

Gıda Sektöründe Metal Ambalaj

Metal Packaging in the Food Industry

Öğr. Gör. Gültekin ERDAL

ORCID: 0000-0003-0425-6196 ◆ Bursa Uludağ Üniversitesi TBMYO Grafik Tasarım Programı ◆
gultekinerdal@uludag.edu.tr

Özet

Metal, sanayinin birçok alanında hem ambalaj hem de üretim malzemesi olarak yoğun kullanılır. Özellikle endüstriyel yağ, boya, kimyasal madde sanayinde, iki ve üç parçalı konserve, salça, yağ, peynir vb. gıda ve içecek ve meşrubat sanayi ambalajlamasında yoğun kullanılır. Ayrıca kolay açılır kapakların, aerosol kutularının, dekoratif kutuların, oyuncak ve kırtasiye gereçleri gibi birçok endüstriyel ürünün ambalajlamasında önemli avantaj sağlar.

Günümüzde altın ve gümüş dışında hemen her metal, ambalaj sanayinde kullanılmaktadır. Metal kutu üretiminde en çok kullanılan malzeme şüphesiz çeliktir. Farklı tip çelik levhalardan üretilen metal kutular, çeşitli ürünlerin ambalajı olarak kullanılır. Metalin en fazla kullanılan ikinci türü olan alüminyum hem gazlı hem de gazsız içeceklerin ambalajı olarak kullanılır. Aynı şekilde işlenmiş gıda maddelerini korumak, alüminyum malzemeli ambalajların zor işlerinden biridir. Metal ambalaj, metalin türüne bakmaksızın bu konuda avantajlıdır. Çünkü metal ambalaj; oksijeni, rutubeti ve ışığı yüzde yüz oranında tutar. Aynı zamanda dış parazitlerin içeri girmesini mutlak suretle engelleyebilir yapıdadır. Bu açıdan metalin her türünün güvenli olması, altın ve gümüş gibi metallerin kullanılmasına ihtiyaç bırakmamaktadır. Zaten böylesine değerli metallerin, özel yapım veya sipariş dışında kullanılması, yatırımcısı için ekonomik olmayabilir.

Bu makale ile metalin ambalaj olarak günlük yaşamda yeri ve önemi araştırılmıştır. Özellikle de gıda gibi hassas sektörde metal ambalaj, çoğu zaman can simidi olmuştur. Öyle ki gıda sektöründe metal ambalaj, ürünün sadece sağlıklı korunmasını sağlamakla kalmaz, onun uzun vadede saklanması da büyük avantaj sağlar. Bu makale ile gıda ambalajlamasında önemli bir malzeme haline gelen metal ambalajın kısa tarihi, gelişim süreci, gıda sektöründeki yeri araştırılmış ve örneklendirilmiştir. Metal ambalajın özellikle gıda sektöründe neden tercih edildiği, ne tür avantajları olduğu ve ambalaj öncesinde nasıl bir sağlık önlemine tabi olduğu anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gıda, ambalaj, metal, metal ambalaj.

Extended Abstract

Packaging materials used in the food industry have various shapes and a wide range of functions. Selection of the most suitable packaging depends on many factors, especially the type of food that needs to be protected. In this sense, it can be said that significant progress has been made in food packaging in recent years and that metal packaging has made a significant contribution. In their simplest definition, metals are chemical elements with "metallic properties" or "metals properties." Such chemical elements include luster, thermal structure, electrical conductivity, high thermal conductivity, crystal structure, magnetization, and the ability to be permanently shaped or deformed at room temperature. There are many types of metals, even in their most typical forms. Metal is widely used as packaging and production material in many areas of industry. Especially in the packaging sector: industrial oil, paint, chemical substance boxes, two and three-piece canned food, tomato paste, oil, cheese, etc. Packaging many industrial products, such as food and beverage cans, provides significant advantages. The food packaging system emerged due to increasing global foodborne epidemics and related health and safety concerns. In this sense, packaging technology is essential to have information about the environment in which the shelf life of food products must be extended to optimize the entire packaging system because the structure and material of the packaging play an important role in determining the life of the food. The correct selection of packaging materials and technologies preserves the product's quality and freshness during distribution and storage. Among the materials traditionally used in food packaging, metals (aluminum, foils and laminates, tinplate, and tin-free steel) come first. Biobased packaging materials have a lower

environmental impact than petroleum-based materials. Still, their properties must be well formulated to encourage industry use so much that packaging requires information about available materials, food, distribution system, shelf life, and environmental impact.

Almost the majority of materials used in food packaging are metals. Elements used in food packaging are used in very pure form (aluminum) and metal alloys (steel, tinplate). Therefore, the production of food packaging products starts from mined ores and then refined to extract the metal. The initial concentration of the mineral and how it is formed will directly affect the costs associated with the final material.

The most commonly used metals include elements and alloys such as aluminum, copper, steel, silver, brass, bronze, lead, tin, zinc, and gold. Almost every metal except gold and silver is used in the packaging industry. The most commonly used material in metal can production is undoubtedly steel. Metal boxes produced from different types of steel sheets are used as packaging for various products. Aluminum is used in the packaging of both carbonated and still beverages. Protecting processed food items is both a priority and a difficult task in terms of packaging. Regardless of the type of metal, metal packaging is advantageous in this regard. Metal packaging protects 100 percent oxygen, moisture, and light. It also has a structure that can prevent the entry of external parasites. In this regard, the safety of all kinds of metal eliminates the need to use gold and silver. Using precious metals other than those initially produced or ordered may not be economical for the investor.

This article investigates the place and importance of metal as packaging in daily life. Metal packaging can often be a lifesaver, especially in sensitive sectors such as food. So much so that in the food industry, metal packaging provides healthy product protection and a significant advantage in long-term storage. In this article, the history of metal packaging, which has become an indispensable material in food packaging, its development process, and its place in the food industry are researched and exemplified. It explains why metal packaging is preferred, especially in the food industry, its advantages, and what health precautions are taken before packaging. Is it advantageous if the metal can be quickly machined, shaped, polished, or secured with various finishes? Although not every metal element can be used in the packaging industry, alloying and coating methods can increase usage. The article discusses safe and hygienic packaging and explains its advantages to food packaging.

