

Biyobozunur Ambalaj Tasarımlarının Optimizasyonu Perspektifinden Bir İnceleme

Selda Balcan^{1*}, Burak Boyraz²⁺

¹Grafik Tasarım/ Sanat ve Tasarım, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

²Sanat Yönetimi/ Sanat ve Tasarım, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar: sbalcan@gelisim.edu.tr

Özet – Bu çalışmanın amacı; biyobozunur ambalajların tasarım ve kullanım niteliklerinin incelenmesi sonucu tespit edilen zayıf yönlerinin optimize edilmesine teşvik ederek biyobozunur ambalaj kullanımının yaygınlaşması sürecinin hızlanmasına katkıda bulunan bir inceleme ortaya koymaktır. Plastik, kâğıt, metal gibi geri dönüşüm gerektiren ambalaj malzemelerine alternatif teşkil eden ve sürdürülebilirlik açısından geleceğe umut vadeden (doğada atık ya da zararlı kalıntı bırakmadan çözünen) biyobozunur ambalaj materyallerinin avantajlarına vurgu yapılarak, bu özellikteki ambalajlarda grafik tasarım, işlevsellik, hijyen ve ergonomi bağlamında bulguların nitel olarak incelenmesi yöntemiyle tespit edilen eksiklik ya da elverişsizlik oluşturan problemlerin giderilmesi gerekliliğine farkındalık yaratan aynı zamanda bu konudaki kısıtlı literatüre katkı sağlayan bir araştırma ortaya koymak hedeflenmektedir.

Bu çalışma; gelişen teknoloji ile birlikte doğanın rejeneratif yapısına uyum sağlamayan ambalaj malzemelerinin keşfi, toplumlardaki ambalaj geri dönüşümü bilincinin yetersiz kalışı ile çevrede biriken plastik gibi malzemelerin yerini tutabilen doğal materyal kullanımına ve yaygınlaşmasını güçleştiren unsurlara dikkat çekilmesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler– Biyobozunur, Ambalaj tasarımı, Organik ambalaj, Doğa, Grafik Tasarım, Geri Dönüşüm

A Review from the Optimization Perspective of Biodegradable Packaging Designs

Abstract – The purpose of this study; It aims to present an investigation that contributes to the acceleration of the widespread use of biodegradable packaging by encouraging the optimization of the weaknesses identified as a result of examining the design and usage qualities of biodegradable packaging. By emphasizing the advantages of biodegradable packaging materials (which dissolve in nature without leaving waste or harmful residues), which constitute an alternative to packaging materials that require recycling such as plastic, paper and metal, and which are promising for the future in terms of sustainability, findings are made in the context of graphic design, functionality, hygiene and ergonomics in packages with this feature. It is aimed to present research that raises awareness of the need to eliminate the problems that create deficiencies or inconveniences identified through qualitative analysis and at the same time contributes to the limited literature on this subject.

This study; The discovery of packaging materials that do not adapt to the regenerative structure of nature along with developing technology is important in terms of drawing attention to the insufficient awareness of packaging recycling in societies and the use of natural materials that can replace materials such as plastic that accumulate in the environment and the factors that make it difficult for them to become widespread.

Keywords – Biodegradable, Packaging design, Organic packaging, Nature, Graphic Design, Recycle

* Bu bildiri, birinci yazarın Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Sanatta Yeterlik Programı'nda, Doç. Burak Boyraz danışmanlığında hazırlamakta olduğu yazım aşaması devam eden sanatta yeterlik tezinden üretilmiştir.

I. GİRİŞ

Ambalaj, tarih boyunca insanoğlunun besinlerini saklaması, taşınması, kullanım ömrünü uzatması ve bir arada tutabilmesi gibi sebeplerden dolayı kullanılan ve tasarımıyla ürünün diğer markalardan ayırt edilerek satılmasında etken olan belirleyici, önemli bir grafik tasarım öğesidir. [1]

Neolitik dönemlere ait buluntular olan kil, midye, kabuk, yaprak, su kabağı, hayvan deri ve iç organlarından yapılmış keseler gibi biyobozunur ambalajlar, insanoğlunun doğada bulunan materyallerden ambalaj üretip kullanmayı kadim bir metot olarak deneyimlediğinin göstergeleridir. [1] Meyve kabuklarını oyarak, hayvan derilerini kullanarak ve sepetler örerek, bitkileri ve suyu taşımak ayrıca saklamak için yollar aramışlardır. [2]

