PLASTİK FİLM AMBALAJ MALZEME BİLEŞENLERİNİN MİGRASYONU

MIGRATION OF THE PLASTIC FILM – PACKAGE COMPONENTS

Pelin HAYTA[1]*
Semiha YENİDOĞAN[2]
Cem AYDEMİR[2]
Begüm MUTLU[3]

ABSTRACT

Nowadays plastics are preferred for so many reasons such as being lightweight, being in a flexible/hard structure and being able to resistant against crushing and other hits. These plastic packages are common in packaging many products especially ın food. Migration is used to define the transfer and the interaction of the chemical materials used in packaging with the food. The migration in plastic packages depends on some factors as; structure of the food, interaction duration, interaction heat, package structure and the components in it. Especially the monomers being free in the structure of the plastics which are inappropriately processed and the low weighted compounds are the reasons for the migration. Having migration over some definite levels can cause negative effects in terms of human health.

In the concept of the study, the factors revealing the migration, the effect of the chemicals in plastic package materials over the migration are examined via migration tests at printed and non-printed plastic packages.

Key word: polymers, package, contamination, migration

ÖZET

Günümüzde plastikler hafif olmaları, esnek/sert yapıda olabilmeleri ve kırılma gibi dış darbelere dayanıklı olma özelliklerinden dolayı gıda başta olmak üzere birçok ürünün ambalajlanmasında tercih edilmektedirler. Plastik ambalajların üretimi sırasında kullanılan kimyasal maddelerin gıda ile etkileşimi ve transferi plastik ambalajlarda migrasyon olarak tanımlanmaktadır. Migrasyonun plastik ambalajlarda oluşması gıda yapısı, temas süresi, temas sıcaklığı, ambalaj yapısı ve ambalaj içeriğindeki bileşenlere bağlıdır. Özellikle uygun yöntemlerle işlenmeyen plastiklerin yapılarında kalan serbest monomerler ve düşük molekül ağırlıklı bileşikler migrasyona neden olur. Migrasyonun belirli değerlerin üzerinde ortaya çıkması da insan sağlığı açısından olumsuz etkilere neden olabilir.

*1 * Öğr. Gör., Sinop Üniversitesi, Gerze Meslek Yüksekokulu, Grafik Tasarım Bölümü*
2 Doç. Dr., Marmara Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Basım Teknolojileri Bölümü
3 Öğr. Gör., Nişantaşı Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Basım ve Yayın Teknolojileri Programı, begum.mutlu@nisantasi.edu.tr

Çalışma kapsamında migrasyonu ortaya çıkaran faktörler, plastik ambalaj malzemelerinin yapısındaki kimyasal maddelerin migrasyona etkisi ve migrasyon testleri incelenerek baskılı ve baskısız plastik ambalajlarda migrasyon konusu irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: polimerler, ambalaj, kontaminasyon, migrasyon

1. GİRİŞ

Ambalaj; her türlü ürünü üreticiden tüketiciye ulaşıncaya kadarki süreçte ve tüketim süresi boyunca koruyacak nitelikte olmalıdır. Bazı ambalaj malzemeleri fiziksel ve kimyasal yapısına ve dış etkenlere bağlı olarak gıdaya nüfus etme eğiliminde olabilirler. Gıdalarla temas eden ambalaj malzemeleri gıdaların yapılarının bozulmasına sebebiyet verebilirler. Özellikle ambalaj ürünlerinde yaygın olarak kullanılan plastik esaslı malzemeler uygun olmayan işleme koşulları ve farklı ortam sıcaklıkları sonucunda migrasyonu oluştururlar. Migrant olarak gıdaya geçen maddeler gıdanın organoleptik özelliklerini etkileyebilir ve bunlardan bazıları toksik, kanserojen vb. olabilirler. Zararlı olan bileşenlerin gıdaya geçmesi insan sağlığı ve çevre konusunda olumsuz etkilere neden olabilir. Örneğin; gıda ambalajı olarak kullanılan PVC'nin yapısındaki vinil klorür kanserojendir. Fakat polimerizasyon sırasında vinil klorür monomeri PVC'ye dönüşür ve böylece serbest vinil klorür miktarı insan sağlığına zararlı olmayacak düzeye inerse PVC'nin gıda ambalajı olarak kullanımı uygun olur [1].

