

ÜZÜMSÜ MEYVELERDE AKTİF VE AKILLI AMBALAJLARIN KULLANILABİLİRLİĞİ

Muharrem ÖZCAN^{1*}

¹Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun; ORCID: 0000-0002-3237-7043

Geliş Tarihi / Received: 07.09.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 29.11.2019

ÖZ

Meyvelerin tüketici gözündeki değeri, ürünün dış kalite özellikleri yanında ambalajın etkileriyle birlikte oluşmaktadır. Meyvenin kabuk rengindeki yoğunluk ve parlaklık ile kabuk üzerindeki kusurlarının olmaması dış kaliteyi arttırırken, bunun iyi bir ambalajla sunulması beğenininde daha da artmasını sağlayabilmektedir. Bu nedenle, ambalaj seçimi meyvelerin pazarlanmasında önemli yer tutmaktadır. Ambalaj sektörü teknolojik alandaki gelişmelerden de yararlanmak suretiyle hızla gelişmektedir. İçindeki ürünü daha iyi koruyan ambalajların yanında, ürün hakkında tüketiciyi bilgilendiren ambalajlar da geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ürünü/gıdayı korumayı amaçlayan pasif ambalajlama teknolojileri yerine; gıdaların korunmasında, pazarlanmasında, özelliklerinin iyileştirilmesinde ve çevresel atık değerlerinin azaltılmasında önemli rol oynayan aktif ve akıllı ambalajlama teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. Aktif ambalajlama, ambalaj malzemesine veya ambalaj içine çeşitli özelliklerdeki yardımcı bileşenlerin yerleştirilerek ürün kalitesinin daha iyi korunmasını sağlayan sistemlerdir. Akıllı ambalajlama ise, nakliye, muhafaza ve satış aşamasında ambalajlanmış ürünün kalitesi hakkında bilgi vermek için ambalajlanmış gıdanın durumunu gözetleyebilen sistemlerdir. Aktif ve akıllı ambalajların üzümsü meyveler gibi hasat sonrası ömrü kısa olan ürün gruplarında kullanılmasıyla, bu ürünlerde kalitenin daha iyi korunması yanında muhafaza ve raf ömürlerinin uzatılması da sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Ambalaj, akıllı ambalaj, aktif ambalaj, MAP ambalaj, kalite

USABILITY OF ACTIVE AND SMART PACKAGING IN BERRY FRUITS

ABSTRACT

The value of fruits for consumers is formed based on their packaging as well as their external quality features. While the intensity and brightness of fruits' skin colour and the lack of defects on the skin increase the external quality, providing fruits with a good packaging increases consumers' liking even more. Therefore, selection of packaging takes an important place in marketing of fruits. The packaging sector is developing rapidly by benefiting from the developments in the field of technology. Apart from packages that protect the products better, packages that inform consumers about the products have been developed and started to be used. Instead of passive packaging technologies that aim at protecting products/food; active and intelligent packaging technologies that play an important role in protecting and selling food, improving their features and decreasing the amount of environmental waste have started to be used recently. Active packaging is a system that protects the quality of products better by placing auxiliary components with different features into the packaging material or inside the packaging. On the other hand, intelligent packaging is a system that can monitor the situation of the packaged food in order to provide information about the quality of the packaged products in the stages of transportation, storage and sales. By using active and intelligent packaging in product groups such as berry fruits that have short post-harvest life, the product quality will be protected better and the products' storage and shelf lives will be extended.

Keywords: Packaging, intelligent packaging, active packaging, MAP packaging, quality

*Sorumlu yazar / Corresponding author: muozcan@omu.edu.tr

GİRİŞ

Tarım ve gıda ürünlerinin tüketiciye sunulmasında önemli yardımcı elemanlarından birini o ürünün ambalajı oluşturmaktadır. Tarihsel gelişimine göre ambalaj kullanımları, başlangıçta sadece taşıma ve depolama amaçlarıyla yapılırken, günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte ürünün görselliğini arttırmak ve reklamını yapmak amaçlarıyla da kullanılmaktadır. Artık ambalaj, satışta ürünler arasındaki farkı ortaya koyan ve tüketiciyi ürüne çeken görevleri üstlenmiş konuma gelmiştir.

Ambalajlama çok eskilere dayanan bir uygulama olup, ilk dönemlerde yapraklar gibi doğal malzemelerin kullanılmasıyla başlamıştır. Daha sonra ambalajlamada dokunmuş malzemeler ve çömlekler gibi ürünler kullanılmaya başlanmıştır. Cam ve ahşap ambalajların kullanımının ise yaklaşık 5000 yıl önce başladığı tahmin edilmektedir. Kâğıt ve karton ambalaj malzemelerinin kullanımı ise 1900'li yıllarda önem kazanmıştır. Plastiğin keşfedilmesiyle birlikte kâğıt ambalajın yerini alan ambalaj malzemesi olarak plastikler kullanılmaya başlanmıştır. Plastik ambalajların kullanılması genel olarak 2. Dünya Savaşından sonra başlamış olmakla birlikte, 1950'li yıllardan sonra yaygınlaşmıştır. Plastik ambalaj sektörü 1970'li yılların sonundan itibaren hızla büyümeye başlamıştır. Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte, ambalaj materyali olarak kullanımı daha uygun ve daha ekonomik olan cam, metal, plastik, kâğıt ve karton malzemeler tercih edilmektedir [1].

