

INTELLIGENT PACKAGING USE IN FOOD INDUSTRY AND TRACEABILITY

Fatma HEPSAĞ¹, Tuğçe VAROL¹

¹*Korkut Ata University, School of Applied Sciences, Department of Food Technology, Kadirli Campus,
80750 Osmaniye, Turkey*

fatmahepsag@osmaniye.edu.tr

Geliş (Received): 15.05.2018

Kabul (Accepted):18.05.2018

ABSTRACT

Many new food packaging technologies have been developed due to consumer wishes and increased food industry. Intelligent packaging, one of the innovations that has emerged in the field of food engineering in recent years and develops day by day, It gives us information about the quality and safety of food. This system, called intelligent packaging technology, is a new technology that facilitates the implementation of the traceability system in the food production and consumption chain. Intelligent packaging technology is a system that displays microbial, chemical, electrochemical, enzymatic and mechanical changes in packaged foods.

Key words: Intelligent packaging, indicator, traceability

GIDA ENDÜSTRİSİNDE AKILLI AMBALAJ KULLANIMI ve GIDALARDA İZLENEBİLİRLİK

ÖZET

Tüketicinin istekleri ve gıda endüstrisindeki üretim ve ürün çeşitliliği artışları sebebiyle birçok yeni gıda paketleme teknolojileri geliştirilmektedir. Gıda mühendisliği alanında son yıllarda ortaya çıkan ve gün geçtikçe gelişen yeniliklerden biri olan akıllı ambalajlama; gıdanın kalitesi ve güvenliği hakkında bizlere bilgi vermektedir. Akıllı paketleme teknolojisi olarak adlandırılan bu sistem gıda üretimi ve tüketimi zincirinde izlenebilirlik sisteminin uygulanmasını kolaylaştıran yeni bir teknolojidir. Akıllı paketleme teknolojisi ambalajlanmış gıdalardaki mikrobiyal, kimyasal, elektrokimyasal, enzimatik ve mekaniksel değişimleri gösteren bir sistemdir.

Anahtar kelimeler: Akıllı ambalaj, indikatör, izlenebilirlik

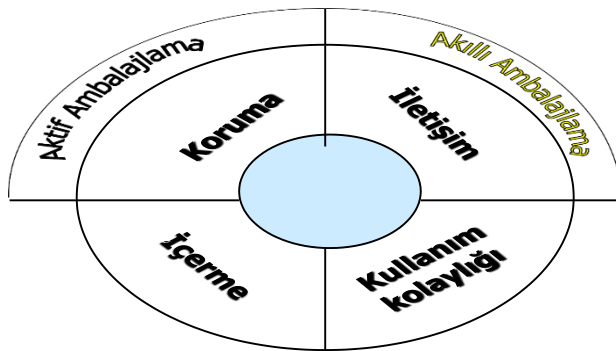
GİRİŞ

Ambalaj; içerisine konulan ürünü koruyan, ürünün taşınmasını, depolanmasını kolaylaştıran, ürünün üretiminden son tüketiciye ulaşıncaya kadar en temiz ve en güvenilir şekilde koruyan ve ürün hakkında bilgi veren, sessiz bir satıcıdır (Anonim, 2018). Tüketicilerin isteklerinin artması ve gıda endüstrisinin eğilimleri doğrultusunda gıda ambalajlarının işlevleri her geçen gün gelişmektedir. Üreticiler ambalaj materyalinin gıdayı uzun süreli taze tutmasını hedeflerken tüketiciler ise gıdanın tazeliğini paketi açmadan görmek ister (Sürengil, G., & Kılınc, B., 2011). Günümüz şartlarında gelişen ürün çeşitliliğine paralel olarak tüketiciler istekleri konusunda daha titiz davranışlar sergilemektedirler. Ürünlerin üretiminin hijyenik ve saniter açıdan güvenli olup olmadığına, sağlığımızı tehdit edici unsurlar içerip içermediğine dikkat edilmektedir. Bu yüzden gıdaları paketlemek için kullanılan ambalajlar tüketiciler için çok önemli bir parametre olmuştur (ITO, 2004).