Ambalaj malzemesinden gıdaya olan göç, gıda için bozucu veya iyileştirici sonuçlar doğurabilir. Toksik bileşenlerin gıdaya olan migrasyonu gıda güvenliğine yönelik ciddi bir risktir. Benzer şekilde belirli maddelerin gıdaya migrasyonu yine gıdanın duyusal olarak bozulmasına neden olabilir. Diğer bir yandan antioksidanların ve anti mikrobiyal maddelerin gıda üretiminde belirli oranda gıdaya katkı maddesi olarak migrant olması ürünün raf ömrünü iyileştirmektedir [2].

Gıda üretiminde ambalajın amacı, içerisine konulan ürünü mikrobiyal – kimyasal kontaminasyonlardan, oksijen, su buharı ve ışıktan korumaktır. Ambalaj malzemesi insan sağlığını tehdit eden bir faktör olmamalıdır [3].

Tüketici sağlığını korumak ve gıda maddelerine migrasyonla herhangi bir kirliliğin gelmesini engellemek için plastik malzemelerle ilgili iki tür migrasyon limiti oluşturulmuştur: Birincisi gıda ile temas eden malzemelerden gıda maddesine geçebilen tüm maddeler için oluşturulmuş bir limittir ve toplamda 10 mg madde/dm^2 (ambalaj malzemesinin alanı) geçmemelidir. İkincisi spesifik migrasyon limitidir ve gıdaya geçebilen her bir madde için toksikoloji değerlendirilmesine dayanarak sabitlenmiştir. Spesifik migrasyon limiti genelde Avrupa Bilimsel Gıda Komitesi tarafından belirlenen kabul edilebilir veya tolere edilebilen günlük alıma göre oluşturulur. Spesifik malzemeler için mevzuatlar çerçeve çalışmaları tüzüğünde listelenen malzemeler grubunu kapsar. Son zamanlarda spesifik malzemelerdeki mevzuatlar seramikler (kadmiyum ve kurşun migrasyon limiti), rejenere edilmiş selüloz filmler, plastikler ve geri dönüşümlü plastikler içindir [4].

İnsan sağlığı ve çevre açısından tehdit oluşmaması için diğer ambalaj türlerinde olduğu gibi plastik ambalajda da migrasyonu ortaya çıkaran faktörler belirlenerek güvenilir gıda ambalajları üretilmelidir. Migrant olan maddelerin etkileşim türleri ve plastiğin yapısındaki

kimyasalların ne derece migrasyona neden oldukları migrasyon testleri yardımıyla belirlenmelidir. Böylelikle üretilen plastik ambalajların gıdaların organoleptik özelliklerini ve insan sağlığını etkilememesi için gerekli önlemler alınabilir.

2. AMBALAJ MALZEMESİ OLARAK KULLANILAN PLASTİK MALZEMELER

Ambalaj malzemesi olarak kullanılan ve ticari adını plastik olarak nitelendirdiğimiz termoplastikler, ısıtıldığı zaman eriyebilen ve yeniden şekillendirilebilen polimerlerdir. Bir kere eritildikten sonra enjeksiyon kalıplama ve ekstrüzyon gibi tekniklerle her türlü şekilde kalıplanabilme özelliğine sahiptirler. Bu da plastik malzemenin gıda ambalajlamada tercih edilme sebeplerinden biridir [3]. Plastikler yapısal özelliklerine göre farklı türlerde olabilmektedirler.