Metal packaging may be subjected to different closing processes than other packaging materials, depending on the type and characteristics of the food to be packaged. For example, many foods with a long shelf life, such as canned, tomato paste, or pickled foods, are sealed under different ambient pressures or vacuum. On the other hand, beer and carbonated beverage packages are sealed only by filling them under pressure. Another essential feature that makes metal packaging special is the processing after the packaging is filled and the lid is closed. For example, while soft drinks do not undergo further processing after packaging, beer is usually pasteurized in the can. Many foods are filled hot and cooked in metal packaging under various conditions. This process is essential because it can provide a long shelf life without preservatives. A five-year shelf life for canned goods is not surprising. Sterilization processes are controlled to ensure microbiological safety throughout the intended shelf life.

Finally, considering the ease of collecting metallic waste (due to magnetic behavior and high-density values) and the possibility of thermal recycling without any loss, the advantages of metal packaging appear to be more significant.

Keywords: Food, packaging, metal, metal packaging.

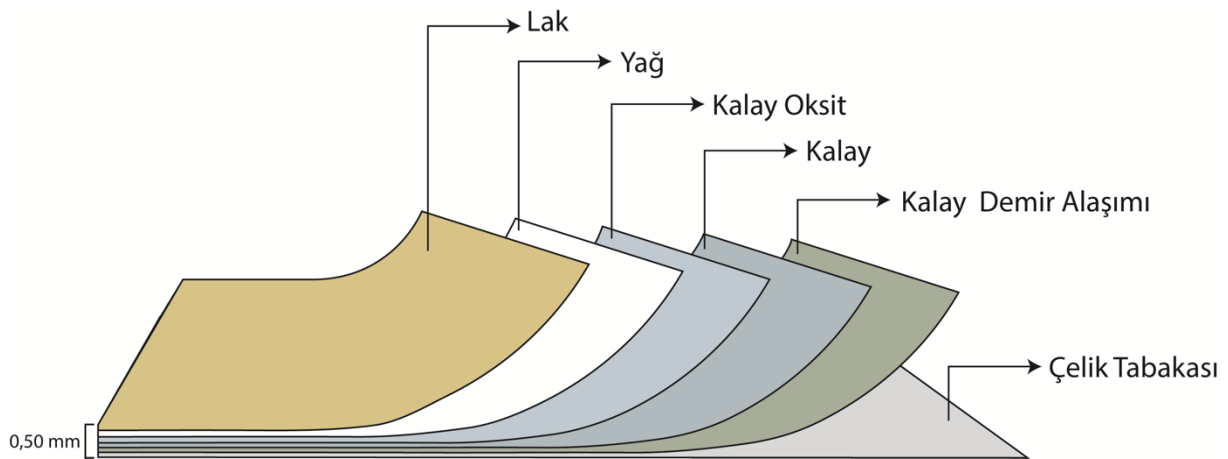
Giriş

Gıda alanında kullanılan ambalaj malzemeleri, çok çeşitli şekillerde ve geniş fonksiyon yelpazesine sahiptir. En uygun ambalajın seçimi, korunması gereken gıda türü başta olmak üzere birçok faktöre bağlıdır. Kimyasal-fiziksel, mekanik bariyer ve optik özelliklerin, seçimde anahtar rol oynadığı açıktır. Bu anlamda gıdanın ambalajlanması konusunda son yıllarda çok önemli yol kat edildiği, metal ambalajın bu anlamda katkısının yüksek olduğu söylenebilir. Öyle ki farklı metallerin karışımı ile oluşan alaşımlar, ambalaj sektöründe büyük avantaj olmuştur. Bu yenilikçi yapı, gıda ambalaj sanayinde sık kullanılan malzemeler arasında yerini almış durumdadır. Tartışmasız bir şekilde ambalaj malzemelerinin geliştirilmesinde ve seçiminde yer alan çevresel hususlar artık önemli bir rol oynamaktadır. Metal veya yenilikçi yapısı ile alaşımlar, tam anlamıyla bir çevre dostu olmuştur. Artık ambalaj malzemelerinin üretimine, özelliklerine ve biçimlerine verilen önem, gıda ambalajı tasarımcıların mevcut malzemeler hakkında kapsamlı bilgi sahibi olmalarını gerektirmektedir. Çünkü ambalaj, “güçlü bir ürün sembolü olmasının yanında, ürün bittiğinde önemli bir çevre sorununa

dönüşebiliyor” (Siracusa, 2016, s. 95). Bu nedenle ambalajın asıl işlevlerinin yanına, çevre dostu gibi işlevin eklenmesi gerekir. Uygarlık, ambalajı kullanım ömrünün sonunda, atık olarak değil kaynak olarak görmeyi zorunlu tutmaktadır. Gıda ambalaj sektörü gerek hacimsel gerekse ekonomik büyüklük olarak, metal ve yenilikçi metal malzemeleriyle bu anlamda öncü olabilir.

En basit tanımıyla metal, “metalik özelliklere” veya “metal özelliklerine” sahip kimyasal elementlere denir (MEGEB, 2011). Bu tür kimyasal elementler, parlaklık, termik yapı, elektriksel iletkenlik, yüksek ısı iletkenliği, kristal yapı, mıknatıslanma ve oda sıcaklığında kalıcı olarak şekillendirilebilme veya deformasyon gibi tipik özellikler içerir. Metaller kendi arasında bile birçok varyasyonlara sahiptir. Ametaller olarak isimlendirilen bu elementlerin dışında, metaloid olarak bilinen elementler ise bazen metal, bazen ametal özellikler göstermektedir (Wikipedia, E.T. 10.03.2024). Karbon, fosfor, silikon ve sülfür gibi metaloidler, günümüzde birçok alanda kullanılmalarının yanında ambalaj sanayinde de fazlaca kullanılmakta ve genellikle de dolgu ve motifi malzemesi olarak değerlendirilir (Voon et al, 2020, s. 31). Saf elementel metaller, çoğu zaman pratik kullanım için yeterli sertliğe sahip olmadıklarından, metalurjik olarak yeni alaşım formülasyonlarına odaklanılmıştır. Özel formülle elde edilen alaşım, önceden tanımlanmış uygulamalar için gerekli olan metalsel veya metalik özellikleri ortaya çıkarabilmektedir.