AKILLI AMBALAJ KAVRAMI

Akıllı ambalaj teknolojisi ise gıda endüstrisinde son yıllarda hızla artış gösteren ve gelişen bir sistem olmakla birlikte tüketicinin isteklerinin artması sonucu gıdanın ilk günkü tazeliğinde olmasını sağlayan gıdaya daha az koruyucu madde katarak gıdanın raf ömrünü arttıran bir sistemdir (Han, J. 2000). Akıllı ambalaj paketlenmiş gıdanın taşınması ve depolanması sırasında ürünün kalitesi hakkında bilgi verir (Ahvenainen, R., 2003). Gıda ile insan arasında etkili bir iletişim aracıdır (Yam, K.L., 2000.) Gıdanın son kullanma tarihinden önce raf ömrü hakkında bilgi verir. (De Jong AR., vd. 2005). Akıllı etiketler olarak da bilinen bu teknoloji, ambalajlanmış gıdanın üretiminden tüketimine kadar geçen süredeki değişimleri, bozulmaları ve ürün tazeliğini izlemeye yarayan ambalaj içerisinde veya dışarısında kullanılan göstergelerdir (Yam, K.L., 2005).

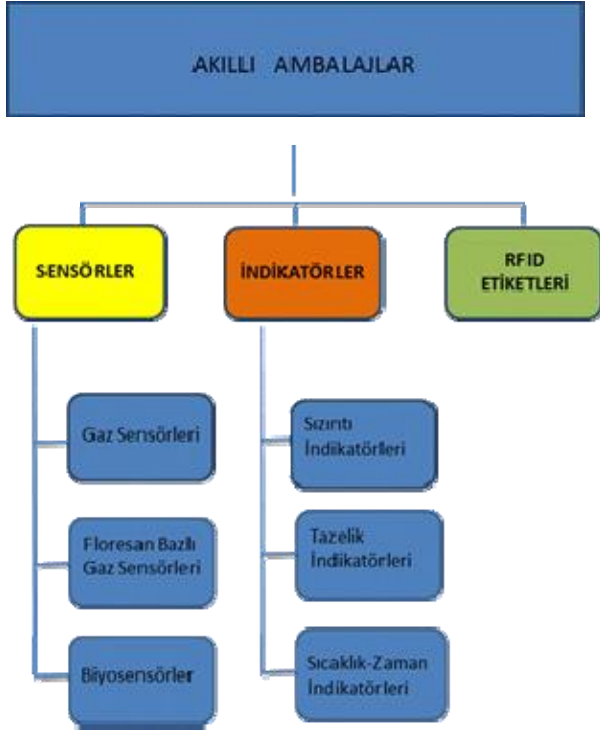
AKILLI AMBALAJLAMA FONKSİYONLARI



Şekil 1: Akıllı Ambalajlama Fonksiyonları (Karagöz, Ş., Demirdöven, A.,2017)

AKILLI AMBALAJLAMA TEKNİKLERİ

Son yıllarda gıdaların üretiminden sonra tüketiciye ulaşıncaya kadar geçecek süre içinde gıdada oluşabilecek değişiklikleri erken dönemde fark edebilmek amacıyla akıllı ambalaj kullanımı önem kazanmaya başlamıştır. Farklı yapısal özellik taşıyan başlıca akıllı ambalajların sınıflandırması Tablo 1’de verilmiştir.

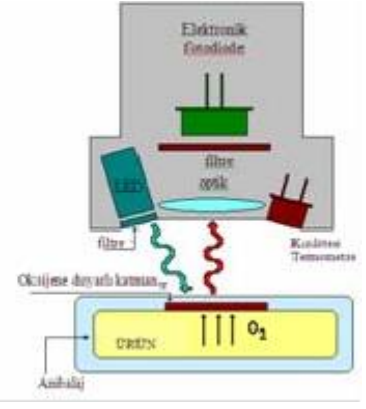
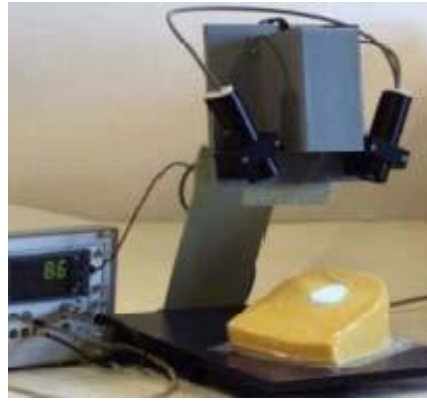