Günümüzde sürekli artan ürün çeşitliliği karşısında tüketiciler tercih yaparken, ürünlerin tüm özelliklerini gözden geçirerek seçici bir davranış göstermektedirler. Eğitim seviyesinin yükselmesine bağlı olarak tüketiciler, satın alacakları ürünlerin sağlıklı olması yanında, bunların hijyenik şartlarda üretilmiş olmasını da aramaktadırlar. Bu nedenle ambalaj, birçok gıdanın tüketiciler tarafından tercih edilmesinde önemli ve belirleyici bir rol oynamaktadır [6].

Türkiye'de ambalaj sektöründe özellikle son yıllarda hızlı bir gelişme görülmekte olup, yılda ortalama %10 oranında büyüme gerçekleşmektedir. Yılda 4.5–5 milyon ton düzeyinde üretim yapan ambalaj sektöründe,

1.7 milyon tonluk yıllık üretim ile en yüksek payı, kâğıt, karton ve oluklu mukavva ürünleri oluştururken, bunu yılda 1.5 milyon tonluk üretim ile plastik, 750 bin ton ile cam, 600 bin ton ile metal ve 500 bin ton ile ahşap ambalaj ürünleri izlemektedir. Türkiye'de yıllık ambalaj tüketimi ise yaklaşık 3.5 milyon ton dolayındadır. Tüketicinin %37'sini plastik, kâğıt, karton ve oluklu mukavva ambalajlar, %22'sini metal ambalajlar, %13'ünü ahşap ve %8'ini cam ambalajlar oluşturmaktadır [15].

Ambalaj içine konulan ürünü taşıma ve depolamada korumanın yanında, onun en güvenilir şekilde tüketiciye ulaşmasını sağlayan bir uygulama olarak dikkat çekmektedir. Teknolojik gelişmelerin ambalaj sektöründe yaptığı ilerlemelerle birlikte ambalajın ürün üzerindeki olumlu etkileri çok daha üst düzeye çıkmış bulunmaktadır. Son gelişmelerle birlikte ambalaj, sadece ürünü muhafaza eden ve koruyan değil aynı zamanda tüketicilerin duygularına hitap ederek tüketicilerin satın alma kararlarında etkili olan bir uygulama haline gelmiştir. Bu çalışmada, ambalajlamanın amaçları ile bu amaçlara uygun olarak geliştirilen yeni ambalaj materyallerinin ve teknolojilerinin birlikte değerlendirilmesinin yapılması amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu materyal ve teknolojilerin üzümsü meyveler için kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi de hedeflenmiştir.

AMBALAJLAMANIN AMAÇLARI VE İYİ BİR AMBALAJDA BULUNMASI GEREKEN ÖZELLİKLER

Ambalaj, ürünü dış etkilere koruyan, içine konulan malları bir arada tutarak dağıtım ve pazarlama işlemlerini kolaylaştıran tüketiciye içindeki mal hakkında bilgi veren metal, kâğıt, karton, cam, teneke, plastik ve tahtadan yapılan sargı ve kaplamalara verilen ortak addır. Ambalajlama ise; gıdaları dış etkilere koruyan, üretimden tüketime kadar geçen sürede gıdalarda ürün ve kalite kayıplarını kısmen veya tamamen önleyen, zevk ve şekil bakımından tüketicinin ilgisini çekebilme özelliği taşıyan maddeler ile sargı işlemi olarak tanımlanmaktadır [3].

Ambalajın ve ambalajlamanın görevleri açısından birçok tanımlama yapılmıştır.

Aşağıda bu tanımlamalardan birkaç örnek verilmiştir [1].

•Ambalaj, ürünlerin iyi şekilde muhafaza edilmeleri ve taşınabilmeleri için konuldukları kaplardır.

•Ambalaj, ürünün son tüketiciye bozulmaksızın ve en az maliyetle ulaştırılmasını sağlayan bir araçtır.

•Ambalaj, bir satış yerinde reklam aracı olup tüketicinin ilgisini çekerek kapsadığı mala ilişkin nesnel ve duygusal bilgilendirmeyi sağlar.

•Ambalaj tüketicinin bir malı evinde her kullanımında, onunla ilgili imaj ve tutumları güçlendirme işlevini yerine getirir.

•Ambalaj, görsel yolla yapılan bir satış görüşmesidir.

•Ambalaj, içine konan ürünün anlamını taşıyan bir araçtır.

•Türk Gıda Kodeksine göre [2] ambalajlar, gıda maddelerini dış etkenlerden koruyan ve içine konan gıda maddesini bir arada tutarak taşıma, depolama, dağıtım, tanıtım ve reklam gibi pazarlama işlemlerini kolaylaştıran veya gıda maddeleri ile temasta bulunmak üzere üretilen plastik, cam, seramik, kâğıt, metal, ahşap ve/ veya bunların karışımından elde edilen materyalleridir.

•Ambalaj sessiz bir iletişim aracıdır.