Ambalaj sanayinde en sık kullanılan metal element ve alaşımlar çelik ve alüminyum olarak iki temel grupta toplanır. Ancak ambalaj uygulamalarında yaygın olarak kullanılan metaller arasında, bakır, gümüş, pirinç, bronz, kurşun, kalay, çinko gibi element ve alaşımlar bulunmaktadır (Erdal, 2021, s. 35). Alüminyum saf alaşım olarak kullanılırken, çeliğin inceltirilerek oluşturulan saç tabakanın her iki yüzeyinin de kalaylanmasıyla birçok gıda ambalajında kullanıldığı görülmektedir. Halk arasında “teneke” olarak bilinen ince saç çelik tabakalar; soğuk haddelenmiş, yumuşak karbonlu ve kalaylı çelik tabakalardır. Kullanım alanı oldukça yüksek olan bu çelik tabakalar veya tenekeler, özellikle de gıda ambalajının vaz geçilmez maddesi durumundadır (Resim 1).

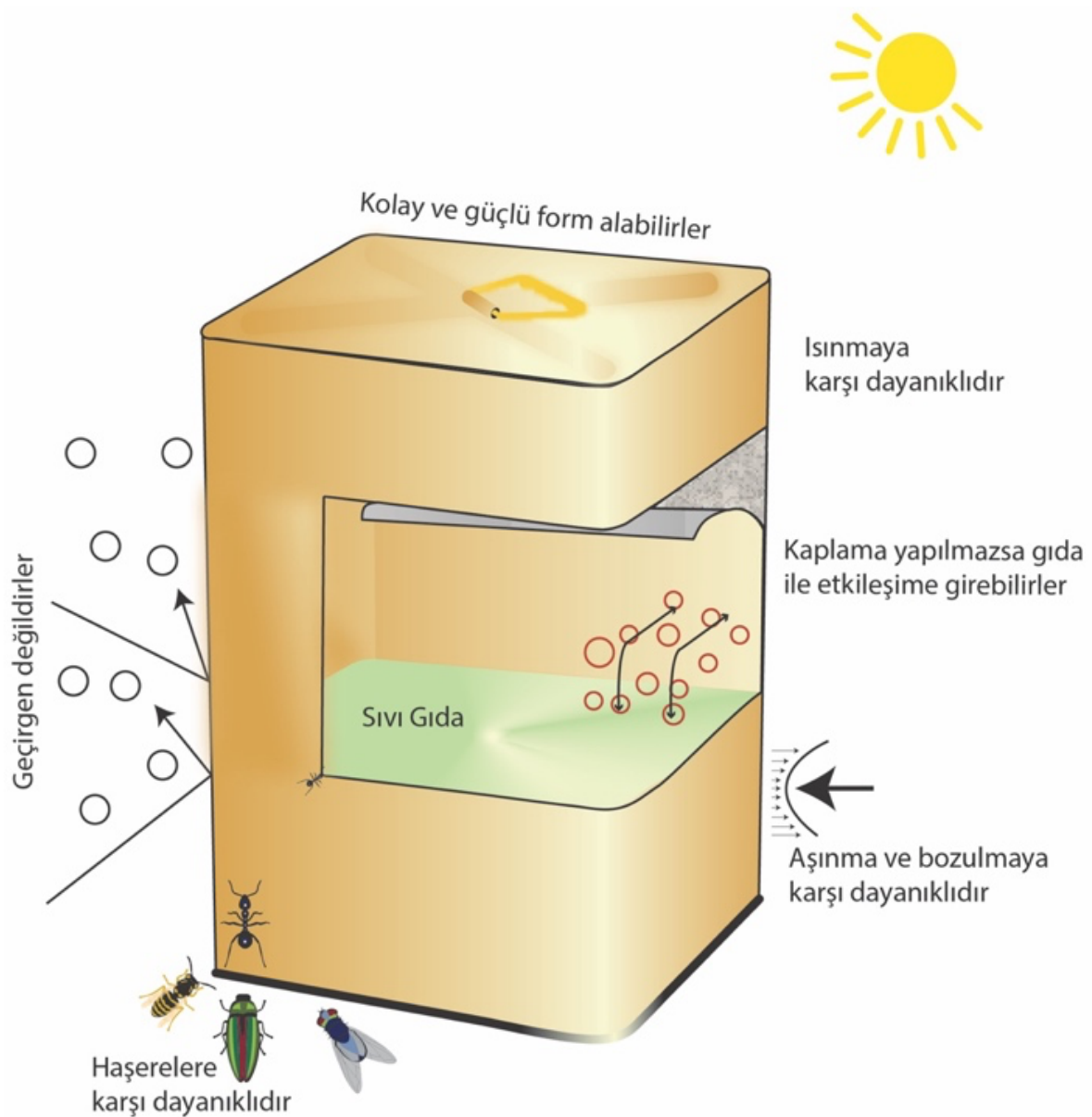


Resim 1. Kalaylanmış teneke levhadan kalınlığına bir kesit alıp incelendiğinde 5 ayrı katmandan oluştuğu görülür. Bu katmanlar, sırasıyla çelik gövde, demir-kalay alaşımı (FeSn2), kalay, kalay oksit filmi ve yağ filmidir.

Gıda ambalaj sanayinde alaşım ve kaplama yöntemleriyle metal kullanım oranının artmasının önemli bir nedeni, güvenli ve hijyen olmasıdır. İyi mekanik dayanımları ve çalışma dirençleri, düşük toksisiteleri, gazlara, neme, ışığa karşı daha yüksek bariyer özellikleri, yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmaları, kolay yüzey dekorasyonu ve cilalanmaları sayesinde yiyecek ve içeceklerde sık kullanılırlar. Bu özellikleriyle metal ambalajlar, başta konserve sektörü olmakla birlikte gıda ambalajlamasında rakipsiz

liderliğini sürdürmeye devam etmektedir. Ancak metal ambalajın gıda ile etkileşime girmemesi için mutlaka kaplanması gerekir. Bu anlamda gıdaların kimyasal ve asitlik yapısına göre farklı niteliklerde ve farklı amaçlara göre hazırlanmış lak tabakaları bulunur. C lak, et lakı, turunçgil lakı, meyve lakı, deniz ürünleri lakı, süt lakı ve içecek lakı en sık kullanılan ve bilinen lak türleridir (Erdal, 2021, s. 219).

