

## Gıda Ambalajlamada Yenilikçi Teknolojiler, Önemi ve Bazı Uygulamaları

Havvanur Taşkın<sup>1</sup> ve Hasan Hüseyin Kara<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Beslenme ve Diyetetik Bölümü / Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye

<sup>\*</sup>([hasankara@erbakan.edu.tr](mailto:hasankara@erbakan.edu.tr)) Başlıca yazarın mail adresi

**Özet** – Gıda ambalajında yenilikçi teknolojiler, gıda endüstrisindeki çeşitli avantajlarıyla çok önemli bir rol oynamaktadır. Yenilikçi gıda ambalajlama teknolojileri, gıda güvenliğini artırmaları, raf ömrünü uzatmaları, kullanım kolaylığı sağlamaları, sürdürülebilirliği teşvik etmeleri, markalaşma ve pazarlama faaliyetlerini desteklemeleri, tüketicileri etkin bir şekilde bilgilendirmeleri ve bilinclendirmeleri ile birlikte mevcut yönetmeliklere uygunluğu göstermeleri bakımından önem taşımaktadır. Bu ilerlemeler en temelde tüketicilere büyük yarar sağlamakla beraber, aynı zamanda gıda üreticilerinin mevzuat yükümlülüklerini yerine getirmesine, israfın azaltılmasına ve rekabetçi bir pazarda şirketlerin kendilerini farklılaştırmak suretiyle on plana çıkmalarına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, yenilikçi gıda ambalajlama teknikleri, tüketicilerin kendi yaşam tarzlarına göre gıda tedarik zinciri boyunca taleplerinin karşılanmasını giderek daha yüksek kapasitelerde sağlamaktadır. Muhafaza etmenin temel işlevinin yanı sıra yenilikçi gıda ambalajlama teknolojileri, gıda kalitesi ve güvenliği marjını artırmaktadır. Bu teknolojiler fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirleticilere karşı koruyucu bariyerler sağlayarak gıda güvenliğinin korunmasına ve geliştirilmesine yardımcı olurken, oksijen ve nem bariyerleri, antimikrobiyal özellikler ve sıcaklık kontrol mekanizmaları gibi özellikleri ile gıdaların tazeliğini ve kalitesini daha uzun süre koruyabilmekte, biyolojik olarak parçalanabilen, kompostlanabilir veya geri dönüştürülebilir malzemeler, nakliye emisyonlarını azaltmak için hafif ambalajlar ve malzeme kullanımının ile düşük karbon ayak izi olan ve verimli bir üretime katkı sağlamaktadır. Yenilikçi gıda ambalajlama teknolojileri sayesinde daha güvenli, daha verimli ve çevreye daha duyarlı, sürdürülebilir bir gıda endüstrisi tasarımı mümkün olmaktadır.

*Anahtar Kelimeler – Gıda Ambalajlama, Yenilikçi Teknoloji, Gıda Güvenliği, Gıda Endüstrisi, Tüketici*

### I. GİRİŞ

Antik çağlardan beri yiyeceklerin korunması insan yaşamında önemli bir rol oynamıştır [1, 2]. İlk insanlar tarafından kullanılan ilk koruma yöntemleri, taze yiyeceklerin bulunmadığı dönemlerde yiyecek sağlamak için kullanılan güneşte kurutma, tuzlama ve fermantasyondur. Medeniyetin gelişmesiyle birlikte daha büyük miktarlarda ve daha kaliteli işlenmiş gıda ihtiyacı artmış ve artmaya devam etmektedir. Bu nedenle, ekonomik, besleyici ve doyurucu yiyecekler sağlamaya çalışan gıda koruma endüstrisine de ilgi giderek artmıştır. Gıdanın korunması gıdanın bozulmasını azaltmakta ve çeşitli geleneksel ve yenilikçi koruma yöntemleri gıdanın kullanımını artırmaktadır. Bu da atık üretimini en aza indirmekte, yiyecek tasarrufu sağlamakta ve

sürdürülebilir bir gıda endüstrisini desteklemektedir [3, 4]. Her alanda olduğu gibi gıda ambalajlamada da zaman içinde yeni teknik ve teknolojiler hayata geçmektedir. Yenilikçi gıda ambalajlama teknolojileri olarak nitelendirilebileceğimiz bu gelişmelerin guncellenerek takibi açısından literatür bilgilerinin de sürekli guncellenmesi gerekmektedir. İşte bu nedenle bu çalışmanın yapılması ihtiyacı hasil olmuştur.