Tablo 1. Akıllı ambalajların sınıflandırılması (Yezza, I.A., 2008)

AKILLI AMBALAJLAMADA KULLANILAN SENSÖRLER

Gıda ambalajlanmasında kullanılan sensörler; ürünlerin tazeliğini, ürünlerde mikrobiyal bozulma olup olmadığını, oksidatif acılaşmayı ve sıcaklığa bağlı değişimleri göstermektedir (Kokangül, G., Fenercioğlu, H., 2012). Sensörlerin ölçümlerini gerçekleştirebilmeleri için kaynaktan sürekli olarak sinyal almaları gerekmektedir. Çoğu sensör temelde reseptör ve çevirgeçten oluşan iki birimden oluşmuştur. Reseptörler kaynaktan aldığı fiziksel ve kimyasal bilgiyi çevirgeç ölçümüne uygun enerjiye dönüştürmektedirler. Sensörler elektriksel, optiksel, termal ve kimyasal olarak sinyalleri algılamaktadırlar (Erol Demirbilek, M., 2015).

Ambalajlanmış gıdalarda meydana gelen biyolojik reaksiyonları belirleyen, kayıt eden ve ileten cihazlar biyosensörler olarak adlandırılır. Biyosensör; hücre, enzim ve antikor gibi bir biyolojik komponentten oluşur ve küçük bir dönüştürücüye bağlıdır. Biyosensörler, denemek istenen maddeyi ölçmek ve tanımlamak için kullanılan hücre ve moleküllerdeki değişiklikleri tespit eder. Test edilecek materyalin çok düşük konsantrasyonlarında bile etkilidirler. Materyal biyolojik komponente bağlandığında, dönüştürücü materyalin miktarıyla orantılı şekilde bir sinyal üretir. Yani, bir yiyecekte bakteri konsantrasyonu fazla ise, biyosensör yiyeceğin güvenli olmadığı anlamına gelen güçlü bir sinyal üretir (Turhan K. N., 2009).



Resim 1.Gaz sensörü (Han, J. 2000) **Resim 2.**Optik oksijen sensörleri (Ahvenainen, R., 2003)



Resim 3. Food Sentinel System™ (FSS) biyosensör etiket (Han, J. 2000)

AKILLI AMBALAJLAMA SİSTEMİNDE KULLANILAN İNDİKATÖRLER

Ambalajın içinde veya dışında bulunabilen indikatörler dış ortam koşulları ve tepe boşluğu gazları sayesinde gıdanın kalitesi hakkında bilgi vermektedirler. Gıdanın ambalaj içinde olduğu süre içinde sıcaklık, mikrobiyal bozulma, ambalaj bütünlüğü, fiziksel şok, orjinallik gibi özellikler için çeşitli indikatörler işlev yapmaktadır. Kullanılan indikatörlerin bir kısmı gıda ile reaksiyona girerken bir kısmı ise herhangi bir reaksiyona girmeden bilgi verebilmektedirler (Bente,F., vd. 2000).

<u>İndikatör</u>	<u>Method</u>	<u>Kullanım Amacı</u>	<u>Kullanım Alanı</u>
Sıcaklık-Süre indikatörü	Mekaniksel, kimyasal, enzimatik	Depolama koşullarını saptamak	Soğuk ve dondurulmuş koşullarda saklanan gıdalar
O ₂ indikatörü	Redoks boyalar, pH boyaları	Depolama koşullarını saptamak	Vakumlu paketlenen gıdalar
CO ₂ indikatörü	Kimyasal	Paket sızıntısı olup olmadığı	Modifiye veya kontrollü atmosferde paketlenen gıdalar
Mikrobiyel üreme indikatörü	pH boyalar, mikrobiyel metabolit boyalar	Gıdaların mikrobiyel kaliteleri	Et, balık ve tavuk gibi çabuk bozulan gıdalar
Patojen	Çeşitli kimyasal ve immünokimyasal metotlar	<i>Escherichiacoli</i> O 157 gibi spesifik patojenler	Et, balık ve tavuk gibi çabuk bozulan gıdalar

