



# Ambalajlamada Yeni Teknolojiler

# Akıllı Gıda Ambalajları

Raflarda “sessiz satıcı” olarak yer alan gıda ambalajları, günümüzde bu sessizliği görsellik ve tüketiciyi bilgilendirici yazılarla bozuyor. Gıda ambalaj sektöründeki yeni gelişmeler, ambalajı sadece gıdayı koruma işlevini yerine getiren bir malzeme olmaktan çıkarıp tüketicide merak uyandıran, bilgilendiren ve cezbeden bir konuma getiriyor.



**A**mbalajlama, taşıma ve depolama boyunca gıda kalitesinin korunmasını sağlayan en önemli işlem aşaması olarak değerlendirilir. Ambalajlamanın esas görevleri gıdayı fiziksel etkilerden (örneğin sarsıntıdan) ve kimyasal etmenlerden (örneğin ısı, ışık, nem) korumak, tüketiciyi bilgilendirmek ve kullanıma uygunluktur. İyi bir ambalaj sadece gıda kalitesini korumakla kalmayan, aynı zamanda şirket kazancına da olumlu katkı sağlayan asıl faktörlerden biridir. Koruma işlevinin yanı sıra satış, reklam ve promosyonlara yardımcı olma işlevini de yerine getirmesi gerekir.

Eskiden sadece gıdayı korumayı amaçlayan pasif ambalajlama teknolojileri yerini, gıdaların korunmasında, satılmasında, özelliklerinin iyileştirilmesinde, çevresel atık değerlerinin azaltılmasında önemli rol oynayan, aktif ve akıllı ambalajlama teknolojilerine bırakmıştır. Aktif ve akıllı ambalajlama sistemleri ise son yıllarda gıda ambalajları konusunda yaşanan en önemli gelişmelerdendir. Aktif ambalajlamada konu edilen aktif işlevler, gıdanın paketlenildiği ortamdaki oksijenin, nemin ya da etilen gazının tutulması, lezzet bileşenlerinin yayılması ve mikroorganizmaların çoğalmasının önlenmesi olarak sıralanabilir. Akıllı ambalajlama tekniğinde ise, ambalajın içindeki gıdanın kalitesi hakkında bilgi verme özelliği ön plana çıkar. Akıllı ambalajlama sistemleri kısaca ürün kalitesi ile iletişim kurabilen ambalajlama sistemleri olarak değerlendirilebilir.

Günümüzde ambalajlama gıdaların tarladan tüketiciye ulaşması sırasında önemli ve etkileşimli bir rol oynar. Taze ürünler farklı oksijen ve karbondioksit geçirgenliğine sahip ambalaj filmleri kullanılarak ambalajlanır, tüketim zinciri boyunca maruz kaldıkları sıcaklık dalgalanmalarının bilinmesi için sıcaklık - zaman göstergeleri kullanılır, ürünün mikrobiyel bulaşmaya uğrayıp uğramadığının kontrolü için tazelik göstergelerinden yararlanır. Tüketiciyi her koşulda bilgilendiren ve koruyan yeni teknolojiler ambalaj sektöründe kendini bu şekilde gösterir.

Akıllı ambalajlama temel olarak üç kavramdan oluşur: 1. Algılayıcılar, 2. Göstergeler, 3. Radyo Frekans Tanımlama Sistemleri (RFID)

## 1. Algılayıcılar

Gıda ambalajlama sistemlerinde algılayıcılar en çok "modifiye atmosfer" altında depolanan ürünlerde kullanılır. MAA tekniği (Modifiye Atmosfer Ambalajlama tekniği), farklı gazların (oksijen, karbondioksit veya azot) ambalajın içine gönderilmesi veya ortamdan uzaklaştırılması sonucu, gıdaların depolama ve am-

balajlama esnasında etkileşimde bulunduğu gaz bileşiminin değişimini sağlayan tekniktir. MAA tekniği ile gıdaların yapısında bulunan enzimlerin yol açtığı bozulmalar önlenir. Ayrıca ortamda bulunan oksijenin gıda bileşenleriyle tepkimeye girmesiyle oluşan istenmeyen bileşikler engellenebilir; gıdalarda gerçekleşen mikrobiyel faaliyetlerin önüne geçilerek ürünün dayanıklılığı artırılabilir. MAA tekniğinin en fazla kullanıldığı ürün grubu et ve et ürünleridir. MAA tekniği kullanılarak ambalajlanan etlerde tazelik en iyi derecede korunur, yani etin taze olduğunu gösteren parlak kırmızı renk korunarak etin raf ömrü uzatılmış olur.