### II. AKILLI/AKTİF AMBALAJLAMA (AP)

Tüketici tercihlerindeki değişiklikler, tüketicinin daha güvenli ve daha sağlıklı gıdalar talebine yanıt olarak geliştirilen aktif ambalaj (AP) adı verilen yenilikçi bir gıda muhafazası konseptine yol açmıştır [5]. Bu tür gıda ambalajları, sektöre yüksek kaliteli ürünler geliştirmek ve oluşan tüketici taleplerini karşılamak için yeni fırsatlar

sunmaktadır. Bu yeni yöntem, maliyetleri azaltabileceği ve kârlılığı artırabileceği için ekonomik olarak da daha uygulanabilir bir yöntemdir. Ek olarak aktif paketleme, doğal mikrobiyal büyümenin engellenmesi, patojen kontrolünün sağlanması, gıdanın kimyasal stabilitesinin iyileştirilmesi ve raf ömrünün artması nedeniyle iyi bir gıda koruma yöntemi olarak görülmektedir [6-8]. Aktif paketleme aynı zamanda, gıdanın nakliye ve depolama sırasında bozulmasını önlemek için pakete aktif bir maddenin dahil edildiği bir tür gıda koruma sistemidir [5, 9].

### III. MODİFİYE ATMOSFER AMBALAJLAMA (MAP)

Modifiye atmosfer paketleme (MAP), kalitenin bozulmasını geciktirmek için paketin içinde ürünün etrafındaki havanın uzaklaştırılması ve/veya değiştirilmesidir [10]. MAP, yaklaşık 90 yıl önce geliştirilmiş, ürünün son kullanım ve koruma özelliklerine bağlı olarak taze ve/veya minimum işlenmiş ürünleri kısa veya uzun süre koruyan bir paketleme yöntemidir [11]. Bununla birlikte, MAP'ın mikroorganizmalar üzerindeki etkisi, saklama koşullarına ve paketlenen ürünün türüne bağlı olarak farklı olabilmektedir [12]. Aslında MAP, en hızlı büyüyen gıda koruma yöntemidir ve birçok taze ve kuru gıda için yaygın olarak kullanılmaktadır [13].

Son yıllarda aktif MAP'in, havadan farklı bir atmosfer oluşturmak için istenen gaz karışımını paketlere koyarak taze sebzelerin fizyolojisini değiştirmek ve raf ömrünü uzatmak için etkili bir yöntem olduğu bilinmektedir. Mekanik özellikler doku ile yakından ilişkilidir, buna örnek marul dokusunda mekanik hasara duyarlılık nedeniyle renk değişikliği olabilmektedir. Mekanik özellikler aynı zamanda taze ürünlerin önemli bir özelliği olan gevreklik ile de ilgilidir. Tüketiciler, meyve ve sebzelerin tazeliğini değerlendirmede genellikle bu tür dokusal özellikleri kullanmaktadırlar [14]. Yapılan çalışmalarda düşük sıcaklıkta depolamayla birleştirilen modifiye atmosfer paketleme (MAP), raf ömürlerini uzatmada taze meyve ve sebzelere uygulandığında başarılı olduğu görülmüştür [15].

### IV. YENİLEBİLİR FİLM AMBALAJLAMA

Gıda paketleme için kullanılan ana malzemeler yüksek, düşük ve çok düşük yoğunluklu polietilen, polietilen tereftalat, polivinil klorür, polistiren ve

