anonim.2005.<http://ekutup.dpt.gov.tr/bitkiure/meyve/oik657.pdf>. Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu Meyvecilik Alt Komisyon Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Dpt: 2649 - Öik: 657.
3. Anonim 2008. <http://Www.Aeri.Org.Tr/Pdf/Bks/7-12.Pdf>.
4. Kader A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. *Food Technology*. 40(6), 99.
5. Caner C., Aday M.S. 2010. Active Packaging And Chlorine Dioxide " For Extending Shelf Life Of Fresh Strawberries, *Packag Technol Sci* (Press).
6. Serrano M., Martínez-Romero D., Castillo S., Guillén F., Valero D., The Use Of Natural Antifungal Compounds Improves The Beneficial Effect Of Map In Sweet Cherry Storage, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6 (1), 115-123, (2005).
7. Caner C, Aday M.S., Demir M. 2008. Extending The Quality Of Fresh Strawberries By equilibrium Modified Atmosphere Packaging. *European Food Research And Technology*. 227(6), 1575-1583.



## BİYOBOZUNUR AMBALAJLAMA VE SU ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI

**Berna KILINÇ<sup>\*1</sup>, Gök Nur SÜRENGİL<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ege University Fisheries Faculty Fish Processing Technology Department,  
35100, Bornova İzmir, TURKEY

Corresponding author: [berna.kilinc@ege.edu.tr](mailto:berna.kilinc@ege.edu.tr)

### Özet

Paketleme işlemi, pazarlama ve tüketiciyi bilgilendirme amaçlarının dışında tüketilecek gıdalarla dış ortam arasında bir bariyer görevi görür, bu sayede de hijyen sağlanmış olur. Özellikle okside olmaya ve mikrobiyal yollarla bozunmaya elverişli ürünlerde raf ömrünü uzatır. Paketleme işleminde sıklıkla kullanılan materyaller kağıt, elyaf, plastik, cam, çelik ve alüminyumdur. Diğer materyallere göre daha hafif ve daha dayanıklı bir yapıya sahip olmasından kaynaklı en sık kullanılan paketleme materyali petrol ürünü sentetik plastiklerdir. Ancak bu plastiklerle üretilmiş paketler, doğada biyolojik yollarla bozunmayan atık miktarını arttırmak suretiyle küresel çapta çok ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadırlar [1]. Ayrıca güvenlik ve çevresel sorunlara ek olarak bu plastiklerin geri dönüşümü teknik olarak zor ve ekonomik değildir [2]. Bu yüzden, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen yenilebilir biyopolimerler kullanılarak üretilen yeni biyobozunur filmler, bu plastik atıklarının çevre üzerindeki yıkımını azaltmada çok önemli bir faktör haline gelebilirler [4]. Geçtiğimiz on yılda, biyopolimer tabanlı yenilebilir filmler ve biyobozunur filmlere ilgi gitgide artmıştır. Biyopolimerlerin sentetik polimerlere karşı en büyük üstünlüğü biyobozunur olmalarıdır. Üstelik biyopolimerler, petrokimyasal stoklara bağıllığı ve çevreye karşı olumsuz etkileri azaltabilirler. Polisakkaridler ve proteinler gibi biyopolimerler, biyobozunur ve/veya yenilebilir yenilebilir yiyecek paketleme materyalleri olarak hali hazırda kullanılmaktadırlar [5,6]. Bu derlemenin amacı; biyobozunur ambalajlar, bu ambalajların üretimi, faydaları, avantajları ile balık ve su ürünlerinde uygulanan biyobozunur ambalajlar hakkında bilgi vermektir.