Tablo 2: Akıllı Ambalajlama Sisteminde Kullanılan İndikatörler (Gök V, Batu A, Telli R (2006)

ZAMAN SICAKLIK İNDİKATÖRÜ (TTI)

Zaman-sıcaklık indikatörleri gıda güvenliğinin ve kalitesinin devamını sağlamak, dağıtım ve depolama sürecindeki sıcaklık değişimlerini izlemek için hazırlanan etiketlerdir (Gök, V., vd. 2006). Dayanısız gıdalar yanlış sıcaklıklarda depolanırsa, mikrobiyel üreme gerçekleşir ve ürün daha kısa süre zarfında bozulur. Sıcaklık süre indikatörleri; gıdanın sıcaklık zaman geçmişini belirlemek üzere tasarlanmış ve ürünün ambalajı üzerine eklenmiştir (Taoukis, PS., Labuza TP, 1989).



Şekil 2: Zaman-sıcaklık indikatör etiket örneği (Öksüztepe G., Beyazgül P., 2015)
(Dikdörtgenin rengi dairenin renginden açıksa uygun sıcaklık ve sürede depolanmıştır)

Bu indikatörün esası; enzimatik tepkimeler sonucu gıdalardaki yağ bileşenlerinin parçalanması ile oluşan pH düşüşüne bağlı olarak renginin değişmesidir. Bu indikatörlerin kullanıldığı sistemlerde tüm dağıtım zincirinin denetimi etkin bir şekilde yapılmaktadır. Özellikle süt ürünleri, et, balık, kanatlı eti, dondurulmuş meyve ve sebzeler, dondurulmuş etler gibi çok çabuk bozulabilen gıdalar için kullanılmaktadır (Riva, M., vd. 2001).

Bu indikatörler çalışma prensiplerine ve piyasada patentli olmalarına göre 4 gruba ayrılır;

Difüzyon bazlı indikatörler,

Enzimatik zaman sıcaklık indikatörleri,

Zaman sıcaklık indikatörleri,

Polimer bazlı zaman sıcaklık indikatörleri (Kokangül, G., Fenercioğlu, H., 2012).

Diğer sistemlere göre Zaman-Sıcaklık İndikatörleri'nin avantajları; maliyetinin düşük ve ambalaj materyaline kolayca yerleştirilebilme imkanı olmasıdır. Zaman Sıcaklık İndikatörleri tarafından sunulan diğer bir imkansa; “ilk giren ilk, son giren son çıkar” yerine “zamanında veya en kısa raf ömürlü ürünün sunulması” gibi yeni stratejilerdir.

TAZELİK İNDİKATÖRLERİ

Tazelik indikatörlerinin başlıcaları pH değişimine duyarlı indikatörler, uçucu azot bileşiklerine duyarlı indikatörler, hidrojen sülfite duyarlı indikatörler, çeşitli mikrobiyal metabolitlere duyarlı indikatörler gibi sıralanabilir.

Gıdaların depolanması sırasında gerekli koşulların ihlali ve mikrobiyal bozulmalar neticesinde meydana gelen metabolitlerin (CO_2 , SO_2 , NH_3 , aminler, H_2S , organik asitler, etanol, toksin veya enzim) ve değişen gaz konsantrasyonlarının tespiti esasına göre çalışan sistemlerdir (Kruijfy, N.D., vd. 2001).

Metabolik Ürün Metodu	İndikatör
CO_2	Bromotimol bileşiğindeki renk değişimi
CO_2 , SO_2 , NH_4	Ksilen mavisi, bromokresol mavi, kresol, fenolftalein gibi indikatörlerin ambalaj malzemesinde renk değiştirmesi
CO_2 , NH_4 , aminler, H_2S	CO_2 , NH_4 amine duyarlı boyalardaki ve H_2S 'e bağlı olarak meydana gelen renk değişiklikleri
Asetik asit, laktik asit, asetaldehit, amonyak	pH boyalarında ve etiketlerinde renk değişiklikleri
<i>E.coli</i> O157 enterotoksin değişiklikleri	Polidiasetilen bazlı polimerlerdeki renk
Diasetil	Aromatik ortodiaminlerde optiksel değişiklikler
Mikrobiyal enzimler	Mikrobiyal enzimlerin kromojenik substratlarındaki renk değişiklikleri