Metal ambalajların açılma ve ağırlık sorunları, kullanım açısından önemli bir sorun oluşturmasına karşın avantajları çok fazladır. Örneğin kaplama ile güçlendirilmiş metal ambalaj, geçirgen değildir. İçerden dışarıya veya tam ters istikamette sıvı, gaz, koku geçişi olmaz. Aynı şekilde haşere ve daha küçük organizmaların içeri girmesi mümkün değildir. Isınmaya karşı dayanıklı olmaları, gıdanın güneş ışınlarına karşı korunmasını sağlar. Metal ambalajlar günlük yaşamda kireçlenme, paslanma veya madenlerin elektriksel, kimyasal ya da mekanik nedenlerle aşınma (korozyon) olmaz (Resim 2). Çelik sac metal tenekelerin güvenli malzeme olmaları, sadece gıda ambalajında değil kozmetik, ilaç ve hatta giyim sanayinde de sık kullanılmasına neden olmaktadır.



Resim 2. Teneke ambalajın avantaj ve dezavantaj şeması. (Yıldız ve İlalan, Ambalajlı Ürünlerde Raf Ömrü Hesaplamaları makalesinden görselleştirilmiştir.)

Gıda ambalajlamasında tenekeden sonra en yaygın kullanılan metal malzeme alüminyumdur. “Alüminyumun oksijene karşı olan afinitesi nedeni ile, yüzeyde havanın teması sonucu ince fakat yoğun bir oksit tabakası (Al_2O_3) teşekkül eder. Bu tabaka alüminyumu diğer etkilere korur” (Weissbach, 1993, s. 190). Ancak alüminyumun inert bir malzeme olmadığını bilmek, yeni önlemler alınmasını zorunlu kılar. Örneğin “içine konulan ürün ile reaksiyona girebilir. Bunu engellemek için yüzey, inert bir madde ile kaplanır” (Koçak, 199, s. 4). Buna karşın alüminyumun değeri düşmez. Dünyada hâlâ genç bir metal olarak kabul edilen alüminyum, korozyon dayanıklılığı yüksek, ömrü uzun malzemedir. Başta içecek ve ilaç sanayinin ambalajlamasında kullanılan alüminyumun tercih edilebilirliğinin en büyük nedenleri arasında, “hafifliği, ömrünün uzunluğu, dış etkenlere ve değişik iklim şartlarına karşı dayanıklılığı, kolay biçimlendirilebilmesi, düşük bakım maliyetleri, renklendirilebilmesi ve teknolojik açıdan sonsuz ürün çeşitliliği gibi alternatif özelliklere sahip olması bulunmaktadır” (TOBB, 2011, s. 74). Tüm bunlara karşın “alüminyum üretimi ucuz değildir; dolayısıyla bu metal, gıda ambalajlama amacıyla kullanılan en pahalı malzemedir” (Piergiovanni & Limbo, 2016, s. 14). Sonuç olarak alüminyumun saf metale indirgenmesi büyük miktarda enerji gerektirir.



Resim 3. Alüminyumun yumuşak ve hijyen olması özellikle de gıda ambalajlarında sık kullanılmasına neden olmaktadır. Ayrıca ilaç ve kozmetik sanayinde de sık kullanılmasının temel nedenidir.

Amaç

Robertson'a göre ambalajlama olmadan malzeme taşıma karmaşık, verimsiz, maliyetli bir uygulama olur ve modern tüketici pazarlaması neredeyse imkânsız hale gelirdi (2013, s. 1). Kumar vd. ise ambalajlanmış malzemenin raf ömrünü uzatarak mikrobiyal çoğalmanın düzenlenmesine ve oksijen kontrolüne olanak tanıdığını belirtir (2021, s. 12). Dobrucka ve Ankiel ise küresel gıda kaynaklı salgınların sayısının artmasının ve buna bağlı sağlık ve güvenlik kaygılarının ortaya çıkması nedeniyle gıda ambalajlamasının önemine değinir (2018, s. 5). Sıradanlaşan bu bilgiler ışığında günümüzde ambalajın önemini tartışmak yersizleşirken, ambalaj malzemeleri için oluşturulan AR-GE çalışmaları yönlendirici olmaya başlamıştır. Şu ana kadar ambalajlamadaki yenilikler, pazarlama amaçlı yeni tasarımlara sahip bariyer malzemeleri gibi az sayıda ticari malzemeyle sınırlıydı. Ancak “perakende uygulamalarındaki modern trendler, küreselleşme ve değişen yaşam tarzı, gıda güvenliği ve kalite özelliklerinden taviz vermeyen yeni ve yenilikçi ambalajlama tekniklerinin gelişimini teşvik etmiştir” (Dainelli vd., 2008, s. 103). Özellikle de gıda sektörü için “metal ambalajdaki yenilikler, metal ambalajın benzersiz bir malzeme olarak kullanımını optimize etmektedir” (Patel & Sand, 2020, s. 78). Antimikrobiyal ve mikrodalga duyarlı özellikleri ile metal ambalajın şekillendirilmesindeki ve ambalaj malzemeleri

üzerindeki metal birikiminin kontrol edilmesi, daha fazla malzeme verimliliğine olanak tanımıştır. Gelenen noktada malzeme miktarının ötesinde, malzemenin verimliliği önem kazanmıştır. Ambalajın veya ambalajlanmış gıdanın, sadece sağlıklı veya antimikrobiyal yapısı, ürünün ambalajlanması için yeterli değildir. Ambalaj malzemesinin çevre dostu olması, verimli kullanılması ve daha az enerji sarfiyatı ile üretilmesi medeni yaşamın parçası olmuştur. 30 yıl gibi kısa bir süre önce ambalajlamanın sağlıklı yapısı tartışılırken, bugün verimli ambalaj malzemelerinin gerekliliği tartışılır olmuştur. Bu araştırma göstermektedir ki sektörel anlamda büyük gıda sanayinin, verimli ambalaj malzemesi olarak metal ambalajlardan maksimum düzeyde yararlanması, örnek ve teşvik edicidir. Devasa sektörlerin, sağlıklı ve verimli yönleriyle metal ambalajları kullanmaya başlaması, ekonomik kazancı bir kenara bıraktığında dahi, yaşam kalitesinin artması, karbon izinin azalması, çevre tahribatının durması ve medeni bilincin artması gibi ekolojik değer kazanımları sağlamaktadır. Bu kazanımların akademik düzeyde belgelenmesi ve yayınlanması bu araştırmanın kazanımları arasındadır.