polipropilendir. Bu malzemeler toplam plastik üretiminin yaklaşık olarak % 90'ını oluşturmaktadır [16]. Bu malzemeler görece düşük bir maliyetle iyi özellikler sunsa da biyolojik olarak parçalanamazlar ve geri dönüşümlerini engelleyen çeşitli sınırlamalara sahiplerdir. Bu malzemelerin, plastik atık yönetimi sorunları ve ekosistemdeki kontrolsüz birikimi ciddi bir çevre sorununa da yol açmaktadır [17]. Bununla birlikte, bozulmayan plastik ambalajların neden olduğu çevre kirliliği nedeniyle, bilim insanları alternatif ambalajlara yönelmiştir. Buna bağlı olarak doğal kaynaklardan elde edilen biyolojik olarak parçalanabilen polimerler, yeni gıda paketleme malzemeleri geliştirmede potansiyel bir hammadde olarak kullanılmaya başlanmıştır. Gıda paketleme için biyolojik olarak parçalanabilir filmler üretmek için kullanılan en geniş biyopolimer grubu polisakkaritler ve proteinlerdir. Selüloz ve türevleri, kitosan, nişasta, aljinat, pektin, pullulan ve karragenan, biyolojik olarak parçalanabilir ambalaj alanında incelenen en yaygın polisakkaritlerdir. Protein grubu içinde jelatin, peynir altı suyu, soya fasulyesi proteinleri, buğday gluteni, mısır zeini, kazein ve keratin bulunmaktadır [18]. Bununla birlikte, saf matrinden oluşan yenilebilir filmin performansı, pratik uygulamalar için yeterli bulunmamıştır. Örneğin, en yaygın kullanılanlardan saf kitosan bazlı film ve kaplamanın mekanik özellikleri, bariyer özellikleri, antioksidan özellikleri ve antibakteriyel özellikleri yeterli bulunmamıştır. Bu nedenle, son yıllarda bilim insanları filmin orijinal özelliklerini iyileştirmek ve filme ek işlevsel özellikler kazandırmak için uygun katkı maddeleri araştırmıştır [19]. Biyopolimerden türetilmiş filmlerin, antimikrobiyal maddeler, antioksidanlar, gıdalar ve renkler gibi çeşitli katkı maddelerini dahil ederek işlevsel ambalaj malzemeleri geliştirmek için iyi bir matris olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Aktif maddeler, hem gıda kalitesini hem de ürün raf ömrünü arttırmaktadır. Bunların arasında, antimikrobiyal ajanların biyopolimer bazlı yenilebilir filmlere dahil edilmesi, aktif gıda paketleme teknolojisindeki önemli gelişmelerden biridir [20]. Bu şekilde paketlemenin, gıda kontaminasyonuna neden olan patojenik / bozucu ögeleri önlemede veya öldürmede son derece etkili olduğu görülmüştür. Bu yöntem, aktif bileşiklerin gıdalara doğrudan dahil edilmesi nedeniyle oluşan potansiyel istenmeyen tatları da azaltabilmektedir [21, 22].

Antimikrobiyal ajanların ambalaj malzemelerine eklenmesi, antimikrobiyal aktivitelerinde mutlak uyumsuzluğa neden olabilir. Bu nedenle, gıdaya özgü doğru antimikrobiyal ajanı ve hedef organizmalara karşı minimum inhibitör konsantrasyonu dikkate alınarak düzeltilmiş miktarda bir paketin seçilmesi önemlidir [20].

## V. GIDA AMBALAJLAMADA NANO TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Çevresel faktörler, oksidasyon ve mikroorganizma kontaminasyonu, duyuşal özelliklerin değişmesine, kalite kaybına, zararlı kimyasalların üretilmesine ve ciddi hastalığa neden olabilecek gıda kaynaklı patojenlerin büyümesine yol açan gıda bozulmasının başlıca nedenleridir. Sentetik koruyucular, geleneksel koruma yöntemleri ve gıda ambalajları (FP), gıda bozulmasını önlemede etkili olsalar da, depolama ve nakliye sırasında gıda kalitesinin gerçek zamanlı izlenmesine izin vermemekte ve nispeten kısa bir raf ömrüne sebep olmaktadır. Ek olarak, FP yiyecekleri dış kontaminasyonların neden olduğu bozulmadan koruyabilse de gıda kaynaklı mikroorganizmalara karşı etkisizdir. FP koruyucu işlevselliği, yenilebilir doğal antioksidanlar ve antimikrobiyaller eklenerek geliştirilebilir, ancak bu tür kimyasallar kolaylıkla parçalanabilir. Günümüzde nanoteknoloji teknikleri sayesinde, FP performanslarını iyileştirmek, daha stabil antioksidan / antimikrobiyal bileşenleri formüle etmek ve eklemek, mekanik özellikleri geliştirmek ve akıllı fonksiyonlar getirmek mümkündür.