Ambalajlardan beklentiler ürünlere göre değişmektedir. Bahçe ürünleri için iyi bir ambalaj materyalinde çeşitli özelliklerin bulunması gerekmektedir. Bu özellikler aşağıda sıralanmıştır [8];

1-İçindeki ürünü mekanik etkilere ve zararlanmalara karşı korumalıdır,

2-İçindeki ürünü biyolojik etmenlerden (mikroorganizma, hastalık, zararlı vb.) korumalıdır,

3-Üst üste istiflemelerde alttaki ürünü koruyacak kadar sağlam ve dayanıklı olmalıdır,

4-Ürünün pazarlanmasını kolaylaştırmak için temiz ve gösterişli olmalıdır,

5-Havalandırma, olgunlaştırma, fümigasyon ve soğutulmaya uygun olmalıdır,

6-Boşken az yer kaplamalı ve mümkünse katlanabilir olmalıdır,

7-İstifleme ve taşımaya uygun olmalıdır,

8-Geri dönüşüme uygun malzemeden yapılmalıdır,

9-İçerisine konan ürünle etkileşime girerek kötü bir tat ve koku oluşturmamalıdır,

10-Hammaddesi kolay bulunabilmeli ve ucuz olmalıdır.

Ambalaj seçiminde, ambalaj kullanımının tek seferlik olup olmaması da önemli bir etkidir. Tek sefer kullanımına uygun ambalajların dayanımı düşük iken, birden fazla kez kullanılacak ambalajların dayanımı yüksek olmakta, ancak bu ambalajların kullanım sonrasında boş olarak tekrar kullanım alanına taşınması gerekmektedir. Ambalajların ekonomik (ucuz) olması ve çevre dostu materyallerden üretilmiş olması da önemli konulardır.

Günümüzde kimya, petro-kimya ve elektronik gibi alanlardaki hızlı gelişmelerin ambalaj sektöründe önemli gelişmeleri sağladığı görülmektedir. Bu gelişmelere bağlı olarak ambalajlar, ürünü korumaktan ürün hakkında bilgi sunmaya kadar çok farklı özellikleri taşıyabilmektedirler.

Ambalajlama gıda güvenliğini doğrudan etkileyen bir uygulamadır. Gıda güvenliğine olan etki iki şekilde olmaktadır. Birincisi, eğer ambalaj malzemesi gıdanın etrafında uygun bir bariyer oluşturmuyorsa, mikroorganizmalar gıdada çok rahat bir şekilde gelişerek gıdanın bozulmasına yol açmaktadır. Ambalaj malzemesi atmosferden nem ya da oksijen gibi maddelerin geçişine kolay izin veriyorsa, yine ambalaj içinde mikrobiyolojik kontaminasyon oluşabilmektedir. İkincisi, ambalaj malzemelerinden veya gıdayla temas eden maddelerden gıdaya geçen kimyasal maddeler ya da toksik maddelerin gıdaya (ürüne) migrasyonu, kimyasal kirlilik yaratarak gıda güvenliğinin kaybolmasına neden olmaktadır [5].

TEKNOLOJİK AMBALAJ MATERYALLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Tüketicilerin talepleri ve gıda endüstrisinin eğilimleri doğrultusunda ambalajlarının fonksiyonları her geçen gün geliştirilmektedir. Ambalaj üreticileri, gıdayı daha uzun süre taze tutarak ürünün pazarlama süresini uzatmaya çalışırken, tüketiciler ambalajı açmadan gıdanın tazeliğini görebilmeyi istemektedirler. Diğer yandan, ambalaj sektöründe çoğunlukla tercih edilerek kullanılan petrol esaslı plastiklerin neden olduğu atıklar, çevre kirliliği yönünden

önemli bir sorun haline gelmiştir. Ambalajlarda kullanılan ve biyobozunur olmayan polimerlere katkı maddeleri eklenerek bunların biyobozunur hale getirilmesine, böylece atık plastiklerin çevreye verdikleri zararların önüne geçilmesine de çalışılmaktadır [4]. Bu gelişmelerle birlikte modifiye atmosferde paketlenme (MAP), aktif ambalajlama ve akıllı ambalajlama teknikleri ile birlikte ambalajlara uygulanan nano teknolojik uygulamalar öne çıkmış durumdadır.

Günümüzde gıda ambalajları, sadece gıda ürününü koruma ve pazarlama gibi pasif görevlere sahip değildirler. Aktif ve akıllı ambalajlama kavramları ile gıdanın raf ömrünü uzatmak ya da korumak, gıda kalitesi ve güvenliğini geliştirmek veya izlemek gibi çok sayıda ve yenilikçi çözümler sunulmaktadır [7].

Ambalajlar pasif ve aktif ambalajlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Pasif ambalajlar, yalnızca ürünü koruma görevi üstlenmektedirler. Aktif ambalajlar ise, ürünlerin korunmasında, satılmasında, özelliklerinin iyileştirilmesinde, gıda güvenliğinin sağlanmasında, ürün kalitesi hakkında tüketicinin bilgilendirilmesinde ve çevresel atık değerlerinin azaltılmasında etkin özellikler taşımaktadırlar. Bu aşamada gelişen teknolojik ambalajlar olan aktif ve akıllı ambalajlar hakkında, detaylı değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir.