Gıda ambalajlamada kullanılan algılayıcılar alıcı ve çevirici adında iki kısımdan oluşur. Alıcı kısmında ambalajın içindeki fiziksel ve kimyasal bilgi çevirici tarafından okunabilecek enerjiye çevrilir; çevirici kısmında ise taşınan enerji, gıdanın fiziksel ve kimyasal içeriğine göre sinyal olarak okuyucuya yönlendirilir. Bu algılayıcılar ambalajın içindeki oksijen ve karbondioksit miktarını sinyaller halinde okuyucuya iletirerek, gıda kalitesinin ve güvenliğinin devamını sağlamaya yardımcı olur.





## 2. Göstergeler

Ambalajın içinde veya dışında bulunabilen göstergeler, dış ortam koşulları (sıcaklık) ve tepe boşluğu gazları ile etkileşime girerek gıdanın kalitesi hakkında bilgi verir ve ambalajlanmış gıdanın içinde bulunduğu sıcaklık, ambalaj bütünlüğü, mikrobiyel durumu gibi özellikleri hakkında fikir sahibi olmamıza yardımcı olabilir.

### 2.1. Sıcaklık- Zaman Göstergeleri

Soğutarak veya dondurarak taşımada ve dağıtımda karşılaşılan en büyük sorun sıcaklık dalgalanmalarıdır. Gıdalar iyi üretim uygulamalarından ve mükemmel hijyen şartlarından geçmiş olsa bile sıcaklıktaki değişimler önemli sorunlar yaratır. Bu problemleri ortadan kaldırmak için ambalajlanan gıdaların sıcaklıklarının izlenmesi gerekir. İşte bu izleme işlemi TTI (*Time Temperature Indicator*, Sıcaklık-Zaman Göstergeleri) sayesinde kolaylıkla yapılabilir. TTI, gıdaların maruz kaldığı sıcaklık ve zaman değişimlerini kolay ve ucuz bir yolla ambalaj üstüne eklenen materyaller sayesinde gösteren ünitelerdir. TTI, ambalaj içeriğinin renge mekanik, kimyasal, elektro-kimyasal, enzimatik ve mikrobiyel faaliyetler sonucu oluşan değişimleri ifade eder. Bu değişimin oranı sıcaklığa bağlı olarak artar. TTI tüketiciye gıdanın maruz kaldığı sıcaklıklar sonucunda görüntüsünde oluşan değişikliklerle ilgili bilgi verir. TTI ile gıdaların soğuk taşıma sırasında zarar görmelerinin önüne geçilebilmekte ve kalite kaybı sonucu meydana gelen kayıplar azaltılabilmektedir. Ticari olarak TTI'lar yayılma bazlı, enzim bazlı ve polimer bazlı olmak üzere üç kısımda incelenir.



Yayılma bazlı TTI uygulaması, ilk olarak Dünya Sağlık Örgütü tarafından çiçek aşılarının nakliyesindeki soğuk zincirin korunmasının izlenmesinde kullanılmıştır. Mavi boyalı kimyasal maddenin fitil boyunca yayılarak ilerlemesiyle sonuç verir. Akışkan özelliğe sahip kimyasal madde, yayılma sonucunda ışık yansıtan ortama sıcaklıkla orantılı olarak göç eder.

Enzim bazlı TTI modelinde ise gösterge barkodun üzerine şeffaf renk olarak eklenir. Ürün yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında şeffaf renk kırmızıya dönüşür ve barkod okunamadığı için ürünün satılması engellenir. Böylece hem tüketici sağlığı korunur hem de son kullanma tarihi geçmiş ürünlerin tüketici dikkatsizliğinden dolayı satın alınıp kullanılmasının önüne geçilir.