Yöntem

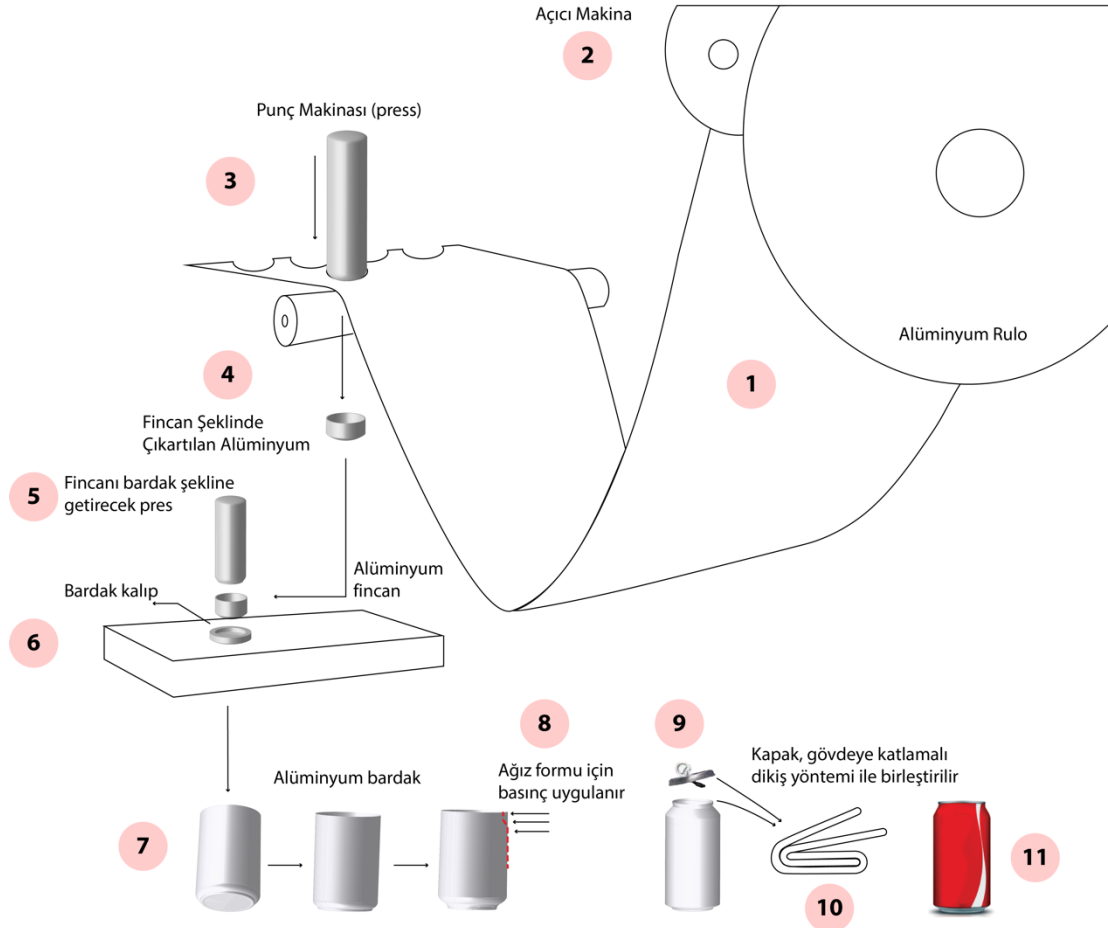
Bu makale, nicel araştırma yönteminin belge analizi yoluyla (Sak vd., 2021, s. 229) elde edilen toplu bilgilerin yorumlanmasıyla oluşturulmuştur. Bu tür yaklaşımlı “araştırma, insana özgü bireysel özelliklerin farklı ve derin doğasına odaklanır” (Baltacı, 2019, s. 369). Bu araştırmada genellemelerden ziyade bilginin derinliğinin ve özgünlüğünün önemi vurgulanmıştır. Araştırmanın belge toplama sürecinde daha önce yapılmış makale, kitap ve tezlerden elde edilen bilgilerin yanı sıra yazarın bilgi ve tecrübeleri ile harmanlanmıştır. Bu araştırma, büyük örneklemelere ve küçük çalışma gruplarından elde edilen spesifik verilere odaklanmıştır.

Bulgular

Metal ambalajlar gıda dışında boya ve kimyevi maddeler gibi ürünlerin ambalajlanmasında da kullanılır. “Sterilizasyon için ısıtılabilme ve hemen soğutma yapılabilmesi, uygun laklar kullanılarak gerekli şekilde işleme tabii tutulmuş ise içindeki ürün ile zararlı reaksiyona girmemesi bakımından kullanımı yaygındır” (Özek, 2016, s. 35). Metal ambalajın özellikle gıda sektöründe sık tercih edilmesinde ışık, hava ve suya karşı güçlü bariyer oluşturmasının büyük etkisi bulunmaktadır. Sızdırmazlık özelliği, böceklerle ve kemirgenlere karşı dayanım gücü diğer önemli vaz geçilmez özelliklerindedir. Ayrıca modifiye edilebilir olması, kalay ve organik korucu laklar ile hijyenik ortam oluşturması da önemlidir (Erdal, 2021, s. 17). Bu özellikleriyle metal ambalajlar, ürünleri uzun süre bozulmadan saklayabilir ve koruyabilir. Özellikle de konserve ve benzeri gıdalarda tercih edilmesi beklenen bir durumdur. Beklenmeyen gelişme ise gazlı içecek ambalajlamasında son zamanlarda kullanımının oldukça artması, buna karşın tüketicilerde estetik ve güven duygusu yaratarak tercih sebebi olmasıdır. Çünkü metal ambalajlar genel itibari ile oldukça kaba ve estetikten uzak ambalajlar olarak bilinmiş ve algılanmıştır (Resim 4). Ancak son zamanlarda teknolojinin gelişmesi ile iki parçalı metal ambalajın icadı mucizevi bir diriliş yaratmışken (Resim 5), doğrudan ambalaj üzerine yapılan baskı kalitesinin de mükemmel düzeyde artmış olması da metal ambalajlara olan ilgiyi arttırmıştır.