Aktif Ambalajlar

Aktif ambalajlama, ürünün hasat sonrası ve raf ömrünü uzatmayı amaçlayan bir tekniktir. Aktif ambalajlama, ambalaj malzemesine veya ambalaj içine çeşitli özelliklerdeki yardımcı bileşenlerin yerleştirildiği ambalajlama sistemidir. Diğer bir ifadeyle aktif ambalaj, bozulmalara neden olan reaksiyonların hızının azaltılması ve gıdanın raf ömrünün uzatılabilmesi amacıyla ambalaj içindeki ortamın modifiye edilmesi ya da değiştirilmesidir. Aktif ambalajlama sistemleri, korunacak olan kalite özelliğine bağlı olarak farklı çözümler sunmaktadır (Çizelge 1). Örneğin ürünün oksidasyonunun yavaşlatılması gerekiyorsa, ambalaj ortamında oksijen tutucu ya da antioksidan içeren aktif sistemler kullanılmakta ya da ortam nemini azaltmak gerekiyorsa ambalaj ortamında bir

nem emici kullanılmaktadır [10, 16]. Aktif ambalajlamada ambalaj içerisindeki ortam değiştirilmektedir. Bu değişim “aktif salıcı–yayıcı sistemler” (karbondioksit salıcılar, etanol salıcılar ve tat–koku salıcıları) ve “aktif emici–tutucu sistemler” (oksijen tutucular, karbondioksit tutucular, nem tutucular, tat/koku tutucular, etilen tutucular) ile sağlanmaktadır. Bu değişimleri sağlamak amacıyla ambalaj içerisine çeşitli materyal ilaveleri yapılmaktadır [5, 19].

Aktif ambalajlar, pasif ambalajlar içine konan (ürünün yaşam süresini uzatmaya yönelik katkılar sunacak olan) çeşitli materyallerde de sağlanabilmektedir. Etilen absorbantlarının ambalaj içine konarak yüksek etilenin olumsuz etkilerinin önlenmesi; kasaların içine (altına/üstüne veya her iki katmanına) SO₂ petleri konarak fumigasyonun yapılması buna örnek olarak verilebilir.

Aktif ambalajın ana uygulamalarından bir tanesi de antimikrobiyal ambalajlama olup bunlar öldürebilen veya engelleyebilen paketlenme sistemi olarak tanımlanmaktadır. Paketlenme sistemi antimikrobiyal aktivite kazandığında, büyüme hızını azaltarak veya mikroorganizmaların canlı sayısını azaltarak mikrobiyal büyümeyi sınırlandırmakta veya önlemektedir. Antimikrobiyal ambalajın kullanılması mikrobiyal bozulma veya kirlenmelere karşı duyarlı olan gıda ürünlerinde, kalitenin korunması ve raf ömrünün arttırılması için gerekli ve önemli bir uygulama konumundadır. Antimikrobiyal aktif ambalaj sistemleri, paket içine konacak maddelerle veya doğal antimikrobiyal aktiviteye sahip paket malzemelerinin kullanılmasıyla sağlanabilmektedir [20].

Çizelge 1. Aktif ambalajlardaki sorunların çözümleri [10, 16]

Table 1. The solutions of problems occurred during active packing [10, 16]

Sorunlar Problems	Aktif ambalajdaki çözümü Active packaging solution
Erken (veya hızlı) olgunlaşma	Etilen tutucu
Oksidasyon	Oksijen tutucu, antioksidan salınımı
Nem	Nem tutucu
Mikrobiyolojik bozulmalar	Antimikrobiyal ambalajlama
Özel gıda–ambalaj etkileşimi	Aroma salınımı, kötü koku tutucu

Bahçe ürünleri için aktif ambalaj olarak çeşitli ambalajlar kullanılmakla birlikte,

bunlar içerisinde en yaygın kullanılanı modifiye atmosfer (MAP) ambalajlardır.

Modifiye Atmosfer Ambalajlar (MAP)

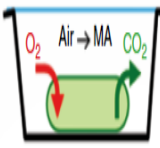
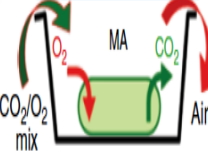
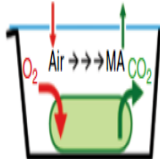
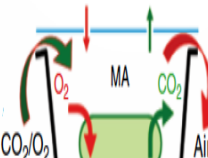
Modifiye atmosferde (özel plastik torbalarda) muhafaza olarak adlandırılan bu uygulamada, meyve-sebzeler özel gaz geçirgenliğine sahip plastik torbalar içine yerleştirilerek soğuk hava depolarında muhafazaya alınmaktadır. Modifiye atmosfer (MAP), ürün etrafında normal atmosferden farklı bir atmosfer bileşimi için ortamdan gaz alınması veya eklenmesi olarak tanımlanmaktadır. MAP uygulamalarında O₂ konsantrasyonu azaltılıp, CO₂ konsantrasyonu yükseltilmektedir. MAP uygulaması, tek başına bir ambalajlama metodu olarak kullanılmakla beraber, diğer birçok ambalajlama tekniği ile de kombine edilebilmektedir [19]. MAP, aktif veya pasif olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır.