Polimer Bazlı TTI modelinde daire şeklindeki materyalin ortasında oluşan kırmızı renk, ürünün yüksek sıcaklıklara maruz kaldığını gösterir. Sıcaklık dalgalanmasına uğramadan önce renk sarıdır. Bu göstergeler kullanılmadan önce derin dondurucularda saklanmalı, sonradan ambalajlara eklenmelidir.

### 2.2. Tazelik Göstergeleri

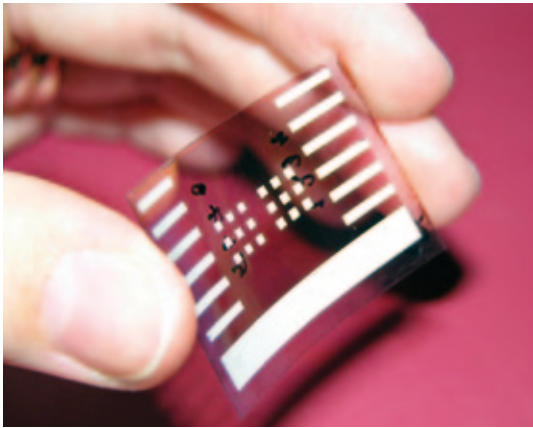
Tazelik göstergeleri gıdada mikrobiyel gelişme ve mikrobiyel faaliyet olup olmadığı hakkında bilgi verir. Mikrobiyel gelişme sonucu oluşan kimyasal maddeler göstergelerle tepkimeye girerek ambalaj üzerinde çeşitli değişimlere yol açar ve tüketiciyi gıdanın durumu hakkında bilgilendirir. Tazelik göstergeleri oluşturulurken kullanılan çıkış noktası, gıdalarda kalite kaybı sonucu oluşan kimyasal maddelerin belirlenmesidir. Çünkü her ürün grubunda mikrobiyel faaliyet sonucu oluşan kimyasal maddeler farklıdır. Deniz ürünlerinde oluşan uçucu bazlar, meyve ve sebze gibi ürünlerde oluşan CO<sub>2</sub> bu kimyasal maddelerden bazılarıdır. Ambalaja konulan göstergeler gıdalla temas halinde olduğundan ve gıdaya geçerek gıdanın yapısını bozabileceğinden kullanımları yönetmeliklerle sınırlandırılmıştır.

Tazelik göstergeleri, asıl yöntem olarak kullanılan mikrobiyel analizlerin uzun zaman alması ve pahalı olması nedeniyle mikrobiyel kalitenin belirlenmesinde alternatif bir yöntemdir. Fakat unutulmaması gereken nokta, her gıda ürününün bozulma tipi ve ambalajlama türü değişik olduğundan oluşacak kimyasal maddelerin de farklı olacağıdır. Tazelik göstergeleri, mikrobiyel faaliyet sonucu oluşan kimyasal maddelerle tepkimeye girerek renk değişimine neden olur; daire içinde oluşan kırmızı renk ürünün bozulduğuna işaret eder.

### 2.3. Toksin Göstergeleri

Toksinler hastalık oluşturan mikroorganizmalar tarafından düşük miktarda üretilen bileşiklerdir ve algılayıcılarla belirlenmeleri zordur. Fakat son yıllar-

da algılayıcıların duyarlılığını artırarak bu bileşenlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Tazelik göstergeleri ambalaj içindeki gıdanın bozulma tepkimelerinin başlamasıyla beraber çalışır. Baklıkların bozulmasıyla oluşan ve kimyasal bir madde olan trimetil amin göstergeleri önemlidir.