Resim 4. Metal ambalaj tarihindeki ilk baskılı kutu 1866 yılında ABD’de yapıldı. Ticari olarak marketlere girmesi ise 1910’u bulurken ilk alüminyum folyo kap tasarımı 1950’nin başlarında gelişmeye başladı. İlk alüminyum konserve kutuları 1959’da ortaya çıkmıştır. 1866’ya kadar metal ambalajları açabilmek için çivi ve çekiç kullanılıyordu. Daha sonra yırtılarak açılabilen kapalar yapıldı. 1875 yılında ise konserve açacağı keşfedildi. Günümüze gelene kadar birçok aşamalardan geçen her dönem kendisini yenileyen metal ambalajlar artık kullanışlılık açısından da rahatlığı beraberinde sunuyor (ASD, www.ambalaj.org, E.T. 10.03.2024). Metal ambalajların günümüz teknolojisine ulaşana kadar çok estetik ve iştah açıcı olduğu söylenemez. Özellikle iki parçalı alüminyum kola kutularının 1997 yılında bulunuşu, metal ambalajlar için devrim niteliğinde olmuştur.



Resim 5. İçecek sektöründe yaygın kullanılan iki parçalı alüminyum ambalajların üretim şeması.

Gelişen teknoloji, metal ambalajlarda önemli gelişmelere yol açmıştır. İki parçalı alüminyum ambalajların üretilmesi neredeyse devrim niteliğinde bir gelişme olmuştur. İki parçalı alüminyum ambalajlar, güvenli olmasının yanında üretim ve zaman kazanımı da sağlamıştır. Yukarıdaki şemada gösterilen üretim sürecinde, gövde ve alt dikişleri bulunmayan iki parçalı metal ambalajların,

alüminyum ve çelikten serüveni gösterilmiştir. Bu üretim şeması süreci, yapıları temelde aynı olan alüminyum ve çelik kutuların üretimlerini de kapsamaktadır. Her iki malzemeye de çekme yöntemi ile form verilir. Ancak çekme yöntemi üç farklı şekilde uygulanabilir. Bunda kutunun çap ve gövde yükseklikleri belirleyici olur. Gövde yüksekliği çapından küçük olan ambalajlara çekme veya presleme yöntemi uygulanırken, istenirse desen de uygulanabilir. Çap ve gövde yüksekliği eşit olan ambalajlar ikinci kez çekilir. Gövde yüksekliği daha da arttırılmak istendiğinde gövdeye üçüncü kez çekme işlemi uygulanır ancak bu işlem çapın yani tabanın küçülmesine neden olur (Erdal, 2021, s. 95).

Ambalaj, “gıda işleminin faydalarını süreç tamamlandıktan sonra da korur. Gıdaların üretim noktalarından uzun mesafelere güvenli bir şekilde seyahat etmesini ve tüketim anında hala sağlıklı kalmasını sağlar” (Marsh & Pugusu, 2007, s. 39). Gıda için tasarlanmış metal bir ambalajdan gıdanın bozulmaması, kokmaması, dış ve iç karışımlara maruz kalmaması ve bekleme süresinin uzun olması istenir. Bu anlamda metal ambalajlarda olması gereken özellikleri maddelemek mümkündür.

1. Gıda için uygun metal seçilmelidir.
2. Metal, gıdadan etkilenmemeli veya gıdayı etkilememelidir.
3. Metal içerik ve yüzeyinde zararlı ve toksik maddeler içermemelidir.
4. Saniter açıdan uygun olmalıdır.
5. Fiziksel dayanıklılıkta (darbeye, yırtılmaya, delinmeye ve dış koşullara karşı) olmalıdır.
6. Gıdayı ışığın zararlı etkilerinden korumalıdır.
7. Rutubete, yağa, gaz ve kokuya karşı bariyer özelliği iyi olmalıdır.
8. Kolay açılabilir özellikte olmalıdır.
9. Çevreye uygun olmalı, kolay yok edilebilir veya tekrar kullanılabilir olmalıdır.
10. Hafif ve uygun şekilli ve estetik olmalıdır.
11. Üretimi, şekillendirilmesi (kaynaklanabilir, yapıştırılabilir, yazı yazılabilir, katlanabilir vb.) kolay olmalıdır.
12. Ekonomik olmalıdır (Özkaya, Ty., s. 2).

Gıda ambalajlamasında bütün ambalaj malzemeleri güvenle kullanılabilirken, metal ambalajın bazı üstün özellikleri onu vaz geçilmez yapabilir. İyi bir korucu kap olmasının yanında metal ambalajlar, hermetik olarak kapatılabilirler. Kapağın ısı yöntemleri ile eritilerek gövdeye yapıştırılması şekli olan hermetikli kapatma yönteminde kapak bir kez açıldığında, tekrar kapatılamaz. Kapak açılmadığı sürece ambalaj su, oksijen ve diğer gaz maddeleri ile koku geçirmez. Ancak sıvı gıdaların metal ambalajlarının kapatma sistemleri ve sistemin temel elemanı olan plastik contalar, her zaman tam koruma sağlamayabilir. Çünkü plastik contalar, hatta ambalajlar çok çeşitli bariyer özellikleri sunmalarına karşın genellikle metalden daha geçirgendir.

Gıda ambalajlarında metal malzemelerin kullanımı, “taşıma ve depolama aşamalarında gaz ve ışık girişine karşı bariyer korumasının artırılmasını ve insan sağlığını tehdit eden tüm etkileşimlerin en düşük düzeylere indirilmesi gibi çevresel ve ekonomik avantajlar sağlamaktadır” (Saka ve Gülel, 2015, s. 55). Gıdanın ambalajlanması, ürünün bozulmasını önlemekle kalmaz, gıdanın faydalı vitamin ve minerallerinin etkilerini de korur. Bu anlamda sadece metal ambalaj için söylenemese de ambalaj, gıdanın raf ömrünü uzatır, kalitesini ve güvenliğini korur. Ambalaj, “gıdayı üç ana dış etkene karşı