Modifiye atmosferde depolamada ortam modifikasyonu “pasif” (meyve ve sebzeler için uygulanan) ve “aktif” (tüm gıdalara uygulanabilen) modifikasyon olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilmektedir. Pasif modifikasyon, denge modifiye atmosferde ambalajlama (EMAP)’da gıda uygun bir ambalaj materyali ile ambalajlandıktan sonra ambalaj içerisindeki atmosfer gaz bileşimi gıdanın solunumu sonucu kendiliğinden dengeye ulaşmaktadır. Bu nedenle pasif MAP, kimyasal madde kullanmadan raf ömrünün arttırılmasını sağladığından organik ürünler için de (izin verilen) ideal bir paketlemedir. Buna karşın aktif modifikasyonda denge gaz bileşiminin oluşumu, istenilen gaz kompozisyonunun direkt olarak ambalaj içine verilmesiyle (enjekte edilmesiyle) sağlanmaktadır. Aktif MAP torbaları, ön soğutması yapıp içerisine konulan yaş meyve ve sebzelerin ürettikleri gazları, özellikle etileni, solfidrik asidi, amonyumları ve bunların türevi olan alkollerini emerek dış ortama atabilmektedir. Böylece MAP iç ortamında, %3–5 O₂ ve %10–12 CO₂ gibi çok farklı atmosfer gaz bileşimlerine ulaşabilmektedir [8, 12, 18].

Pasif MAP uygulamasında ise, istenen gaz bileşimi ürün tarafından sağlanmaktadır. Kullanılan filmin gaz geçirgenliğine ve ürünün solunum hızına göre, paket içinde O₂

oranı azalır, CO₂ oranı yükselmektedir. Ancak gaz konsantrasyonundaki değişim daha uzun bir zamanda gerçekleşmektedir. Gaz bileşimindeki değişimlerle birlikte yaş meyve ve sebzelerdeki solunum yavaşlamaktadır. Bunun sonucu olarak da ambalaj içindeki ürünün metabolizması yavaşlamakta, olgunlaşma ve yaşlanma gecikmektedir. Ayrıca, bu şekilde kapalı bir ortamda sağlanan yüksek oransal nem, ürünün su ve ağırlık kayıplarını azaltarak kalitenin korunmasına da önemli katkı sağlamaktadır [8, 18].

Aktif ve pasif MAP uygulamaları ve kullanılacak malzemenin geçirgenliğine bağlı olarak ambalaj içinde modifiye atmosferin oluşum hızı ve hypoxia (oksijen yetersizliği) riski değişim göstermektedir. Uygun geçirgenlikte aktif ambalajların kullanımıyla, hem hızlıca modifiye atmosfer oluşturulabilmekte hem de hypoxia riski ortadan kaldırılabilir (Şekil 1).

Ambalaj tipi Packing type	Atmosfer bileşimindeki değişimler Changes in atmospheric composition	Olumlu ve olumsuz etkileri Positive and negative effects
Pasif MAP Passive MA Packaging		Modifiye atmosfer oluşumu yavaş gerçekleşmekte ve oksijen yetersizliği riski bulunmaktadır. Slow MA establishment and risk of hypoxia.
Aktif MAP Active MA Packaging		Modifiye atmosfer oluşumu hızlı gerçekleşmekte fakat daha yüksek oranda oksijen yetersizliği riski bulunmaktadır. Fast MA establishment but even higher risk of hypoxia.
Mikro Delikli Pasif MAP Microperforated Passive MA Packaging		Oksijen yetersizliği riski bulunmakta ama modifiye atmosfer oluşumu daha yavaş gerçekleşmektedir. No risk of hypoxia but even slower MA establishment.
Mikro Delikli Aktif MAP Microperforated Active MA Packaging		Modifiye atmosfer oluşumu hızlı gerçekleşmekte ve oksijen yetersizliği riski de yoktur. Fast MA establishment and no risk of hypoxia.

Şekil 1. MAP tiplerinin şematik karşılaştırması, avantajları ve sakıncaları [18]

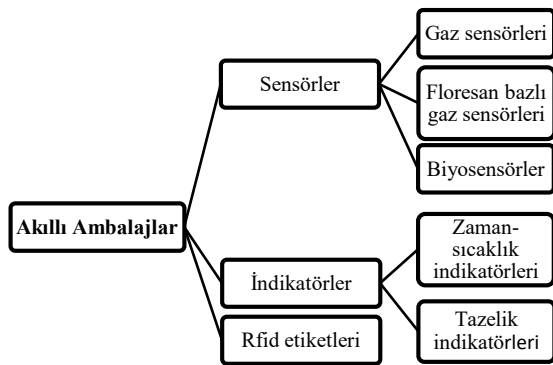
Figure 1. The comparison of MAP types, its advantages and disadvantages [18]

Akıllı Ambalajlar

Akıllı ambalajlama, nakliye ve muhafaza sırasında ambalajlanmış gıdanın kalitesi hakkında bilgi vermek amacıyla, ambalajlanmış gıdanın durumunu gözetleye bilen sistemler olarak tanımlanmaktadır. Akıllı ambalajlama sistemleri gıdanın raf ömrü boyunca iç ve dış durumunu gösterebilen diğer bir deyişle ürün kalitesi ile iletişim kurabilen ambalajlama sistemleri olarak görülmektedir. Akıllı ambalajlama, gıdanın kalitesi ve güvenliği hakkında bilgi sağlayan, üzerinde iç ya da bir dış gösterge içeren ambalaj ya da ambalaj materyali üzerine basılan etiket veya belirteçler olarak da tanımlanabilmektedir [9, 11].

Akıllı ambalajlamayı aktif ambalajlamadan ayıran en önemli fark, aktif ambalajlama sistemlerinde ürün kalitesini düşürücü faktörleri azaltmak hedeflenirken, akıllı ambalajlama sistemleri, ambalajlanmış ürünün geçmiş ve kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Akıllı ambalaj teknolojisi ürünün pazarlama zincirinde izlenebilirliğini sağlayan bir teknolojidir.