## Abstract

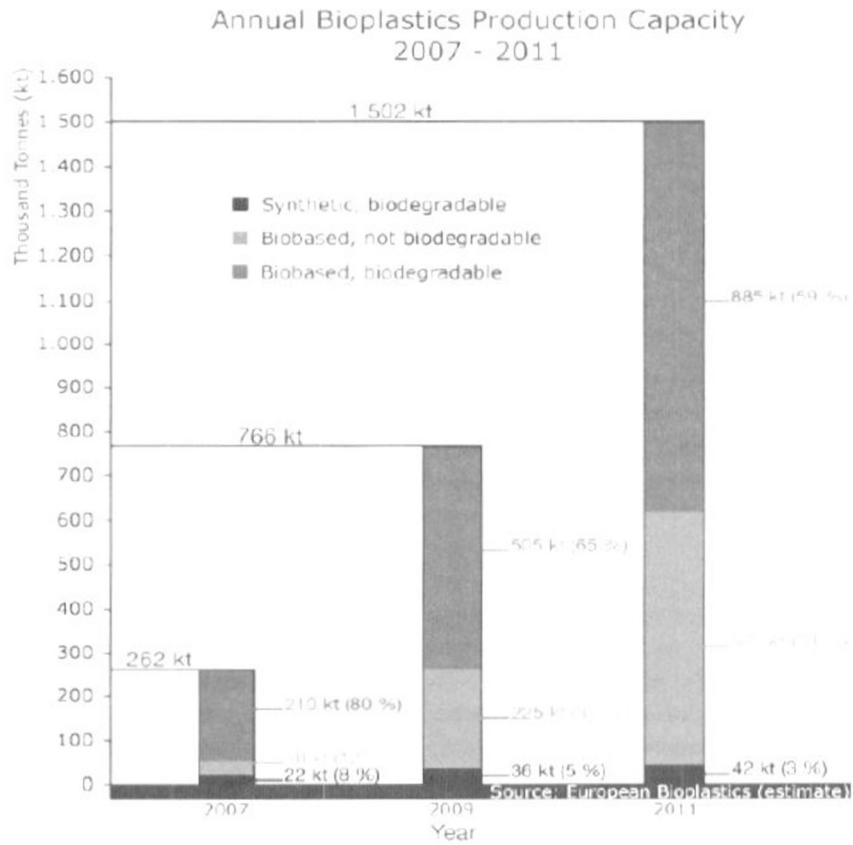
# BIODEGRADABLE PACKAGINGS: AN ALTERNATIVE WAY FOR FISH AND FISHERY PRODUCTS

Besides serving marketing and consumer information purposes, packaging places a physical barrier between food products and the outside environment, thereby ensuring hygiene and extending the lifetimes of perishable items, especially those susceptible to oxidative and microbiological deterioration. The most common materials used for packaging are paper, fibreboard, plastic, glass, steel, and aluminium. Oil-derived synthetic plastics are commonly used, because they afford various advantages over other packaging materials in terms of sturdiness and low weight. However, they pose a serious global environmental problem by generating large volumes of non-biodegradable waste [1]. Moreover, in addition to safety and environmental issues, recycling of plastics is complicated for technical and economic reasons [2]. Thus, new biodegradable films made from edible biopolymers from renewable sources could become an important factor in reducing the environmental impact of plastic waste [3]. During the last decade, there has been an increasing interest in edible or biodegradable films based on biopolymers. The main advantage of biopolymers over synthetic polymers is their biodegradability. Moreover, the biopolymers can reduce the reliance on petrochemical stocks and reduce environmental impact. Biopolymers such as polysaccharides and proteins have been used for the manufacture of biodegradable and/or edible food packaging materials [4,5]. The purpose of this review is to provide information about biodegradable packages, their production, benefits, advantages and applications of biodegradable packagings for fish and fishery products.

## Giriş

Günümüzde dünyada ortalama yıllık 200 milyon ton plastik madde üretilmektedir. Bu maddelerin de 12 milyon tonunu ambalaj malzemeleri oluşturmaktadır [6]. Güvenilir, dayanıklı ve ekonomik olan bu plastik ambalajlar, meyve ve sebzeler başta olmak üzere hemen hemen bütün gıda ürünlerinde kullanılmaktadır. Ancak, çevreye verdiği zarar nedeniyle Avrupa'da plastiğin diğer alternatif materyallerle yer değiştirmesi durumunda, atık paket ağırlığının %400, hacminin %250 ve paketleme fiyatının %200 artacağı hesaplanmıştır [7]. Bu yüzden plastiğe alternatif, etkili ve ucuz materyal arayışı devam etmektedir [8]. Burada üretilen çözümler, yeni ve miktarı artırılabilen hammaddelerin geliştirilmesi (yenilebilir-biyobozunur kaynaklar), üretim aşamasındaki sera gazı salınımını azaltması ve plastik atıklardan kaynaklanan çevre problemlerinin