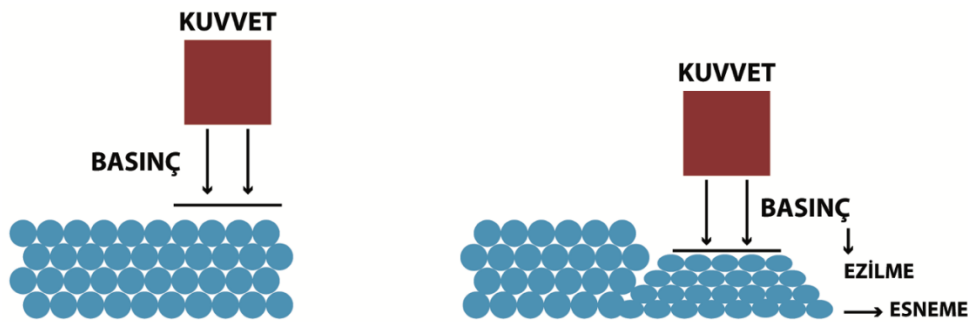
koruma sağlar: kimyasal, biyolojik ve fiziksel” (Marsh & Bugusu, 2007, s. 39). Metal ambalajın bu süreçte diğer malzemelere göre daha avantajlı olduğu resim 2’den görülebilir. Buna karşın birçok farklı ambalaj malzemesi kimyasal koruma sağlayabilir. Ancak metaller, kimyasal ve diğer çevresel maddelere karşı neredeyse mutlak bir koruma oluşturur.

Sonuç ve Tartışma

Gıda ambalajlama sistemi küresel gıda kaynaklı salgın sayısının artması ve buna bağlı sağlık ve güvenlik kaygıları nedeniyle ortaya çıkmıştır (Hoseinnejad et al, 2018, s. 161). Ancak ambalajlama teknolojisiyle ortaya çıkan ve ilgili ambalaj malzemelerinden gıdalara sızan toksik elementlerin migrasyon kontrolünü sağlama girişiminde büyük zorluklarla karşı karşıyadır (Duran vd., 2013, s. 102). Bu anlamda ambalaj teknolojisi, gıda ürünlerinin raf ömrünün uzatılması gereken ortam hakkında bilgi sahibi olmak, tüm ambalajlama sistemini optimize etmek için önemlidir. Çünkü ambalajın yapısı ve malzemesi, gıda ömrünün belirlenmesinde önemli rol oynar. Ambalaj malzemelerinin ve teknolojilerinin doğru seçimi, dağıtım ve depolama sırasında da ürünü, kalitesini ve tazeliğini korur. Gıda ambalajında geleneksel olarak kullanılan malzemeler arasında metaller (alüminyum, folyolar ve laminatlar, teneke levha ve kalaysız çelik) başta gelir. Biyobazlı ambalaj malzemeleri, petrol bazlı malzemelere göre daha düşük çevresel etkiye sahiptir ancak bunların özelliklerinin, endüstriyi kullanım konusunda teşvik edecek şekilde iyi formüle edilmesi gerekir. Öyle ki ambalajlama çalışması, mevcut malzemeler, gıda, dağıtım sistemi, raf ömrü ve çevresel etki hakkında bilgi gerektirir.

Metal ambalajın büyük ölçekte kullanımı ilk olarak ucuz çeliğin bulunması ve 1855-1856'da Bessemer yönteminin geliştirilmesiyle mümkün olmuştur (Hansen & Serin, 1999, s. 309). Gıda ambalajlamasında kullanılan elementler çok saf formda (alüminyum) ve metal alaşımlar (çelik, teneke levha) olarak kullanılır. Bu nedenle, gıda ambalajı ürünlerinin üretimi, madenlerden çıkarılan ve daha sonra metalin çıkarılması için rafine edilen cevherlerden başlar; mineraldeki ilk konsantrasyonu ve oluşma şekli, nihai malzemeyle ilgili maliyetleri doğrudan etkileyecektir. Metallerin beş temel özelliği, onları özellikle gıda ambalajlama için uygun kılmaktadır (Erdal, 2021, s. 85).

Metal ambalaj, normalde katı olmayan gıdaların mekanik olarak desteklenmesi ve gıdaların mikroorganizmalar, oksijen, kötü kokular, ışık vb. gibi dış etkenlerden korunmasını sağlar (Dainelli and others, 2008). İlk olarak metalin moleküler yapının kompaktlığı ve bunun sonucunda ortaya çıkan yüksek yoğunluk, çok ince malzemeler yoluyla yayılma olaylarının (ışık, buhar veya gaz) imkânsızlığını açıklayabilir ve bu da mutlak koruma sağlar (Dainelli et al, 2008, s. 104). İkincisi, rakipsiz dayanıklılığın (metal ambalajları olası strese ve kötü kullanıma karşı dayanıklı kılan) dikkate alınması gerekir (Elisah, E.T. 11.03. 2024). Üstelik dövülebilirlik, yani metallerin kalıplanarak hemen hemen her şekle ulaşabilmesi de önemlidir; diğer bir deyişle bu özellik, atomlar arasındaki metalik bağın sonucudur. Aynı nedenden dolayı, en uzun gıda raf ömrünü elde etmek için kapalı metal ambalaj üzerinde ısı işlemleri (pastörizasyon, sterilizasyon) mümkün kılan yüksek ısı iletkenliği tartışılmalıdır (Erdal, 2021, s. 66).



Resim 6. Metallerin dövülebilme ve çekilebilme gibi mekanik özellikleri, birim hücredeki atomların aynı düzenlemeyi koruyarak birbirine komşu tabakaların yer değiştirmesine bağlıdır. Bu nedenle kristaller, dövülme ve gerilmeye karşı dayanım göstererek, kristal deformasyonlara uğramadan esneme gösterebilmektedir.

Son olarak, metalik atıkların toplanmasının kolaylığı (manyetik davranış ve yüksek yoğunluk değerlerinden dolayı) ve herhangi bir kayıp olmaksızın termal geri dönüşüm olanağı dikkate alındığında metal ambalajın avantajlarının daha fazla olduğu görülür. Metal ambalaj dengesinde hemen her sektörde kullanılan türleri şunlardır:

- Bira ve Meşrubat Ambalajları
- Gıda Ambalajları
- Variller ve kovalar
- Aerosol kutuları
- Borular
- Açık tepsiler
- kapatma Sistemleri
- Kapaklar (Arıkan, 2011, ss. 36-37).