2.1. Plastik Türleri

Polietilen Tereftalat (PET): Tamamen geri dönüştürülebilir yapıda olan polietilen tereftalat; polyester ailesine ait poli kondenzasyon metoduyla üretilen termoplastiktir. Polyester grubundan olan PET, doğrusal bir termoplastik polimerdir. Genellikle sentetik elyaf, gıda paketleme endüstrisi ve özellikle şişeleme gibi alanlarda oldukça yaygın kullanılmaktadır. Formülü (C10H8O4) n'dür. Erime 235°C ve 260°C arasında olan polietilen terefitalat; yüksek sertlik, iyi işlenebilirlik, boyutsal kararlılık ve güneş ışınlarına (UV) dayanımı özellikleriyle tercih edilmektedir. Özellikler yiyeceklerin ve içeceklerin ambalajlanmasında koku, su ve gaz geçirgenlikleri düşük olduğu için kullanılmaktadırlar.

Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE): Paketleme, ince film kaplama, boru gibi üretim endüstrilerinde kullanılan HDPE; Polietilen petrolden üretilen bir termoplastik polimerdir.

Polietilen Tereftalat (PET): Tamamen geri dönüştürülebilir yapıda olan polietilen tereftalat; polyester ailesine ait poli kondenzasyon metoduyla üretilen termoplastiktir. Polietilen terefitalat; yüksek sertlik, iyi işlenebilirlik, boyutsal kararlılık ve güneş ışınlarına (UV) dayanımı özellikleriyle tercih edilmektedir. Özellikler yiyeceklerin ve içeceklerin ambalajlanmasında koku, su ve gaz geçirgenlikleri düşük olduğu için kullanılmaktadırlar.

Düşük Yoğunluklu Polietilen (LDPE): Düşük yoğunluklu bu polietilen, radikal zincir polimerizasyonu yöntemi ile sentezlenir. HDPE'ye göre daha çok dallanma gösteren bir polimerdir. LDPE gıda ambalajı olarak en yaygın kullanıma sahiptir.

Polivinil Klorür (PVC): Vinil klorür monomerlerinin polimerizasyonu ile elde edilir. Uzun ömürlü, hafif ve sudan etkilenmeyen yapıları tercih edilmesini sağlamaktadır. Termoplast bir ürün olarak farklı işlemeler neticesinde sert, yumuşak, opak ve saydam formlarda elde edilebilmektedir. Genellikle yumuşak formda elde edilen polivinil klorürler film veya folyo gibi malzemelerin üretiminde ve ambalajlamada yer alırlar.

Polipropilen (PP): Polipropilen kimyasal solventlere, asit ve bazlara karşı çok dirençlidir. Polipropilen monomer propilenin polimer hale getirilmesiyle elde edilen bir termoplastiktir. Polietilenden sonra dünyada kullanımı en yaygın olan ikinci plastik türüdür.

Polistiren (PS): Ucuz ve sert bir termoplastik polimer olan Polistiren, kolay işlenir ve yoğurt,

ayran, dondurma ambalajları gibi birçok gıdanın ambalajlanmasında kullanılır. Polistiren, aromatik stiren monomerinden sentezlenir.

Polikarbonat (PC): Düşük özgül ağırlığa sahip olan Polikarbonat yüksek darbelere dayanıklıdır. Kolay işlenebilir olmasından dolayı ticari polimerler arasında yer almaktadır. Gıda ambalajlarında kullanımı tercih edilir.

2.2. Plastik Üretiminde Kullanılan Katkı Maddeleri

Plastiklerin üretiminde kullanılan katkı maddeleri katalizörler, emülgatörler, plastifiyanlar, ısı ve ışık stabilizörleri, antioksidanlar, UV ışığı absorbe ediciler, antistatik maddeler, renklendiriciler, dolgu maddeleri ve yağlayıcılardır [5].

Plastik ambalaj üretiminde; iki yüzey arasındaki sürtünme, aşınma ve ısıyı azaltmak için yağlayıcılar, plastiğe rengini vermek için renklendirici olarak pigment veya boya, plastiğe yumuşaklık ve esneklik sağlaması için plastifyanlar, plastiğin kolay işlenebilmesi için dolgu maddeleri, UV ışınlardan etkilenmemesi için UV stabilizörler kullanılır.