çözümüdür. Plastik atık kaynaklı çevre kirliliği çözümü olarak; yakarak yok etme, geri dönüşüm uygulama ve ya biyolojik olarak parçalanabilen plastikleri üretip kullanmaktır [9]. Buna çözüm olarakta yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyoplastik malzemeler, enerji tüketimine bağlı çevresel zararlı etkileri azaltacak şekilde geliştirilmektedirler [10]. Ayrıca günümüzde yaygın olarak kullanılan polietilen, polipropilen, polistiren v.b. gibi kullanmaya alıştığımız plastik malzemeler petrol türevleridir ve üretimleri petrole bağımlılık yaratmaktadır. Avrupa Birliği kriterlerine göre de kullanılan ambalaj malzemelerinin geri dönüşümlü veya biyobozunur olma zorunluluğu getirilmiştir. Bu kurallar çok yakında ülkemizde de zorunlu hale gelecektir [11].



Şekil’de. Yıllık biyoplastikler üretim kapasitesi [12].

Biyoplastik malzemeler kullanım açısından geleneksel plastiklerle aynı başarıda, geri dönüştürülebilmektedir. Son zamanlarda biyoplastikler ve yenilebilir özellikte olan nişasta bazlı plastikler (polilaktik asit gibi), biyobozunurluğun gerekli

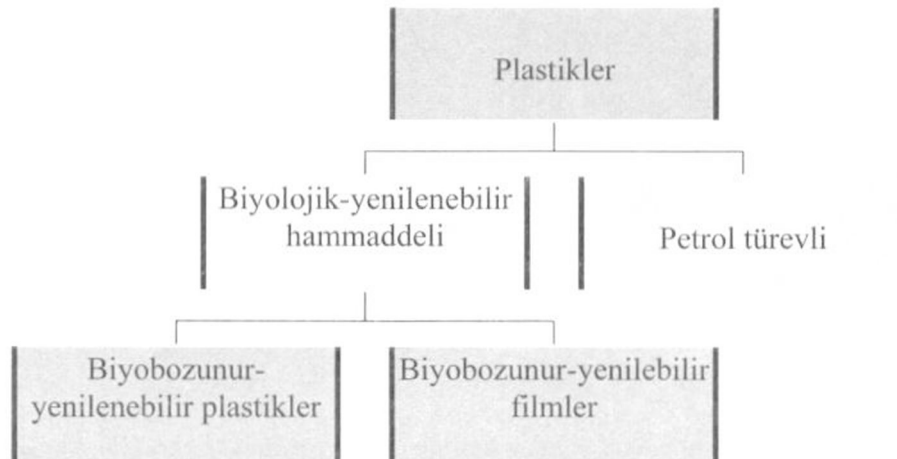


olduğu hazır servis ürünleri, paketleme, tarım ve hijyen ürünlerinin paketlenmesi gibi alanlarda kullanılabilmektedirler [13].