Nanoteknoloji, gıda güvenliği ve gıda sürdürülebilirliğindeki mevcut zorluklar için yeni bir anahtar iyileştirme kaynağı gibi görünüyor. Nanoteknoloji kavramı, 1959'da Richard Feynman tarafından tanıtılmıştır [23]. Nanoteknoloji, nanoyapılarından türetilen yeni özelliklere sahip malzeme yapılarını, cihazları ve sistemleri anlamak, yaratmak, karakterize etmek ve kullanmak için yaklaşık 1–100 nm'lik bir ölçekte çalışma yeteneğine verilen isimdir [24].

2018 yılında nanoteknoloji ile ilgili yayımlara bakıldığında tüm yayınlar içinde ciddi bir yeri olduğu ve özellikle Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Hindistan gibi ülkelerin bu konu üzerinde daha fazla durduğu görülüyor [25].

Halihazırda gıda ve içecek sektöründe ambalaj malzemeleri ve sağlık/nutrasötik takviyelerinde nano yapıları malzemeler kullanılmaktadır ve geçiş metallere (örn., gümüş ve demir) alkaline toprak metallere (örneğin, kalsiyum ve magnezyum); ve metal olmayanların (örneğin selenyum ve silikatlar) mühendislik ürünü nanoparçacıklarını (ENP-üretmiş nanomalzemeler) içermektedir.

Gıda uygulamalarında potansiyel olarak kullanılacak diğer ENP'ler arasında çinko oksit, silikon dioksit ve titanyum dioksit bulunur. Gıda ambalajı, geleneksel gıda ambalajını aktif ve akıllı ambalajlamada yeniden tanımlayan ENP'lerin ana uygulama alanlarından biridir [26].

Nanoteknoloji, gıdayı korur ve bozulmayı önlemeye yardımcı olur. Uzun vadeli stabil gıda ürünlerinin hazırlanmasını sağlar ancak bu tür müdahalelerin istenmeyen ve kaçınılmaz olumsuz etkileri olabilmektedir [27].

## KAYNAKLAR

- [1] Kumar, N., & Dixit, A. (2021). Nanotechnology in processing, preservation, and packing of food. In *Nanotechnology for Rural Development Micro and Nano Technologies*. Matthew Deans. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824352-7.00002-5>
- [2] Tavman, S., Otlas, S., Glaue, S., & Gogus, N. (2019). *Food preservation technologies. Saving Food: Production, Supply Chain, Food Waste and Food Consumption*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815357-4.00004-3>
- [3] Chemat, F., Rombaut, N., Meullemiestre, A., Turk, M., Perino, S., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Review of Green Food Processing techniques. Preservation, transformation, and extraction. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 41(May), 357–377. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.04.016>
- [4] Martindale, W., & Schiebel, W. (2017). The impact of food preservation on food waste. *British Food Journal*, 119(12), 2510–2518. <https://doi.org/10.1108/BJFJ-02-2017-0114>
- [5] Yildirim, S., Röcker, B., Pettersen, M. K., Nilsen-Nygaard, J., Ayhan, Z., Rutkaite, R., ... Coma, V. (2018). Active Packaging Applications for Food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), 165–199. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12322>
- [6] Moradi, M., Kousheh, S. A., Razavi, R., Rasouli, Y., Ghorbani, M., Divsalar, E., ... Ibrahim, S. A. (2021). Review of microbiological methods for testing protein and carbohydrate-based antimicrobial food packaging. *Trends in Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.007>
- [7] Rehman, A., Jafari, S. M., Aadil, R. M., Assadpour, E., Randhawa, M. A., & Mahmood, S. (2020). Development