2.3. Plastik Malzemelerden Gıdaya Migrant Olabilen Maddeler

Plastik malzemeden gıdaya migrant olabilecek migrantlar; başlangıç bileşenleri, monomerler, katalizörler, çözücüler ve ambalaj katkılarıdır. Bunların yanı sıra, plastikleştiriciler, ışık stabilitörleri, ısıl stabilitörler, yağlanma ajanları, statik elektrik önleyiciler, optik özellikleri modifiye ediciler, bütil hidroksitoluen (BHT) ve Irganox gibi antioksidan özellikteki koruyucu katkı maddeleri ile adipik asit, tolüen, bütanon 2 – etil asetat, hekzan gibi çözücüler de materyalden ürüne migrant olabilmektedir [6]. Plastik ambalaj malzemelerinde bulunan ve migrant olan bu katkı maddeleri ve çözücüler çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Tablo 1).

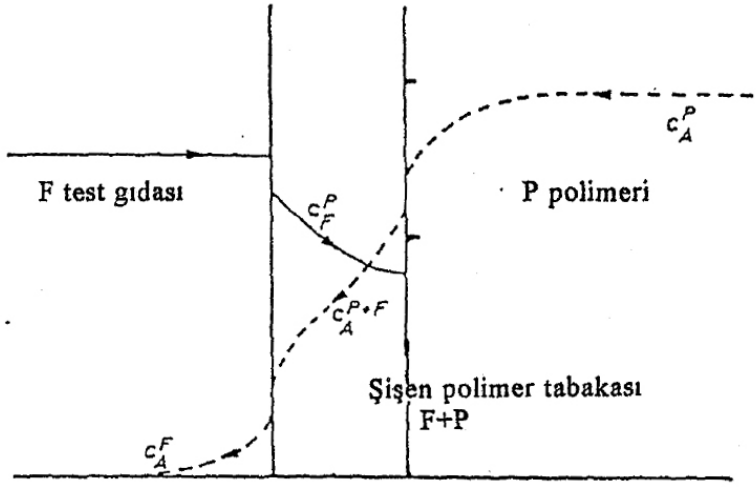
Tablo 1. Plastik ambalaj malzemelerinin tartışılan insan sağlığına zararları [3].

1. PET	Sızma Sb (Antimon)		+	+	+					
2.HDPE	Sağlık açısında katkısız olursa diğer plastiklere göre daha güvenli .									
3. PVC	Dioxin	+	+	+					+	
	Bisphenol A (BPA)	+	+		+					+
	di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP)		+	+						
	Vinil chloride	+	+							
	Ethylene Dichloride (EDC)	+		+				+	+	
4.LDPE	Daha güvenli olarak Kabul edilir. Katkılar,boyalar daha riskli yapabilir.									
5. PP	Diğer plstiklere göre daha az riskli olduğu kabul edilmektedir.									
6. PS	Styrene,									
	Benzen	+	+	+	+	+				
7. PC	Bisphenol A (BPA)	+	+		+					+

PLASTİK AMBALAJLARDA MİGRASYONU ORTAYA ÇIKARAN FAKTÖRLER

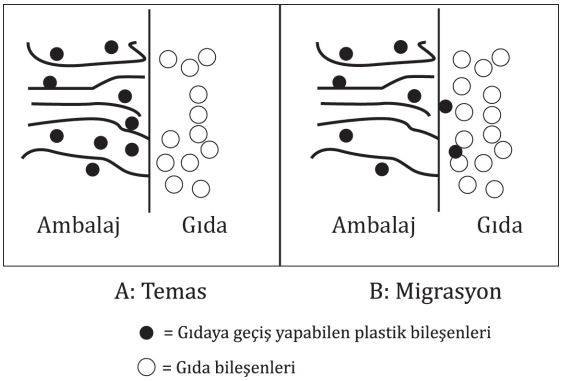
Migrasyon; ambalajlama ve depolama sıcaklığı, uv ışığına maruz kalma ve ürünün depolama süresi gibi koşullara bağlı olarak ambalaj materyali ile gıdanın etkileşime girmesidir [6].