### **Biyobozunur Ambalaj**

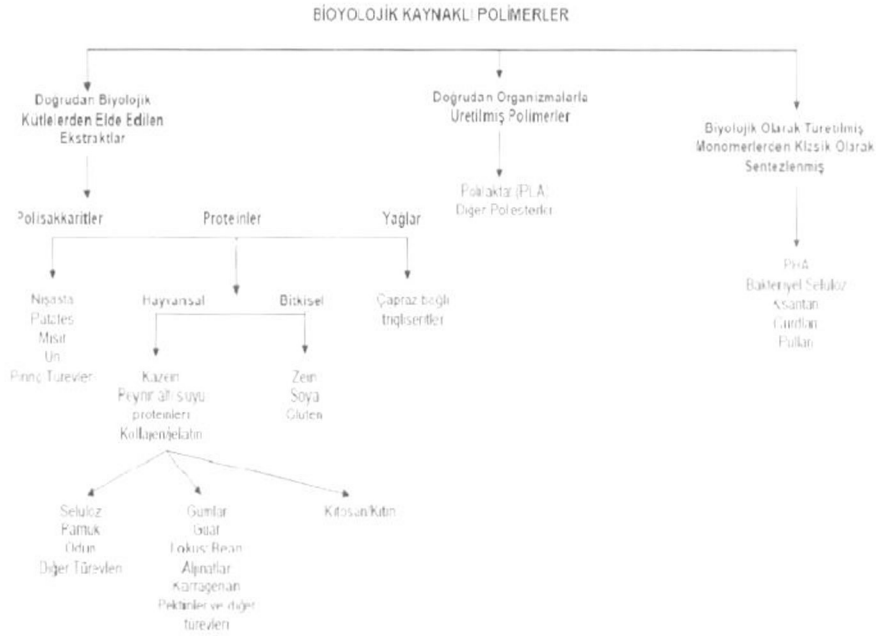
Gıdanın raf ömrünü arttırmak ve çevre kirliliğini en aza indirmek için yapılan çalışmalarda ancak nanoteknoloji ile somut sonuçlara ulaşılabilmektedir. Bu sayede çalışılan nanokompozit malzemeler; polimer matriks içerisinde dağıtılan inorganik dolgu maddesinin nano boyutta olduğu doğal polimerik malzemeler elde edilerek, mekaniksel ve bariyer özellikleri geliştirilebilmektedir [6]. Biyobozunur yani doğada bozulan plastikler ise; nişasta, selüloz, protein gibi doğal polimerlerden üretilmektedir. Bozunabildikleri için çevreye az zarar vererek atık sorununu azaltarak tercih sebebi olması yanı sıra bariyer ve mekanik özellikleri diğer plastiklere göre daha zayıf olduğu belirlenmiştir. Yani nano parçacıkların biyobozunur plastiklere entegre edilmesiyle geliştirilmektedir [14].

Sentetik plastiklerin hammadde kaynaklarının sınırlı olması ve çevreye vermiş olduğu zarardan dolayı sektörün önemli sorunları haline gelmiştir. Bunun için yenilebilir kaynaklardan, ekolojik yönden yararlı, biyolojik olarak parçalanabilen, zehirli ve zararlı bileşenler içermeyen polimerik malzemelerin geliştirilmesi ve kullanımı önemli olmaktadır. Bu bakımdan biyobozunur polimerler elde edildikleri kaynağa göre biyolojik-yenilenebilir hammaddeler ve petrol türevli hammaddelerden elde edilen polimerler olarak 2 ye ayrılırlar [9]. Biyopolimer malzemelerden elde edilen bu biyobozunur ürünler ise biyobozunur-yenilenebilir plastikler ve biyobozunur-yenilenebilir filmler olarak ayırmak mümkündür.



Doğal kaynaklardan üretilen biyopolimer kaynaklı ambalajlama, ham madde olarak tarımsal ve su ürünleri orijinli ham maddelerin kullanıldığı ambalajlama

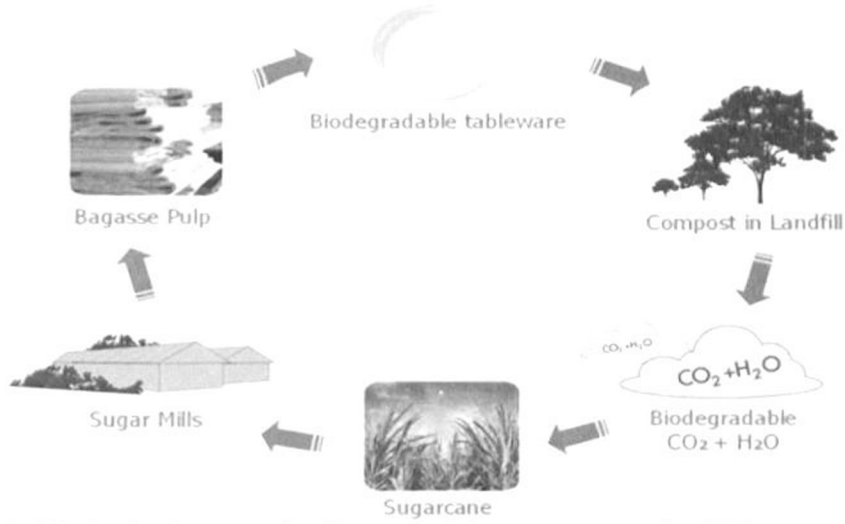
olarak tanımlanmaktadır. Gıda ambalaj materyali üretiminde önem taşıyan biyopolimerler üç grup altında toplanabilir [15]. Bu biyobozunur ambalaj materyalleri; polisakkaritler ve proteinler gibi yıllık olarak yenilenebilir doğal biyopolimerler kullanılarak elde edilebilmektedir. Biyopolimer bazlı ambalajlama materyalleri gıda kalitesinin geliştirilmesi ve ürünlerdeki mikrobiyal gelişmeyi minimize ederek raf ömrünün uzatılması gibi bazı faydalı özelliklere sahiptir [6].