Metal ambalajlar, diğer ambalaj malzemelerine göre ambalajlanacak gıdanın tür ve özelliğine göre farklı kapatma işlemlerine tabi tutulabilirler. Örneğin konserve, salça veya salamuralı gıdalar gibi raf ömrü uzun birçok gıda, farklı ortam basıncı veya vakum altında kapatılırlar. Buna karşın bira ve gazlı içecek ambalajları sadece basınç altında doldurularak kapatılırlar (Erdal, 2021, s. 55). Metal ambalajı özel kılan önemli diğer bir özellik ise ambalaj doldurulduktan ve kapak kapatıldıktan sonra gerçekleşen işlemler ile ilgilidir. Alkolsüz içecekler ambalajlama sonrasında başka işlem görmezken, bira genellikle kutuda pastörize edilir. Birçok yiyecek sıcak doldurulur ve çok çeşitli koşullar altında metal ambalajı içinde pişirilir. Bu işlemi önemli yapan, koruyuculara gerek kalmadan uzun süre raf ömrü sağlayabiliyor olmasıdır. Konserveler için beş yıllık bir raf ömrü şaşırlacak bir şey değildir. Sterilizasyon işlemleri, öngörülen raf ömrü boyunca mikrobiyolojik güvenliği sağlamak için kontrol edilir.

Kaynakça

- Arıkan, A. (2011). Metal Ambalajlar. ASD Ambalaj Bülteni. ? (46), 36-40.
- ASD Bülteni (2024). Metal Ambalajda Bonapart Öncülüğü. <https://ambalaj.org.tr/tr/ambalaj-ve-cevre-ambalajin-tarihcesi>. ET. 10.03.2024
- Baltacı, A. (2019). Nitel Araştırma Süreci: Nitel Bir Araştırma Nasıl Yapılır? *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5 (2), 368-388.
- Dainelli, D., Gontard, N., Syropoulos, D., Zoderan-Van B. E. and Tobback, B.A. (2008). Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. *Trends in Food Science & Technology*, 19 (28), 103-112.
- Dobrucka, R. & Ankiel, M. (2018). Possible Applications of Metal Nanoparticles in Antimicrobial Food Packaging. *Journal Food Safety Wiley*. 39 (2), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfs.12617>
- Duran, A., Tüzen, M. & Soylak, M. (2013). Evaluation of Metal Concentrations in Food Packaging Materials: Relation to Human Health. 34 (3), 99-103.
- Elisah, C. (2022). Metal Ambalaj Kullanmanın 5 Avantajı. <https://tinsbymasas.com/blogs/news/metal-ambalaj-kullanmanin-5-avantaji>. E.T. 11.03.2024
- Erdal, G. (2021). *Metal And Metal Packaging* (1. Baskı). Sentez Pulishing. ISBN 978-625-7906-22-7

- Hansen, A.P., Serin, G. (1999). Materials and strategies for successful innovation and competition in the metal packaging industry. *Pergamon Technology in Society*, 21 (99), 307-322.
- Hoseinnejad, M., Jafari, S. M. & Katouzian, I. (2018) Inorganic and metal nanoparticles and their antimicrobial activity in food packaging applications. *Critical Reviews in Microbiology*, 44 (2), 161-181, DOI: 10.1080/1040841X.2017.1332001
- Koçak, F. (1991). İlaç Endüstrisinde Kullanılan Ambalaj Malzemesi. T.C. Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fak. Kimya Bölümü, Bitirme Çalışması.
- Kumar, A., Choudhary, A., Kaur, H., Mehta, S. and Husen, A. (2021). Metal-based nanoparticles, sensors, and their multifaceted application in food packaging. *Journal of Nanobiotechnology*. 19 (1), 1-25. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12951-021-00996-0>
- Luciano, P., Lumbo, S. (2016). *Food Packaging Materials*. New York Dordrecht. Springer Cham Heidelberg.
- Marsh, K., Bugusu, B. (2007). Food Packaging—Roles, Materials, and Environmental Issues. *Journal Of Food Science*. 72(3), 39-55. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x>
- MEGEP (2011). Metal Teknolojisi. Milli Eğitim Bakanlığı, Doğrultma 521MMI038
- Patel, J., Sand, C.K. (2020). The Role of Metal in Food Packaging. *Foud Technology*, 77-80.
- Robertson, G. L. (2013). *Food Packaging Principles and Practice*. Boca Raton London New York: CRC. Press Taylor & Francis Group.
- Saka, E. G. (2015). Gıda Teknolojisinde Nanoteknoloji Uygulamaları. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 26 (2), 52-57. DOI: <https://doi.org/10.35864/evmd.513387>
- Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Öneren Şendil, Ç., Nas, E. (2021). Bir araştırma yöntemi olarak doküman analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 4(1), 227-250. DOI:<http://doi.org/10.33400/kuje.843306>
- Siracusa, V. (2016). Packaging Material in the Food Industry. *Antimicrobial Food Packaging* (Chapter 7, 95-106). Elsevier Inc. All rights reserved.
- Thomas, H. (1995). *The Total Package: The Evolution and Secret Meanings of Boxes, Bottles, Cans and Tubes*. New York: Little, Brown.
- Özek, E. U. (2016)). Ambalaj Sektörü TRB1. Fırat Kalkınma Ajansı.
- Özkaya, B. (?). Gıda Ambalajlama (GDM-304). Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/56745/mod_resource/content/0/1.%20GIDA%20AMBALAJLAMA.pdf
- TOBB. (2011). Alüminyum Sanayi Meclis Sektör Raporu. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği.
- Weissbach, W. (1993). *Malzeme Bilgisi ve Muayenesi* (6. Baskı). Birsen Yayınları.
- Wikipedia (2024). Metal. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Metal>, E.T. 10.03.2024.
- Voon, C.H., Foo, K.L., Lim, B.Y., Gopinath, S.C.B. and Al-Douri, Y. (2020). Chemical studies of metal oxide powders. *Metal Oxide Powder Technologies* (1st Edition), (Captur 3, 31-54). Elsevier publications

Yıldız, F., Kunter, İ. (2013). *XII. Ambalajlı Ürünlerde Raf Ömrü Hesaplamaları*. ODTÜ Gıda Ambalaj Malzemeleri Araştırma Raporu. ODTÜ Yayınları.

Çatışma Beyanı

Makalenin herhangi bir aşamasında maddi veya manevi sağlanmamıştır.

Yayın Etiği Beyanı

Bu makalenin planlanmasından, uygulanmasına, verilerin toplanmasından verilerin analizine kadar olan tüm süreçte “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu araştırmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.