- of active food packaging via incorporation of biopolymeric nanocarriers containing essential oils. *Trends in Food Science and Technology*, 101, 106–121. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.001>
- [8] Vilela, C., Kurek, M., Hayouka, Z., Röcker, B., Yildirim, S., Antunes, M. D. C., ... Freire, C. S. R. (2018). A concise guide to active agents for active food packaging. *Trends in Food Science and Technology*, 80, 212–222. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.006>
- [9] Almasi, H., Jahanbakhsh Oskouie, M., & Saleh, A. (2020). A review on techniques utilized for design of controlled release food active packaging. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1783199>
- [10] McMillin, K. W. (2008). Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science*, 80(1), 43–65. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.028>
- [11] Goswami, T. K., & Mangaraj, S. (2011). Advances in polymeric materials for modified atmosphere packaging (MAP). *Multifunctional and Nanoreinforced Polymers for Food Packaging*, 163–242. <https://doi.org/10.1533/9780857092786.1.163>
- [12] Oliveira, M., Abadias, M., Usall, J., Torres, R., Teixidó, N., & Viñas, I. (2015). Application of modified atmosphere packaging as a safety approach to fresh-cut fruits and vegetables - A review. *Trends in Food Science and Technology*, 46(1), 13–26. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.017>
- [13] Tajeddin, B., Ahmadi, B., Sohrab, F., & Chenarbon, H. A. (2018). *Polymers for Modified Atmosphere Packaging Applications*. Food Packaging and Preservation. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811516-9.00014-2>
- [14] Soltani Firouz, M., Mohi-Alden, K., & Omid, M. (2021, March 1). A critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development. *Food Research International*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110113>
- [15] Torales, A. C., Gutiérrez, D. R., & Rodríguez, S. del C. (2020). Influence of passive and active modified atmosphere packaging on yellowing and chlorophyll degrading enzymes activity in fresh-cut rocket leaves. *Food Packaging and Shelf Life*, 26(October), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100569>
- [16] Napper, I. E., & Thompson, R. C. (2019). *Marine Plastic Pollution: Other Than Microplastic*. Waste (2nd ed.). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815060-3.00022-0>
- [17] Cazón, P., & Vázquez, M. (2021, April 1). Bacterial cellulose as a biodegradable food packaging material: A review. *Food Hydrocolloids*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106530>
- [18] Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J. A., & Vázquez, M. (2017). Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*, 68, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.09.009>
- [19] Zhang, W., Zhang, Y., Cao, J., & Jiang, W. (2021). Improving the performance of edible food packaging films by using nanocellulose as an additive. *International Journal of Biological Macromolecules*, 166, 288–296. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.185>
- [20] Chawla, R., Sivakumar, S., & Kaur, H. (2021). Antimicrobial edible films in food packaging: Current scenario and recent nanotechnological advancements- a review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100024. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2020.100024>
- [21] Ababouch, L. (2014). *Heat Treatment of Foods: Spoilage Problems Associated with Canning*. *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition* (Second Ed., Vol. 2). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00157-9>
- [22] Zemljič, L. F., Tkavc, T., Vesel, A., & Šaupperl, O. (2013). Chitosan coatings onto polyethylene terephthalate for the development of potential active packaging material. *Applied Surface Science*, 265, 697–703. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2012.11.086>
- [23] Khademhosseini, A., & Langer, R. (2006). NANOTECHNOLOGY DRUG DELIVERY AND TISSUE ENGINEERING. *Chemical Engineering Progress*, 102(2), 38–42. <https://doi.org/10.1201/b17161>
- [24] Roco, M. C. (2003). Nanotechnology: Convergence with modern biology and medicine. *Current Opinion in Biotechnology*, 14(3), 337–346. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(03\)00068-5](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(03)00068-5)
- [25] StatNano. (2019). Nanotechnology Publications of 2018: An Overview. Retrieved June 11, 2021, from <https://statnano.com/news/65056>
- [26] Enescu, D., Cerqueira, M. A., Fucinos, P., & Pastrana, L. M. (2019). Recent advances and challenges on applications of nanotechnology in food packaging. A literature review. *Food and Chemical Toxicology*, 134(September), 110814. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110814>
- [27] Alfei, S., Marengo, B., & Zuccari, G. (2020). Nanotechnology application in food packaging: A plethora of opportunities versus pending risks assessment and public concerns. *Food Research International*, 137(August), 109664. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109664>