Şekil'de. Biyolojik kaynaklı polimerler [16]

Bu polimerlerin biyolojik bozunması ise polimerin doğasına ve çevre koşullarına bağlı olarak iki temel yöntemle gerçekleşir. Bu yöntemlerden ilki hidro-biyobozunma (su ile biyobozunmayla biyolojik olarak parçalanabilen doğal ürünler); canlı veya cansız hidroliz mekanizmalarıyla gerçekleşir. Biyobozunma aşamasında nişasta, selüloz ve polilaktik asit ile poli(hidroksialkonatlar) gibi ürünlerin yer aldığı aşamadır. İkinci mekanizma ise biyobozunma evresinde ise daha yumuşak ve erime akış indeksi düşük ürünlerin bozunduğu havalı ortamdaki biyobozunma (okso-biyobozunma) dır. Biyobozunma uygun koruyucuların (antioksidanlar) doğru kullanımıyla kontrol altında tutulabilir [13].

### Fully Renewable Concept



Şekil’de Biyobozunur plastik ürünlerin bozunma aşamaları [17].

Biyobozunur yenilebilir filmler, gıda yüzeyine uygulanan yenilebilir nitelikteki polimerlerden üretilen ince film tabakaları olarak tanımlanır [15]. Bu biyopolimer filmler; nem göçünü ve uçucu bileşenlerin kaybını yavaşlatmakta, solunum oranını azaltmakta ve tekstürel özelliklerdeki değişiklikleri geciktirmektedir [18]. Yenilebilir film kaplamaların ortaya çıkmasındaki en önemli etken doğal koruyucular, kimyasal ve fiziksel olarak gıdanın yapısını etkilemeden yine doğal kaynaklı maddeler (örn: biopolimerler) ile gıdaların korunmasının ve raf ömrünün uzatılmasının amaçlanmasıdır [19]. Yenilebilir filmler yaygın şekilde çalışılıp uygulanmasına rağmen, şimdiye kadar sadece birkaç araştırma çalışması bu materyallerin fiziksel özelliklerini geliştirmek için nanopartiküllerle birleşiminin olasılığını içermektedir [18]. En fazla çalışma ve denemeler bu konu hakkında olduğundan su ürünleri üzerine çalışmalar bu yönde ele alınacaktır.

#### Biyobozunur Ambalajların Su Ürünlerinde Kullanımı

Et ve et ürünlerinde yenilebilir biyopolimer film ve kaplamalar oldukça ilgi görmektedir ve bunların biyobozunurluk ve yenilebilirlik özelliklerinin yanında oksidatif ve fiziksel strese karşı da iyi bir bariyer olmaları tercih edilme sebepleri arasında sayılmaktadır [20].

İnorganik nano dolgunun yenilebilir filmler üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır. Bu etkiler; asitlerin, şekerlerin, tekstürün ve rengin tutulmasının geliştirilmesi, nakliyat ve depolama güvenliği sağlanması, görünüşün geliştirilmesi ve bozulmanın geciktirilmesini sağladığı belirtilmiştir [14].

| BİYOPOLİMER                      | ANTİMİKROBİYEL<br>MADDE                   | GIDA                                    |
|----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| PASP (peynir altı suyu proteini) | p- Aminobenzoik asit, Sorbik Asit         | Bologna tipi sosis, Yarı fermente sosis |
| Metil Selüloz                    | Kitosan                                   | Kavun                                   |
| Kitosan                          | Asetik asit, Propiyonik asit              | Bologna tipi sosis, Jambon, Pastırma    |
| Kitosan                          | Lizozim                                   | Mozzarella Peyniri                      |
| Selüloz                          | Natamisin, Nisin                          | Mozzarella Peyniri                      |
| x-Karrajenan                     | Ovotransferrin, EDTA, Sorbik Asit         | Tavuk göğüs eti                         |
| <b>Jelatin</b>                   | <b>Mercan köşkü özütü, Biberiye özütü</b> | <b>Sardalya</b>                         |
| Kandela Mumu                     | Elajik Asit                               | Avokado                                 |
| Metilselüloz                     | Zeytin yaprağı özütü                      | Kaşar Peyniri                           |
| Aljinat                          | Tarçın, Karanfil, Limon otu yağı          | Elma                                    |
| <b>Alginatlar</b>                | <b>Glukoz Oksidaz</b>                     | <b>Balık</b>                            |