Akıllı ambalajlar çalışma prensiplerine göre, sensörlere dayalı akıllı ambalajlar, indikatörlere dayalı akıllı ambalajlar ve radyo frekanslı tanıma sistemleri (RFID) olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadırlar (Şekil 2).



Şekil 2. Akıllı ambalajların çeşitleri [13]

Figure 2. The sorts of active packages [13]

Akıllı ambalajlarda ambalaja akıllı işlevini kazandıran parçalar, sensörler, indikatörler, radyo frekansıyla tanımlama sistemleri (RFID etiketler) ve barkodlardır [13, 14]. Zaman sıcaklık göstergeleri (TTI), radyo frekansıyla tanımlama sistemleri (RFID), gaz

konsantrasyonu göstergeleri, yaş meyve-sebzeler için olgunluk göstergeleri ve mikrobiyal kalite göstergeleri akıllı ambalajlama sistemlerinin ticarileşmiş örneklerinden bazılarıdır [17].

İndikatörlerin çalışma prensibi, mikrobiyal bozulma sonucu oluşan metabolitlerin varlığında ambalaj üzerindeki etiketin renk değiştirmesine dayanmaktadır. Bu metabolitlere glikoz, organik asitler, etanol, uçucu azot bileşikler, biyogenik aminler, karbondioksit, kükürtlü bileşikler, toksinler, enzimler ve sülfür miktarları örnek verilebilir. Bu tip etiketler MAP ambalajlı ürünlerde de kullanılmaktadır [14].

Tazelik indikatörleri çalışma prensiplerine göre pH değişimine duyarlı, uçucu azot bileşiklerine duyarlı, hidrojen sülfüre (H₂S) duyarlı ve çeşitli mikrobiyal metabolitlere duyarlı tazelik indikatörleri olmak üzere 4 grupta toplanmaktadır [14].

Çeşitli mikrobiyal metabolitlere duyarlı tazelik indikatörleri iki çeşit maddeye karşı duyarlıdırlar. Bunlardan birincisi etanol, ikincisi diasetil gibi mikrobiyal metabolitlerdir. Etanole duyarlı olan indikatörlerin çalışma prensibi; ambalajın tepe boşluğunda biriken etanol miktarının alkoloksidaz, peroksidaz ve bir kromojenik substrat yardımı ile tespit edilmesi esasına dayanmaktadır. Diasetile duyarlı olan indikatörlerin çalışma prensibi ise, diasetil varlığında renk değişimlerinin gerçekleşmesidir [14].

İndikatörler gazı geçirebilen ambalajların yüzeyine yerleştirilmekte ve böylece diasetil, diasetile duyarlı olan indikatöre geçmekte ve renk değişimi tüketiciler tarafından gözlenebilmektedir. Tazelik indikatörlerine örnek olarak Ripe Sense® markalı etiketler gösterilebilir. Bu indikatör tipi ilk olarak farklı olgunluklarda tüketiciler tarafından talep edilen armutlar üzerinde denenmiştir. Armut ambalajlarına konan indikatörler, renk değişimleriyle birlikte (kırmızı renk ürünün sert olduğunu, sarı renk ise sulu bir yapıda olduğunu göstererek) tüketiciye ürün hakkında bilgi vermektedir ([14]. Olgunluk indikatörleri, meyve ve sebzelerin olgunlaşırken ürettikleri aroma bileşenlerinin ölçülmesi prensibine göre çalışmaktadır. Ambalajın üzerindeki etiket, meyvenin

olgunluk derecesine göre renk değiştirmektedir.

Ambalajlamada Nanoteknoloji Uygulamaları

Nanoteknolojik uygulamalar, ambalaj malzemesinin bariyer özelliklerini geliştirmek ve aktif ve akıllı ambalajlama tekniklerinin etkinliğini artırmak amacıyla kullanılabilmektedir. Nanometre boyutunda kaplamalar, ambalajın esnekliğini bozmadan istenen faydayı sağlayabilmektedir.

Modifiye atmosfer ambalajlarda kaplama malzemesi zaman içerisinde oksijen gibi istenmeyen gazların paket içerisine girmesine izin verebilmektedir. Nanoteknoloji sayesinde kaplamanın içine yerleştirilen birkaç nanometre kalınlığında bir metal film, hem paketin esnekliğini korumakta, hem de gazların geçişine engel olmaktadır. Nano boyutta gümüş partikülleri içeren ambalaj ve kaplamalar mikroorganizmaların üremesini engelleyerek bozulmaları azaltmakta veya geciktirmektedir.

Araştırmalar, nanometre boyutunda uygulamalarla tüketiciyi korumak konusunda yoğunlaşmaktadır. Gözle görülemeyecek kadar küçük elektronik devreler, paket içerisindeki havayı kontrol etmekte ve ürün bozulduğu zaman çıkan gazları algılayarak tüketiciyi uyuracak bir işaret verebilmektedir. Renk değiştiren boyalar gibi, paketin içindeki gaz karışımı değiştiğinde ya da paket şişmeye başladığında renk değiştirerek tüketiciyi uyaran uygulamalar da geliştirilmiştir. Diğer yandan nanoparçacıklar malzemenin dayanıklılığını, sıcaklığa dayanımını, optik özelliklerini ve geri dönüşüm özelliklerini de iyileştirmektedir. Nanoteknolojinin gıda ambalajlarında kullanılması, yeni nano-polimer malzemelerin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Nanoteknoloji, boyutları 100nm ve daha küçük maddelerden yeni yapılar veya sistemler oluşturma, bu sistemlerin karakterizasyonu, manipülasyonu ve analiz etme konularını esas almaktadır. Polimerlere entegre edilen nanoparçacıklar polimerin mekanik ve bariyer özelliklerini iyileştirmektedir [5].