Tablo 3: Çeşitli tazelik indikatörleri ve etki mekanizmaları (Gök, V., 2007)



Şekil 3: Tazelik indikatör örnekleri. (Anonymous, 2007)

Bazı tazelik indikatörlerini çalışma prensiplerine göre şu şekilde sınıflandırabiliriz;
a. pH değişimine duyarlı tazelik indikatörleri,

- b. Uçucu azot bileşiklerine duyarlı tazelik indikatörleri,
- c. Hidrojen sülfite duyarlı tazelik indikatörleri ve
- d.Çeşitli mikrobiyel metabolitlere duyarlı tazelik indikatörleridir (Özçandır, S. ve Yetim, H., 2010).

pH değişimine duyarlı indikatörler: Bu indikatörlerde pH boyaları kullanılmaktadır. Bu indikatörler, mikrobiyal bozulma sürecinde üretilen uçucu bileşiklerin varlığında renk değiştirmektedir.

Uçucu aminlere duyarlı indikatörler: Bu indikatörlerde ise üründe meydana gelen bozulma sonucu açığa çıkan bileşikler ile indikatörün reaksiyona girmesi, renk değişikliğine yol açmaktadır. Ürünlerin bayatlaması, bozulması ve uçucu aminleri üretmesiyle tepe boşluğunda biriken bu gazlar, reaktifle birleşir ve etiketin içindeki fitilin rengini açık pembe bir renge dönüştürerek, tüketicileri uyarmaktadır.

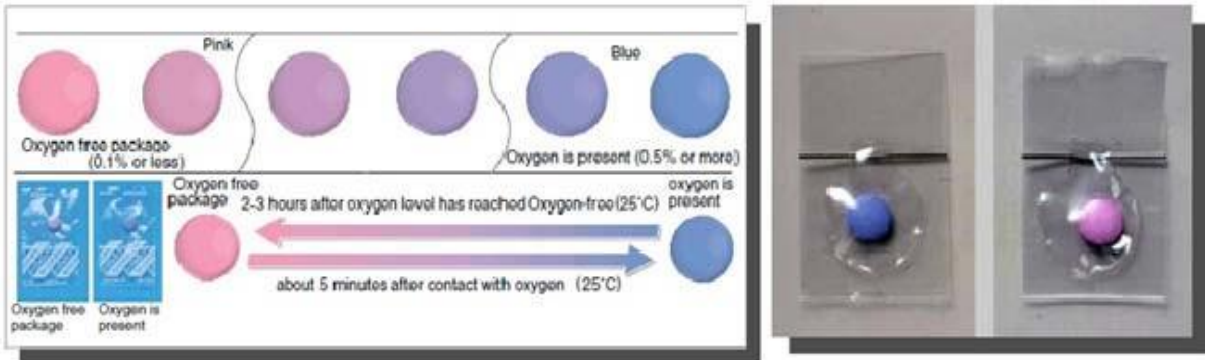
Hidrojen sülfite duyarlı indikatörler: Bu indikatörlerde ise H₂S gibi uçucu bileşikler, miyogloblin bazlı kimyasal indikatörler ile belirlenebilir.

Mikrobiyal metabolitlere duyarlı tazelik indikatörleri: Bu indikatörlerde ise paketlerin tepe boşluğunda biriken etanolün, alkol oksidaz, peroksidaz ve bir kromojenik substrat yardımı ile ölçülmesi prensibine göre çalışmaktadırlar (S.Özçandır, H. Yetim., 2010).