Tablo 3. Antimikrobiyal yenilebilir film ve gıdalarda uygulamaları [21]

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere kullanılan biyolimerlerin su ürünlerindeki kullanımları;

Kitosan: Deniz kabuklularının kitin tabakasından deasetilasyon yoluyla elde edilir ve selülozdan sonra doğada en fazla bulunan ikinci doğal biyopolimerdir [22].

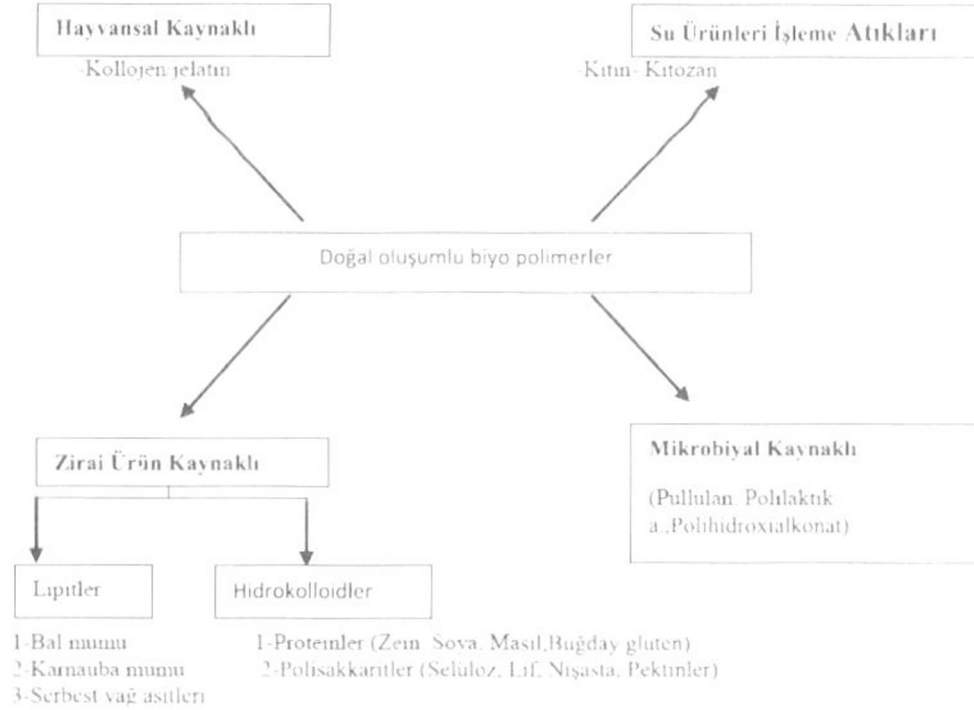
Jelatin ve kollajen: Aynı molekülün farklı formlarıdır. Balık derisinin yanı sıra, kemik ve yüzgeçlerinin işleme atıklarından da kollajenin ve jelatinin izolasyonu gerçekleştirilebilmektedir [23].

Karragenan; Kırmızı deniz yosunlarından (İrlanda yosunu olarak da adlandırılır) elde edilen bir kıvam artırıcıdır [24]. Tavuk ürünleri ve balıkların raf ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır [25].

Alginat; Bu tür filmler özellikle et, kanatlı ve su ürünlerinde başarıyla kullanılmaktadır [26].