### 3. Radyo Frekans Tanımlama Sistemleri (RFID)

Gıda güvenliğinin sağlanmasında en temel araçlardan biri olan gıda izlenebilirliği, istenmeyen herhangi bir durum oluştuğunda ürün ve süreçleri izleyerek sorun kaynağının saptanmasını ve geri toplama için gerekli bilgi sisteminin kurulmasını hedefleyen bir yaklaşımdır. Deli dana hastalığı ve tavuk yemlerindeki dioksin sorunu gibi gıda kaynaklı krizler, firmaları izlenebilirlik sistemine yöneltmiş, böylece ürün geçmişi ve kökeni hakkında bilgi edinilmesi kolaylaşmıştır. İzlenebilirlik sistemlerinde optik manyetik destekli çok sayıda sistem ve teknoloji kullanılabilir durumdadır, ancak barkod ve Radyo Frekans Tanımlama (RFID) sistemleri en çok kullanılanlardır. Barkod bir dizi sayısal ve alfa sayısal karakter dizilimi kapsayan bir ürün tanıma sistemidir.

RFID sistemi ise son zamanlarda birçok alanda kullanılmaya başlanan (taşıma, depolama, ilaç, gıda sektörü) yeni yöntemlerden biridir.

İzlenebilirliğin sağlanmasında kullanılan bir sistem olan Radyo Frekans Tanımlama sistemi, otomatik veri toplama teknolojilerinin -klasik olarak barkod çubukları ve optik sinyaller (lazer yani CCD) kullanan formundan farklı olarak- entegre devreler, taşıyıcı çipler ve okuyucular arasında radyo dalgaları kullanarak iletişim kuran bir formu olarak tanımlanabilir. RFID sistemlerinin çalışma ilkesi ise, RFID etiketlerinde ve antenlerinde ufak taşıyıcılar olması ve sinyalleri alfa sayısal dizilişe sokması, daha sonra da etiketin antenden aldığı sinyallere yanıt vermesi ve bunu çevirerek okuyucuya ulaştırması şeklindedir.

Gıdalarda RFID teknolojisi 13,56 MHz bandında işlev görür. Bu bandın seçilmesindeki en önemli kriter esnek etiketlerle uyum sağlamasıdır. Ayrıca bu bant çevredeki nem koşullarından da kolay etkilenmez. Esnekliği sağlayan madde olarak ise kalınlığı 50 µ civarında olan çift yönlü bakır katmanlar kullanılır. Kullanılan anten kalınlığı 18 µ olarak belirlenir.

RFID etiketlerin okuma aşaması hızlı ve otomatiktir. RFID sistemleri çok küçük oldukları için gıdalara uygulanmalarında sıkıntı yaşanmaz. RFID etiketleri hijyeniktir ve gıdalarda kullanılmaya uygundur. RFID etiketi ile ürün arasındaki bağ çok basittir; katı gıdalarda daha kolay uygulama alanı bulur, sıvılarda ise genellikle ambalaj yüzeyinde kullanılır. Radyo dalgası ile RFID etiketleri arasında iletişim sağlamak için çok düşük güç gerekir.

Devamlı değişen bir dünyada tüketiciler artık dünyanın koşullarını yeterli görmüyor. Bu yüzden süpermarketlerde, sessiz satıcı olarak adlandırdığımız ambalajlar, üzerlerindeki teknolojilerle bizleri çekmeyi amaçlıyor. Bu teknolojiler duygularımızı hareketlendirip isteklerimizi ve arzularımızı artırmayı hedeflemek üzerine kurulu. Bu yüzden de tüketici-ambalaj etkileşimini artırmak ve değişen yaşam şartlarına ayak uydurmak için ambalaj sektöründe yeni teknolojiler geliştiriliyor.

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler ve artan tüketici bilinci ise, akıllı ambalajlama sistemlerinin kullanımını ve yaygınlaşmasını sağlama konusunda önemli ilerlemelere neden olacak.

#### Kaynaklar

Ahvenainen, R., *Novel food packaging techniques*, CRC Press, 2003. Kerry, J. ve Butler, P. *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*. Wiley and Sons Ltd, 2007.  
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 Rev. Int.* 20(4): 357-87.

Lopez, A., Gavara, R. ve Lagaron, J. M., "Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials", *Trends in Food Science & Technology*, Cilt 17, Sayı 10, s. 567-575, 2006.  
Toni Tarver. 2008. Novel Ideas in Food Packaging. *Food Technology*, 10, 54-59  
Yam, K.L., Takhistov, P.T., and Miltz, J. 2005. Intelligent packaging: concepts and applications, *J. Food Sci.* 70(1): R1-10.