SIZINTI İNDİKATÖRLERİ

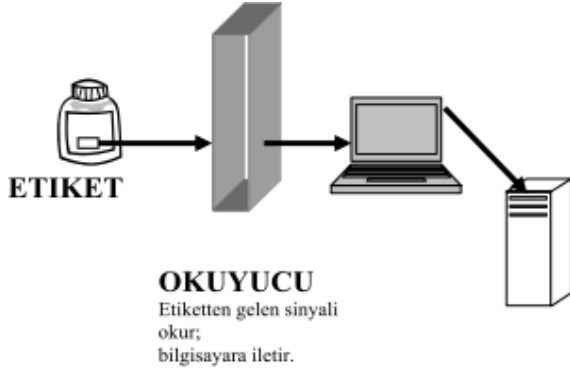
Bunlar modifiye atmosfer ambalajda kullanılan bazı gazların varlığını ya da yokluğunu gösteren sistem olup, ambalaj bütünlüğü ve sızıntıları hakkında bilgi vermektedir. Sızıntı sonucu koruyucu atmosfer tahrip olmakta ve dış ortamdan içeriye mikroorganizma bulaşması gerçekleşmektedir. Bu nedenlerden dolayı mikrobiyal gelişim hızlanmakta ve ürün daha kısa sürede bozulmaktadır. Sızıntı indikatörleri, kimyasal ve enzimatik reaksiyonların bir sonucu olarak renk değiştirirler. Oksijen ve karbondioksit indikatörleri olmak üzere iki çeşit sızıntı indikatörü kullanılmaktadır (Özçandır, S. ve Yetim, H., 2010).

İndikatörler; tablet, etiket, baskı şeklinde olabildiği gibi, polimer film kaplanarak ta formüle edilebilmektedir. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan ve ticarileştirilmiş örneği Ageless-Eye® markalı oksijen gazı indikatörleridir. Bu indikatörün yerleştirildiği ambalaj içerisindeki oksijen gazı seviyesi %0.1 in altına düştüğünde indikatör etiketin rengi pembeye, %0.5 in üzerine çıktığında ise maviye dönüşmektedir (Purma, Ç. ve Serdaroğlu, M., 2006).

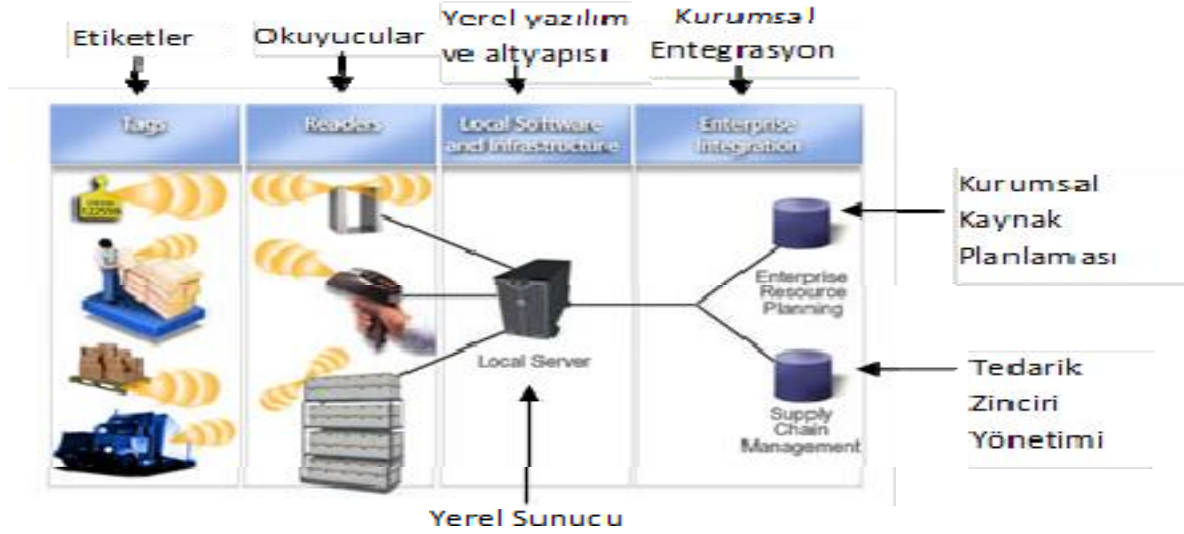


RFİD ETİKETİ

Radyo frekanslı tanıma sistemi, radyo dalgaları ile tanımlama yapan ve ürünü uzaktan izleme imkanı veren bir sistemdir (Turhan K. N., 2009). RFID sistemi , antenli bir çipten yapılan etiket (tag) ve antenli bir okuyucudan (reader) oluşur. Ayrıca radyo dalgaları ile aktarılan verilerin analizi için oluşturulan bilgisayar yazılımı bu sistemin diğer önemli bir parçasıdır (Özçandır, S. ve Yetim, H., 2010).