Migrasyon, toplam ve spesifik olarak ambalajdan - gıdaya ve gıdadan - ambalaja iki yönlü gerçekleşir. Toplam migrasyon, ambalaj malzemesinden gıdaya geçen toplam madde miktarıdır. Spesifik migrasyon ise özellikle toksikolojik açıdan önemli olan ya da migrasyon mekanizmasını ve miktarını belirlemek için düzenlenmiş deneylerde kullanılan bileşiklerden bir ya da iki tanesinin belirlenmesidir [1]. Ambalaj malzemesi ile gıdanın etkileşimi sonucu ortaya çıkan migrasyon difüzyondur. Bu difüzyonda ambalaj malzemesinden gıdaya düşük molekül ağırlığına sahip bileşenler transfer olurken, kimyasal potansiyeli yüksek olan alandan düşük olan alana doğru difüzlenmeye bir eğilim olur. Plastik ambalaj malzemesinden gıdaya geçiş yapması olası maddeler düşük molekül ağırlığına sahip bileşenlerdir. Bu bileşenler; plastik ambalaj malzemesinin yapısındaki monomerler veya oligomerler olabildiği gibi plastik malzemeye polimerin işlenmesi sırasındaki ilave edilen katkı maddeleri de olabilir [7].



Şekil **1.** Polimer – Gıda Etkileşiminde Migrasyon Modeli [7]

Şekil 1'incelendiğinde polimer tabakasına geçen gıda ve bu gıda bileşeniyle şişen bir ara polimer tabakası görülmektedir. Katkı maddelerine ait konsantrasyon eğimi; şişme olmayan polimer tabakasında difüzyonun gerçekleştiği, şişmenin görüldüğü tabakada ise katkı maddelerinin çok daha hareketli olduğu ve ara yüzeyde konsantrasyonun birden bire değiştiği varsayılarak belirlenmektedir [7].



Şekil **2.** Plastik malzemenin sıvı gıdayla olan etkileşimi

Plastik ambalaj malzemesinde migrasyonu ortaya çıkaran faktörler farklı parametrelere bağlı olarak değişebilmesine karşın başlıca etkenler bulunmaktadır. Bunlar;

Temas Süresi: Plastik ve gıdanın temas süresi doğru orantılı bir şekilde migrasyonun oluşmasında etken olur (Şekil 2).
Sıcaklık: Sıcaklığın belirli dereceler üzerindeki artışı ile plastik malzeme migrasyonu artabilir.
Migrantların konsantrasyonu: Malzemenin yapısında bulunan katkı maddelerinin (migrantlar) başlangıç konsantrasyonu, migrasyon oluşumu ve artışıyla beraber doğru orantılıdır.
Plastik malzemenin kalınlığı: Plastik malzemenin belirli bir kalınlığa kadar migrasyon değeri kalınlıkla doğru orantılı olarak artmaktadır. Migrasyon artışının son bulduğu bu malzeme kalınlığı "Sınır Kalınlık" olarak ifade edilir ve her bir plastik malzemesinin türüne göre bu değer farklılık gösterebilir.
Plastik ve migrantların yapısal özelliği: Yapılan araştırmalar plastik çeşitlerine göre migrasyon değerlerinin farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Plastik malzemeler çeşitlerine göre yoğunluk, erime akış indeksi gibi farklı yapısal özelliklerdedir ve bu farklılıklar migrasyon değerlerinde değişime neden olmaktadır. Migrasyon değerleri plastik türlerine göre sırasıyla LDPE > HDPE > PP > HIPS > PS > Sert PVC şeklinde giderek azalan bir yapıdadır. Plastiğin yoğunluğunun artmasıyla migrasyon değerinde azalma gerçekleşmektedir. Bunun yanı sıra plastik malzemeden gıdaya geçiş yapan migrantların molekül ağırlıkları migrasyonu etkilemektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Molekül ağırlıklarına bağlı olarak migrantların davranışları [7].