Biyobozunur ambalajlardan sonra, gelişen teknik ve teknoloji ile birlikte yeni ambalaj materyalleri keşfedilmiştir. İ.Ö. 7000'de kum, kireç ve sodayı yaklaşık 1000 °C ısıyla cam haline getiren keşif, sıvıyı taşımayı kolaylaştırmıştır. [1] İ.S. 105'de T'sai Lun'un kâğıdı elde etmesiyle katı, un haline getirilmiş ya da pişirilmiş mamullerin ambalajlanması ve saklanabilmesi kolaylaşmıştır. [1] 1809'da Napolyon Bonapart'ın savaş sırasında besinleri uzun süre korumak amacıyla bir ambalaj üretilmesi talimatı vermesi ve ödül vaat etmesiyle hava ızalasyonu sağlayan metal ambalajın keşfedilmesine motivasyon kaynağı olması ile besinin bozulmasını geciktiren konserve ambalajının bulunmasına neden olmuştur. [3], [5] 1800'lerin ortalarında petrol bazlı plastiğin keşfi; yine sıvı sızdırmaz ve hava geçirmez bir malzeme olma özelliği taşıması dolayısıyla hızla yaygınlaşarak ambalaj sanayisini köklü bir değişime uğratmıştır. Doğanın kendini yenileyen yapısına uyum sağlamayan bu materyal imha olması güç atıkların dramatik bir şekilde birikmesine neden olmuştur. [4]

Grafik tasarım alanının ambalaj tasarımı alt başlığı; ambalajın hem görsel tasarımını, tipografi yapısını, iletmiş mesajı göz önünde bulundurarak ürünün hedef kitle tarafından satın alınmasına motivasyon sağlamayı amaçlarken hem de disiplinlerarası bir bakış açısıyla ambalajın strüktürü, ürün içeriği ile uyumlu materyal seçimi, ergonomisi, maliyeti, kullanım kolaylığı ve hijyeniyle ilgilenmekle aynı zamanda tasarımı doğa duyarlılığı ve sürdürülebilirliği gözetken bütünsel bir yaklaşım olarak ele almakla yükümlüdür. [1], [5]

Tüketilen besinler ve ürünler sonrası atık haline gelen ambalajların tümü; çevreye duyarsızlık, maliyet, geri dönüştürme tesislerinin kapasite yetersizliği gibi sebeplerle geri dönüştürülemede ve kalanlar, yeryüzünde birikerek uzun süre zarfında parçalandığında ya da aşındığında kontamine edici kimyasal partiküller sulara, yer altı kaynaklarına, toprağa karışarak ekosisteme ve canlı popülasyonuna zarar vermektedir. [6] Çevrede gereksiz yer kaplayan plastik gibi petrol bazlı atıklar, uzun yıllar sonucu çözüldüğünde mikroplastik veya nanoplastik haline gelerek ekosistemdeki her şeye karışmakta, doğrudan ya da dolaylı yollarla canlıların metabolizmalarına girerek besin zincirinin

bütün halkalarını kapsayacak şekilde sağlık açısından ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından tehdit oluşturmaktadır. [7]

Siracusa, V. ve diğerlerine göre; ham petrolden üretilen plastiğin tüketim miktarı 200 milyon tondan fazladır ve yıllık büyüme hacmi yaklaşık %5 olarak belirlenmiştir. [8]

Pasifik Okyanusu'nda tespit edilen, plastiklerden ve çöplerden oluşmuş bir ada oluşturabilecek büyüklükteki atık yığını "3,4 milyon kilometrekare genişliğinde, 7 milyon ton ağırlığında" bir hacme sahip olup kuş türlerine ve deniz canlılarına büyük zararlar verdiği anlaşılmıştır. [9] Vahimleşen bu tabloda, ambalaj atıklarına getirilen en belirgin çözüm, biyobozunur materyal kullanılan ambalaj üretimi yöntemine geri dönerek, güncel zamanın ihtiyaçlarına uyarlanması, geliştirilmesi ve iyileştirilmesini sağlamaktır. Bu çalışma; seçilmiş ambalaj örnekleri üzerinden, biyobozunur özellikteki ambalajları inceleyerek, yaygınlaşmasını güçleştiren olası sorun, eksiklik ya da dezavantajları tespit ederek, sebeplerinin mercek altına alınması amaçlanmaktadır. Tespit edilen sorunlar ve endişelerin giderilmesi üzerine tartışılarak optimizasyon araştırmalarına katkıda bulunmak hedeflenmektedir.

Biyobozunur materyaller; biyoloji, ziraat, kimya, tekstil, endüstriyel tasarım ve ambalaj tasarımı gibi alanların kapsamına giren disiplinlerarası bir araştırma konusudur.