Şekil 4: RFID çalışma prensibi 1 (Özçandır, S., Yetim, H., 2010)



Şekil 5: RFID çalışma prensibi 2 (Özçandır, S., Yetim, H., 2010)

Kullandığı güç kaynağına bağlı olarak aktif ve pasif etiketler olarak ayrılırlar. Pasif etiketler; bataryaya sahip değildir, okuyucu tarafından aktive edilirler. Aktif etiketler ise kendi bataryasına sahiptir, kendi enerjisini kendi üretir ve okuyucuya sinyaller gönderir. Bunun yanında günümüzde hem batarya hem de okuyucudan gelen dalgaları kullanan yarı-pasif etiketler de mevcuttur (Angeles, R., 2005).

Marketlerde RFID sisteminin kurulması ile bir üründen rafta kaç adet kaldığı, depoda ne kadar stok olduğu, ürünlerden hangilerinin raf ömrünü tamamlamak üzere olduğu, doğru sıcaklıkta muhafaza edilip edilmediği gibi bilgilere otomatik olarak ulaşılabilmektedir. Barkod okuma sistemlerinden farklı olarak, alışveriş sepetindeki tüm ürünlerin tek tek okunmasına gerek kalmamakta, ürünler kasaya yaklaşınca sistem otomatik olarak

hesaplamaktadır. Bu da hem zamandan, hem de iş gücünden kazanım sağlamaktadır (Kavas, A., 2007).

SONUÇ

Üretimden – tüketime kadar tüm aşamalarda gıdaların tazeliğinin ve diğer kalite özelliklerinin kontrolü her zaman mümkün olamamaktadır. Bu yüzden geliştirilen akıllı paketleme teknolojisinde depolama sırasında oluşan çeşitli metabolit artıklarının saptanması prensibine dayanılarak geliştirilen indikatörler gerek paket içerisine gerekse de ambalaj malzemesinin bünyesine entegre edilmektedir. Dağıtım ve depolamanın tüm aşamalarında gıdaların tazeliği ve depolamada uygun sıcaklık–süre uygulanıp uygulanmadığı hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Akıllı paketleme teknolojisi kullanılarak hem tüketicinin sağlığı korunmakta hem de ekonomik kayıpların önüne geçilebilmektedir.

Aynı zamanda ürünlerdeki değişimler önceden fark edildiği için, tüketici gözünde prestij ve güven kaybı yaşamamaktadır. Gelecekte artan dünya nüfusu karşısında üretilen tarım ürünlerinin yetersiz kalma riski ürünlerin bozularak çöpe atılmasını daha vahim bir hale getirmektedir. Akıllı ambalajlama teknikleri sayesinde insanlar önceden uyarılacağı için, israfın da azalacak olması, akıllı ambalajların bir diğer avantajıdır. Buna karşılık, akıllı ambalajların belirli gıdalara veya belirli metabolitlere spesifik olması ve maliyetlerinin yüksek olması dezavantajlarını oluşturmaktadır. Geliştirilen yeni teknolojilerle etiket ve ambalajlara akıllılık vasfı yüklenerek gıda güvenliğinin sağlanması, izlenebilirliğin verimli hale gelmesi ve gıda kalitesinin sürekli iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Sonuç olarak ülkemizde henüz herhangi bir uygulama alanı bulamayan bu tür etiket sistemlerinin önümüzdeki dönemlerde daha da yaygınlaşacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] - Anonim, 2018. <http://www.ambalaj.org.tr/tr/ambalaj-ve-cevre-ambalaj-nedir.html>
- [2] - Sürengil, G., Kılınç, B., 2011. Gıda ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. *Journal of Fisheries Sciences* 5(4): 317-325.
- [3] – ITO, 2004. İstanbul Ticaret Odası. Avrupa Birliğine Giriş Sürecinde Ambalaj Sektörü. Yayın No: 2004-37, İstanbul.
- [4] – Han, J., 2000. Antimicrobial food packaging, *Food Technol.* 54: 56-65.
- [5] – Ahvenainen, R., 2003. *Novel food packaging techniques*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd. 5–21.
- [6] – Yam, K.L., 2000. *Intelligent Packaging for the Future Smart Kitchen*. *Packaging Tech. Sci.* 13: 83 – 85.
- [7] - De Jong AR, Boumans H, Slaghek T, Van Veen J, Rijk R, Van Zandvoort M., 2005. Active and intelligent packaging for food: Is it the future?. *Food Addit. Contam.*, 22(10): 975–979.
- [8] - Yam, K.L., 2005. Takhistov, P.T., Miltz, J., *Intelligent Packaging. Concepts and Applications*, *J. Food Sci.*, 70; 1-9.