Migrantların Molekül Ağırlıkları	Örnekler	Özellikler
M<250	- Monomerlerin büyük bir çoğunluğu - Katkı maddeleri - Polimer ve katkı maddelerinin bozunma ürünleri	Herhangi bir gıda simulantına çok hızlı migrasyon Kuru gıdalara da geçiş mümkündür

250<M<1000	- Bazı monomerler - Katkı maddelerinin büyük bir çoğunluğu - Reaksiyon ürünleri	Yağlı gıda simulantına hızlı migrasyon
Molekül ağırlığı daha yüksek olanlar	- Katkı maddeleri - Polimerik katkı maddeleri - Oligomerler	Gıda ve gıda simulantına migrasyon az miktarda olur ya da hiç olmaz

4. MİGRASYON TESTLERİ

Yasal koşullara göre gıdayla temas eden her bir ambalaj malzemesi için migrasyon değerleri belirli bir sınırın altında olmalıdır. Üretilen ambalajların bu sınır değerin altında olup olmadığını belirlemek üzere migrasyon testleri yapılmaktadır. Plastik malzemeden gıdaya geçen maddelerin değerini belirlenmek için "toplam migrasyon testleri" ve "spesifik migrasyon testleri" yapılmaktadır [2].

Toplam Migrasyon Testleri: Toplam migrasyon testlerinde ambalajdan gıdaya geçen tüm maddelerin (monomerler, katkı maddeleri vb.) toplam miktarı belirlenmektedir [7]. Toplam migrasyon testleri gıdaya temas eden plastik esaslı malzemelere uygulanır.

Toplam migrasyon testleri gerçekleştirilirken plastik materyalin gıda simulantında bekletme süre ve sıcaklığı olarak o gıdanın gerçekteki saklama koşullarını (sıcaklık/süre) uygulamak çoğu zaman olanaksızdır. Bu nedenle migrasyon testlerini daha pratik hale getirmek için aynı miktarda madde geçişini sağlayabilecek şekilde gerçek kullanım koşullarından daha yüksek sıcaklıklarda daha kısa sürede uygulanabilecek test koşulları geliştirilmiştir [7]. Geliştirilen bu koşullar birçok ülkede standardize edilmiştir.

Spesifik Migrasyon Testleri: Spesifik göç, belirli maddelerin toksikolojik önemi ile sınırlı göçünü ifade eder [2]. Spesifik migrasyon özellikle toksikolojik açıdan önemli olan ya da migrasyon mekanizmasını ve miktarını belirlemek için düzenlenmiş deneylerde kullanılan bileşiklerden bir veya birkaç tanesinin belirlenmesi amacıyla yapılır [8].

Spesifik migrasyon özellikle toksik etkisi olan maddelerin geçiş miktarının belirlenmesi açısından önemlidir. Madde göçünün limitlerin altında olup olmadığının kontrol edilmesinde uygulanır. Toplam migrasyon hem toksik maddelerin hemde toksik olmayan maddelerin toplam göç miktarını verirken spesifik migrasyon yalnızca toksik maddelerin göç miktarını verir [7].

5. SONUÇLAR

Plastik film ambalaj malzeme bileşenlerinin yapısında bulunan katkı maddeleri ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde görülmüştür ki; bu maddelerin gıda ile etkileşimleri sonucunda insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek koşullar ortaya çıkabilmektedir. Özellikle migrasyonu ortaya çıkaran sıcaklık, temas süresi gibi faktörler dikkate alınmadığında bileşenlerin etkileşimi ile gıdanın yapısını bozan migrasyon aynı zamanda insan sağlığı için de bir tehdit olmaktadır. Bu tehdidi önlemek amacıyla zorunlu yasal düzenlemeler ve

standardizasyonlar dikkate alınmalıdır.