Su ürünlerinin muhafazasında yenilebilir film ve kaplamaların yaygın şekilde kullanıldığı görülmektedir. Balık filetolarının kollajen filmiyle, dumanlanmış sardalyaların organik asit, kitosan ve jelatin bazlı filmlerle, dondurulmuş somon filetolarının asetilenmiş monogliserid, kazeinat ve kesilmiş sütün suyu protein izolatıyla kombine kaplamalarla, alabalık filetolarının gluten, ksantan gum, buğday-mısır unu kaplamalarıyla, dumanlanmış somonların lizozim ve peynir altı suyundaki proteinlerden elde edilen filmlerle, Pink salmon filetolarının Arrowtooth flounder proteini filmi ve yumurta albumini, kitosan, somon proteini, soya proteini gibi farklı kaplamalarla kaplanması doğal protein bazlı yenilebilir filmler için en iyi uygulama örnekleridir [18].

Biyo- için en uygun atık; kaynaklarından biride kabuklu su ürünleri atıklarıdır. Bu atıkların kitin paket -kitosan bileşenleri değerlendirilerek Biyo-Paket yapımında kullanılabilmektedir [27].



Şekil 11. Doğal oluşumlu biyopolimerlerin kaynakları [27]

### Tartışma –Sonuç

Plastik hammateryal kullanılarak yapılan ürünler toksik olup, çevreye ve insan sağlığına oldukça zararlıdır. Bu nedenle bu materyallerin kullanımı yerine insan sağlığına ve çevreye zararlı olmayan ve biyobozunur özellikteki materyallerin kullanılması gerekmektedir. Bu biyobozunur nitelikteki maddelerden yapılan ambalaj materyalleri gıdaların özellikle de çabuk bozulan balık ve su ürünleri için oldukça uygundur. Biyobozunur nitelikteki biyopolimerlerden yapılan ambalaj materyallerinde depolamaya alınan balık ve su ürünleri raf ömrünü doldurduktan kısa bir süre sonra bozulacaktır. Bu nedenle biyopolimer özellikteki ambalaj materyallerinin ticari olarak kullanımına bir an önce geçilmelidir. Ayrıca çabuk bozulan balık ve su ürünleri biyobozunur tabaklar içerisinde ambalajlanarak depolanmalı ve plastik ambalaj materyalleri ile karşılaştırmalı olarak depolama çalışmaları yapılmalıdır. Plastik özellikteki ambalajlarda depolanan ürünlerin depolama esnasında ambalaj materyalinden ürünlere geçen toksik kalıntı miktarları belirlenmeli ve biyobozunur ambalaj materyallerinin önemi ortaya konulmalıdır.

Biyobozunur özellikteki plastik ambalajların yanısıra doğal biyobozunur filmler balık ve su ürünlerinde kalitenin daha uzun korunumu için kullanılmalıdır. Doğal biyobozunur filmler adı üstünde doğal olmaları, antimikrobiyal özelliklere sahip olabilmeleri, sağlık açısından herhangi bir risk oluşturmadıklarından dolayı balık ve su ürünleri için oldukça idealdir. Balık ve su ürünleri bu doğal biyobozunur filmlerle daldırılmak suretiyle veya püskürtme yöntemi ile kaplanarak raf ömürleri uzatılabilir. Ayrıca balık ve su ürünlerini doğal biyobozunur filmlerle kaplama ticari anlamda ürün kayıplarını azaltacak, ürünlerin raf ömünü arttırarak, görünüş, doku, koku gibi duyuşal özelliklerini de olumlu yönde etkileyecektir. Doğal biyobozunur filmler ile su ürünlerini kaplama ürünlerin tercih edilebilirliğini arttırarak daha uzun süre taze olarak kalmasını sağlayacaktır. Gerek biyobozunur özellikteki ambalajlar gerekse ürünlerin raf ömrünün arttırılmasında kullanılan biyobozunur filmler doğal oldukları için önümüzdeki yıllarda mutlaka tamamen kullanım alanı bulacaktır.