- [9] - Yezza, I.A., 2008. Active/Intelligent Packaging: Concept, Applications and Innovations, 2008 Technical Symposium, New Packaging Technologies to Improve and Maintain Food Safety, September 18-19, Toronto.
- [10] - Kokangül, G., Fenercioğlu, H., 2012. Gıda endüstrisinde akıllı ambalaj kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 7(2): 31-43.
- [11] - Erol Demirbilek, M., 2015. Tarımda ve gıdada nanoteknoloji. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi* 15: 46-53.
- [12] - Turhan K. N., 2009. Gıda Ambalajlamada Yeni Teknolojiler, *Dünya Gıda Dergisi*, Uzman Gözüyle, Aralık.
- [13]- Bente,F., Hellstorm,T., Henrysdotter,G., Hjulmand-Lassen,M., Rüdinger,J., Sipilainen-Malm,T., Solli,E., Svensson,K., Tharkelsson,E.A., Tuomaala,V., 2000. Active and Intelligent Food Packaging, a nordic report on legislative aspects. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, pp.13-21.
- [14] - Gök, V., Batu, A., Telli, R., 2006. Akıllı paketleme teknolojisi. *Türkiye 9.Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu.
- [15] – Taoukis, PS., Labuza TP, 1989. Time–Temperature Indicators, *FoodTechnology*, 45 (10) 70–82.
- [16] – Öksüztepe G., Beyazgül P., 2015. Akıllı Ambalajlama Sistemleri ve Gıda Güvenliği *F.Ü. Sađ. Bil. Vet. Derg.* 29 (1): 67 – 74.
- [17] - Riva, M., Piergiovanni, L., Schiraldi, A., 2001. Performances of time temperature indicators in the study of temperature exposure of packaged fresh foods. *Packaging Technology and Science* 14(1): 1–9.
- [18] - Kruijfy, N.D., Beesty M.V., Rijky, R., Sipiläinen- Malm, T., Losada, P.P., Meulenaer, B.D., 2002. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. *Food Additives and Contaminants* 19(1): 144-162.
- [19] - Gök, V., 2007. Gıda paketleme sanayinde akıllı paketleme teknolojisi. *Gıda Teknolojileri Dergisi* 1: 45-58.
- [20] - Özçandır, S. ve Yetim, H., 2010, Akıllı Ambalajlama Teknolojisi ve Gıdalarda İzlenebilirlik, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1) 1-11.
- [21] - Anonymous, 2007a, <http://www.freshcheck.com/reading.asp>
- [22] - Purma, Ç. ve Serdaroğlu, M., 2006. Akıllı Ambalajlama Sistemlerinin Gıda Sanayiinde Kullanımı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs, Bolu.

- [23] - Yezza, I.A., 2008. Active/Intelligent Packaging: Concept, Applications and Innovations, 2008 Technical Symposium, New Packaging Technologies to Improve and Maintain Food Safety, September 18-19, Toronto.
- [24] - Özçandır, S., Yetim, H., 2010. Akıllı ambalajlama teknolojisi ve gıdalarda izlenebilirlik. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 5(1): 1-11.
- [25] - Angeles, R., 2005. RFID technologies: supply- chain applications and implementation issues. *Information Systems Management* 22(1): 51-65.) 32.
- [26] - Kavas, A., 2007. Radyo Frekans Tanımlama Sistemleri. *Elektrik Mühendisliği*, 430. sayı, Nisan 2007.
- [27]- Gök V, Batu A, Telli R., 2006. Akıllı Paketleme Teknolojisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs, Bolu.
- [28]- Karagöz, Ş., Demirdöven, A.,2017. Gıda Ambalajlamada Güncel Uygulamalar: Modifiye Atmosfer, Aktif, Akıllı ve Nanoteknolojik Ambalajlama Uygulamaları. *GaziosmanpaşaBilimselAraştırmaDergisi*2146-8168;9-21.