Güvenilir gıda anlayışı kapsamında gıdanın raf ömrü ve gıdanın organoleptik özellikleri ambalajın kalitesine bağlıdır. Plastik film ambalajlarda ise kaliteyi belirleyen en önemli faktörlerden birisi plastiğin yapısındaki bileşenlerin migrasyonunun belirli yasal limitler altında olmasıdır. Bu yasal limiter ve analiz yöntemleri ülkemizde ve dünyada belirli kuruluşlar tarafından belirlenmiştir. Ülkemizde güvenilir gıda ambalajı üretmek için Türk Gıda Kodeksi tarafından "Gıda Maddeleri ile temasta bulunan madde ve malzemeler tebliği" ile temasta bulunan madde ve malzemelerin tekniğine uygun ve hijyenik şekilde üretim, işleme, depolama, taşıma ve pazarlamasını sağlamak üzere bu madde ve malzemelerin özellikleri belirtilmektedir. Yine ülkemizde Türk Gıda Kodeksi tarafından plastik malzemelerin migrasyonuna ilişkin olarak "Gıda Maddeleri ile Temasta Bulunan Plastik Madde ve Malzemelerin Bileşenlerinin Migrasyon Testi İçin Temel Kurallar Tebliği" ile gıda maddeleri ile temasta bulunan plastik madde ve malzemelerin bileşenlerinin gıdaya migrasyonuna ilişkin analizler için gerekli olan kurallar belirtilmiştir.

Sonuç olarak; plastik esaslı ambalajların üretiminde migrasyonun önemli bir etken olduğu dikkate alınarak yasal sınırlamalara ve test sürecindeki standardizasyonlara uygun üretim yapılmalıdır. Böylelikle kanser, karaciğer hastalıkları, cilt sorunları gibi insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek durumlar önlenmiş olacaktır.

6. KAYNAKLAR

[1] Kızılırmak, Ö., (1996), "**Çeşitli Plastik Ambalajlardan Gıdalara Geçen Toplam Madde (Toplam Migrasyon) Miktarlarının Belirlenmesi**", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 5 – 8, 24 – 25.

[2] Meulenaer, B. D., (2002), "**Chemical Interactions Between Packaging Materials and Foodstuffs**", Ghent University Open Archive, 9, 37.

[3] Yıldız, F., İlalan, K., (2013), "**ODTÜ Gıda Ambalaj Malzemeleri Araştırma Projesi**", Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Sağlıklı Yaşam Projesi, 21-28, 180, 185.

[4] https://firatozel.wordpress.com/ , (Erişim Tarihi: 20.09.2018), "**Gıda Ambalajlarında Migrasyon**", Açık arşiv Pdf, 4.

[5] **Çinibulak, P., (2010), "Gıda Ambalajlarında Migrasyon**", Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 19-22, 29.

[6] Altuntaş, Ü., (2014), "**Türkiye'de Satışa Sunulan Bazı Gıdalarda Ambalaj Materyallerinin Migrasyonun Ölçülmesi**", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 5, 9, 14.

[7] **Çalışkan, S., (2001), "Yağlı Gıdaların Ambalajlanmasında Kullanılan Bazı Plastik Materyallerin Toplam Migrasyon Değerlerinin Saptanmasında İzooktan Kullanılması**", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 17, 22, 23.

[8] Doğan, C., (2010), "**Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemeler, Migrasyon Testleri ve İlgili Yönetmelikler**", Tübitak MAM, İstanbul, 9.

[9] Ardic, M., Kahve, H. I., Duran, A., (2015), "Chemical Migration in Food Technology", Academic Journal of Science, ISSN: 2165-6282, 164, 166.

[10] Esmer, Ö. K., (2003), "**Karbondioksitli İçecek Ambalajı Olarak Kullanılan Pet Şişelerin Bazı Migrasyon Özeliklerinin Belirlenmesi**", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2.

[11] **Özhan, G., (2016), "Gıda Ambalaj Materyallerinin Güvnilirliği**", (AVES İstabul) İstanbul Üniversitesi Akademik Veri Yönetim Sistemi Açık Arşiv, 5, 10.

[12] Tural, S., (2013), "**Gıda Ambalajları ve Migrasyon**", Michigan Eyalet Üniversitesi -Samsun Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Gıda ve Yem Şube Müdürlüğü, Tarım Bakanlığı Açık Arşiv, 18, 19, 21.