#### Literatürler

1. Kirwan, M.J., Strawbridge, J.W., 2003. Plastics in food packaging, Food Packaging Technology, pp. 174–240.
2. Aguado, J., Serrano, D., 1999. Feedstock Recycling of Plastic Wastes. Royal Society of Chemistry, Clean Technology Monographs. Cambridge, UK.
3. Tharanathan, R. N., 2003. Biodegradable Films And Composite Coatings: Past, Present And Future Trends, Food Science & Technology, 14, 71–78.
4. Baldwin, E. A., 1994. Edible Coatings For Fresh Fruits And Vegetables: Pats, Present And Future, Technomic Publishing Company Inc., Lancaster, 25-64p.
5. Gennadios, A., Hana, M. A., Kurth, L. B., 1997. Application Of Edible Coatings On Meats, Poultry And Seafoods: A Review, Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie, 30: 337-350.
6. Rhim, J. W., Ng P. K. W., 2007. Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films For Packaging Applications, Critical Reviews In Food Science And Nutrition, 47(4): 411-433.
7. Ben-Yehoshua, S., Kim, J.J., Shapiro, B., 1989. Elicitation Of Resistance To The Development Of Decay In Sealed Citrus Fruit By Curing, Acta Hort. 258, Pp. 623–630.
8. Krochta, J. M., Mulder-Johnston, C.D., 1997. Edible And Biodegradable Polymer Films. Challenges And Opportunities. Food Technol., Vol.51, No.2; 61-74.
9. Oral A., Özdemir, E., 2009. Biyobozunur polimerik ambalaj hammaddeleri, ambalaj 2009 sempozyumu, 409-417.
10. Anastas, P. T. Warner, J. C. “Green Chemistry: Theory and Practice”, Oxford University Press, Oxford, (1998).

11. Mehlika, B., Koçer, H., Demirel, S., Hazer, B., 2002. Karbon Kaynaklarından Biyobozunur Polyester Üretimi, Tübitak Proje, No: 5994403.
12. Krozo, 2009. Doğada bozunur ambalajlar, [http://safetechnopack.org/sunumlar\\_pdf/KOROZO\\_4-haziran-2009.pdf](http://safetechnopack.org/sunumlar_pdf/KOROZO_4-haziran-2009.pdf).
13. Scott, G. "Green Polymers", Polymer Degradation and Stability, Volume 68, Sf. 1-7, (2002)
14. Sorrentino, A., Gorrasi, G., Vittoria, V., 2007. Potential Perspectives Of Bio-Nanocomposites For Food Packaging Applications, Trends In Food Sci & Tech, 18: 84-95.
15. Cha, D.S., Chinnan, M.S., 2004. Biopolymer-Based Antimicrobial Packaging: A Review. Food Sci Nutr, 44: 223-237.
16. Weber, C.J., 2000. Biobased Packaging Materials For The Food Industry: Status And Perspectives, Food Biopack Project Report,.
17. [http://www.biopackenvironmental.com/about\\_us\\_background.php](http://www.biopackenvironmental.com/about_us_background.php)
18. Dursun, S., Erkan, N., Yeşiltaş, M., 2009. Doğal Biyopolimer Bazlı (Biyobozunur) Nanokompozit Filmler Ve Su Ürünlerindeki Uygulamaları, Journal Of Food Science, 4(1): 50-77.
19. Guilbert, S., 1986. Technology and Application of Edible Protective Films In Food Packaging and Preservation Theory and Practice.
20. Baron, J., Sumner, S., 1993. Antimicrobial Containing Edible Films As An Inhibitory System To Control Microbial Growth On Meat Products, J. Of Food Prot., 56: 916.
21. Ayana, B., Turhan, K.N., 2009, Gıda Ambalajlamasında Antimikrobiyel Madde İçeren Yenilebilir Filmler/ Kaplamalar Ve Uygulamaları, Gıda, 35 (2):151-158.
22. Wang, G.H., 1992. Research Note: Inhibition And Inactivation Of Five Species Of Foodborne Pathogens By Chitosan, J. Food Prot., 55, Pp. 916-919.
23. Kim, S.K., Mendis E., 2006. Bioactive Compounds From Marine Processing Byproducts – A Review, Food Research International, 39, 383-393.
24. Akbaba, G., 2006. Yenilebilir Ambalajlar, Bilim Ve Teknik Dergisi, 30-32.
25. Gennadios, A., 2002. Protein Based Films And Coatings, Crc Press Llc, 672 P.
26. Lindstrom, T.R., Morimoto, K., Cante, C.J., 1992. Edible Films And Coatings, Encyclopedia Of Food Science And Technology, Ed: Hui,Y.H., Vol. 2, John Vviley And Sons. Inc., New York, Pp: 659.
27. Atar, H. H., Alçiçek Z.. 2009. Su Ürünleri Sektöründe Sürdürülebilirlik.



1

2