Gıda ambalajlarında nanoteknoloji kullanımı 4 farklı kategoride olmaktadır [5]. Bunlar;

1–Nanomateriyallerin polimerin özelliklerini iyileştirmek için polimere eklenmesi (nanokompozit ambalaj malzemelerinin geliştirilmesi),

2–Antimikrobiyal veya oksijen emici özelliğe sahip nanoparçacıklar içeren aktif ambalajlar,

3–Gıdanın durumunu (sıcaklık, raf ömrü, oksijen miktarı gibi özellikleri) gösteren nanosensor içeren akıllı ambalajlar,

4–Biyobozunur nanokompozit ambalaj malzemeleri.

Nanopartiküller, geniş yüzey alanlarıyla birlikte, toksik kimyasal kirleticilerin bağlanabilecekleri ve taşınabilecekleri yüzeyler sağlamaları nedeniyle, insan sağlığı ve çevre için de çeşitli riskleri beraberinde getirmektedirler. Nanopartiküllerin vücudun ve hücrelerin içerisine girebilme yetenekleri toksik maddelerin vücudun içinde yayılmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da, hücre ve doku zararları ile savunma mekanizmasında bozukluklar oluşabilmektedir. Nanopartikül içeren ambalaj malzemelerinin gıdalarda kullanımına yönelik migrasyon özellikleri hakkında bilgiler bulunmamaktadır. Tüketici sağlığının korunması için nanoparçacıkların insan sağlığı ve çevre üzerindeki toksik etkilerinin araştırılması, analiz ve test yöntemlerinin belirlenmesi ve gerekli yasal düzenlemelerin, yönetmeliklerin oluşturulması gerekmektedir [5].

ÜZÜMSÜ MEYVELERDE KULLANILABİLECEK AMBALAJLAR

Üzümsü meyvelerin hasat sonrasındaki dayanımları yönünden diğer meyve türlerine göre bazı olumsuz yönleri bulunmaktadır. Bu özellikler aşağıda sıralanmıştır;

- a–Hasat sonrası ömrünün kısa olması,
- b–Klimakterik durumları,
- c–Hasat döneminde solunum hızlarının yüksek olması,
- d–Parakende satışta zorluk,
- e–Elle temasta zarar görebilmeleri,
- f–Etilenden etkilenme düzeyleri.

Üzümsü meyvelerin en büyük sorunu hasat sonrası ömürlerinin kısa olmasıdır. Bunun yanında ahududu ve maviyemiş gibi türlerde klimakterik görülmekte, ancak çilek başta

olmak üzere diğer üzüksü meyve türlerinde klimakterik görülmemektedir. Klimakterik göstermeyen türlerde hasadın ürünün tüketime uygun olduğu dönemde (yani yeme olumun döneminde) yapılma zorunluluğunun bulunması, bu meyvelerin hasat sonrasındaki ömürlerinin daha kısa olmasına neden olmaktadır. Klimakterik gösteren türler dışındaki üzüksü meyvelerin etilene duyarlılığı düşüktür. Klimakterik gösteren türlerde hasat sonrasında etilenle temas, meyvelerin hasat sonrasındaki ömrünü kısaltmaktadır. Aynı etki klimakterik göstermeyenlerde de görülmekle birlikte bu etki daha zayıf olmaktadır. Diğer yandan çilek ahududu ve böğürtlen gibi türlerde olduğu gibi bazı türlerin hasat dönemindeki solunum hızları çok yüksektir. Solunum hızı yüksek olan türlerde solunum hızının, düşük sıcaklık ve uygun ambalaj kullanımlarıyla düşürülmesi gerekmektedir.

Yukarıda sıralanan özellikler nedeniyle üzüksü meyvelerde hasat sonrası uygulamalar özellikle ambalaj seçimi çok büyük önem taşımaktadır. Bu ürün grubunda aktif ve akıllı ambalajların kullanılmasıyla kalitenin daha iyi korunması ve ürün kayıplarının azaltılabilmesi mümkün olabilecektir.

SONUÇ

Dünyada açlık sorunlarının çözümünde gıda üretiminin artırılması yanında mevcut üretimlerdeki kayıpların azaltılması büyük önem taşımaktadır. Çünkü ürün kayıplarının aşamalarına bakıldığında hasat ve hasat sonrası dönemdeki ürün kayıplarının, yetiştirme dönemine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle hasat sonrası uygulamalar, özellikle de muhafaza ve ambalajlama önemli bir konuma sahiptir.

Tüketicie sağlıklı ve güvenli gıda sunabilmenin en önemli iki aşamasından birinci aşamasını sağlıklı üretim teknikleri kullanılarak üretimlerin yapılması oluşturmaktadır. İkinci aşamasını ise ürünlerin/gıdaların güvenilir ambalaj materyalleri ile ambalajlanmaları oluşturmaktadır.

Hasattan sonra hiçbir uygulama ürüne kalite katamamakta, ancak var olan kaliteyi ortaya çıkarmakta veya korumaktadır. Bu

nedenle ambalajın etkinliği ve ambalajdan beklentilerin karşılanabilmesi için öncelikle ambalaj içine konan ürünün kaliteli olması gerekmektedir.

Günümüzde ambalajlara ürünü koruma, satışta kolaylık sağlama ve tüketicinin ilgisini çekebilme gibi özelliklerin yanında, ürün hakkında bilgi sunabilme özellikleri de eklenmeye başlanmıştır. Gelişen teknolojilerin ambalaj sektöründe de yer bulmasıyla aktif ve akıllı ambalajlar kullanıma sunulmuştur. Aktif ambalajlama uygulamalarında ürün kalitesini düşüren faktörlerin azaltılabilmesi veya engellenebilmesi amaçlanırken, akıllı ambalajlama sistemlerinde, ambalaj içindeki ürünün geçmişi ve kalitesi hakkında bilgiler sunularak ürün satışı gerçekleştirilmektedir.

Akıllı ambalajlama sistemleri ürün kalitesi ile iletişim kurabilen ambalajlama sistemleri olup özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda üretiminde önemli bir konumda olan Türkiye'nin de bu ambalajları kullanması gerekmektedir. Ülkemizde yetiştirilen tür ve çeşitlere, göre uygun ambalajların belirlenmesi ve farklı ambalajların geliştirilmelerine yönelik çalışmaların artarak devam etmesinde büyük yarar görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2019. Ambalaj (<http://www.ambalaj.org.tr/tr>; Erişim Tarihi: 07/2019).
2. Anonim, 2019. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (<http://www.gidabilimi.com.tr/gidamevzuati/yonetmelikler>; Erişim Tarihi Temmuz 2019).
3. Bener, Ö., 1995. Ambalajlı gıda maddeleri ve tüketici açısından önemi. *Standart* 35(401):115-117.
4. Çelik, İ., Tümer, G., 2016. Gıda ambalajlamada son gelişmeler. *Akademik Gıda* 14(2):180-188.
5. Çinibulak, P., 2010. Gıda ambalajlarında migrasyon (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*.
6. Dilber, F., Dilber, A., Karakaya, M., 2012. Gıdalarda ambalajın önemi ve tüketicilerin satın alma davranışlarına etkisi (Karaman ili örneği). *Gümüşhane Üniversitesi*

- İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi (e-gifder)* 3:159-190.
7. Dobrucka, R., 2013. The future of active and intelligent packaging industry. *Scientific J. Logistics* 9(2):103-110.
 8. Erkan, M., Karaşahin Yıldırım, I., Pekmezci, M., 2017. Paketleme evi uygulamaları ve derim sonrası işlemler. *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması (Editörler: R. Türk, N. Tuna Güneş, M. Erkan, M. Koyuncu) Somtad Yayınları Ders Kitabı No: 1, 185-224s.*
 9. Huff, K., 2008. Active and intelligent packaging: innovations for the future. (<http://www.iopp.org/files/public/virginiatechkarleighhuff.pdf>; Erişim Tarihi: Temmuz 2019).
 10. Karagöz, Ş., Demiröven, A., 2017. Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: modifiye atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, 6(1):9-21.
 11. Kocaman, N., Sarımehtetoğlu, B., 2010. Gıdalarda akıllı ambalaj kullanımı. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi* 81(2):67-72.
 12. Kocamanlar, E., 2009. Ambalaj ve fonksiyonları. *Ambalaj Bülteni*, Eylül/Ekim: 34-38.
 13. Öcal, D., Çakmak Karapınar, P., 2016. Akıllı ambalajlama sistemlerinin tüketicilere yansımaları. 5. *Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu İstanbul Üniversitesi*, 04-05.11.2016. 445-454.
 14. Öksüztepe, G., Beyazgül, P., 2015. Akıllı ambalajlama sistemleri ve gıda güvenliği. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi* 29(1):67-74.
 15. Özek, E.U., 2016. Ambalaj sektörü ve TRB1. *Fırat Kalkınma Ajansı*. 46s.
 16. Pereira De Abreu, D.A., Cruz, J.M., Losada, P.P., 2012. Active and intelligent packaging for the food industry. *Food Reviews International*, 28: 146-187.
 17. Robertson, G.L., 2013. Active and intelligent packaging, food packaging principles and practice. Ed.: G.L. Robertson, Third edition. CRC Taylor and Francis, New York, pp.399-428.
 18. Shinde, R., Rodov, V., Krishnakumar, S., Subramanian, J., 2019. Active and intelligent packaging for reducing postharvest losses of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Nanotechnology, First Edition. (Ed. by Gopinadhan Paliyath, Jayasankar Subramanian, Loong-Tak Lim, K.S. Subramanian, Avtar K. Handa and Autar K. Mattoo). John Wiley & Sons, Inc. Published, 171-190.*
 19. Sudhakar Rao, D.V., Srivastava, A., Ranjitha K., 2018. Active and smart packaging techniques in vegetables. *Advances in Postharvest Technologies of Vegetable Crops (Edited by Bijendra Singh Sudhir Singh Tanmay K. Koley) Apple Academic Press, Inc, 249-268.*
 20. Valero, D., Serrano M., 2010. Postharvest biology and technology for preserving fruit quality. *CRC Press Taylor & Francis Group*, 264p.