Doğa döngüsellığı, doğadaki her şeyin kendinden başka bir oluşumun besini ya da değiştiricisi haline gelerek hiçbir şeyin tam anlamıyla yok olmadığı rejeneratif bir yapı içerisinde. Biyobozunur terimi; mikroorganizmalar tarafından çözümlenebilen, parçalanabilen, doğanın bu döngüsünü bozmayacak şekilde "karbon, nitrojen ve kükürt döngüleri gibi" döngülere minimize olmuş biçimde fayda sağlayarak karışan ya da zararsız olarak dâhil olabilen organik içerikli atıklar anlamına gelmektedir. [10]

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Biyobozunur ambalaj seçkileri üzerinden oluşturulan örneklem; biyobozunur ambalajların grafik tasarıma, materyal seçiminin kullanım ergonomisine, işlevselliğe ve hijyenik olmaya uygunluğu gibi kriterler açısından incelenerek, tasarımda dezavantaj teşkil edebilecek optimize edilmesi gereken unsurlar nitel ve gözleme dayalı bir metodoloji ile literatür taramalarıyla desteklenerek araştırılmaktadır.

Ambalaj üretiminde kullanılan sürdürülebilir, biyobozunur, oxo-plastik ve biyoplastik materyaller üzerinden sınırlandırılan araştırma konusu ve tartışma, grafik tasarımını disiplinlerarası bir boyuta ve bağlantıya taşıyarak bu ambalaj tasarımlarına bütüncül bir yaklaşımla olumlu ve olumsuz perspektiflerden bakarak yaklaşmaktadır.

A. Biyobozunur Ambalaj Materyalleri

Grafik tasarımcının görevi; ambalajın mesaj ileten, bilgilendiren, kreatif olarak sunulmasını sağlayan grafik dizaynının yanı sıra ürün içeriğine ve niteliksel kapsamına

göre ambalaj materyalini, yapısını, basım şeklini, maliyetini, taşınmasını ve atık hale geldiğinde yeniden değerlendirilmesini, geri dönüşümünü ya da doğaya duyarlı bir şekilde imha edilmesini kümülatif ve katmanlı bir şekilde düşünmektedir. [11]

Bu araştırmanın içeriğinde biyoplastik ve biyobozunur ambalaj ürünleri, pozitif ve negatif yönlerinin belirlenmesi açısından iki kategoride ele alınmaktadır. Birincisi; insanlar tarafından yenilerek tüketilebilen ambalajlar, ikincisi ise; atıkların hayvanlar tarafından yenilebilir ya da geri dönüştürülebilir, yenilenebilir, doğaya atıldığında bile mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılabilir ve kompost hale getirilebilir ambalaj tasarımlarıdır.

Fransa'da 2015 yılında plastik poşet yasaklanarak çevre dostu taşıma yöntemleri kullanımı yaygınlaşmıştır. [12] Yıl başına 13 milyar plastik şişe üretimi düştüğünü belirten Fransa, 50cl'den küçük su şişelerinin de yasaklanması için yasa tasarısı önerisi hazırlamaktadır. [13] Türkiye'de ise; marketlerde poşet ücretli yapılarak kullanımının azaltılması hedeflenmiştir. [13] Marketler çevre duyarlılığı açısından oxo-bozunur ambalaj kullanımına yönelmektedir. Oxo-bozunur poşetler oksijen etkisiyle plastiğe oranla az zamanda bozursa da temelini oluşturan yapı taşı forsil bazlı olduğu için doğaya daha hızlı mikroplastik nüfuz etmesine neden olmaktadır. Plastik gibi geri dönüştürülür olmaması, yeryüzünde çöp olarak yer kaplamasa da mikroplastiklerin doğaya zarar verme sürecini hızlandıran bir başka sorunu ortaya çıkardığını göstermektedir. [14] Mikroplastikler, deniz ve okyanuslardaki biyoçeşitliliği tehdit etmesinin yanı sıra solunum ve dolaşım sistemine olumsuz etkiler yaratmaktadır. [15] Mikroplastik, "1 mikrometre ile 5 milimetre arasında" bir hacme sahip olan kalıntılar için kullanılan bir terimdir. [16] 1 mikrondan küçük plastikler için ise; nanoplastik terimi kullanılmaktadır. [17]

Plastiğin icadı, 1862'de İngiliz kimyacı Alexander Parkes'in biyobozunur özellikte, doğal yollarla elde edilmiş selüloz ile polimer vulkaniti şeffaf hale getirme denemeleriyle gelişmiştir. 1869'da John Wesley Hyatt'ın organik olarak elde edilen bu selüloza kâfur ağacından elde edilen muma benzer bir madde katması, istenilen şeffaflığı elde etmesini sağlamıştır. Biyolojik içerikli bu denemelerin sentetikleştirilmesi 1905'te Belçikalı kimyager Leo Baekeland'ın bakalit elde etmesiyle gerçekleşerek ekosisteme zararlı, kimyasal içerikli ve yapay bir materyal haline getirilmiştir. [1], [4]

1905'ten güncel tarihe kadar, tek kullanımlık plastikler ile daha da yaygınlaşan plastik ambalajlar çevre kirliliğinin devasal bir boyuta taşınmasına neden olmuştur. Plastik ambalajların yok olma süreleri yaklaşık 400-450 yılı, petrokimya plastiğinin ise, 1000 yılı bulmaktadır. Bir cam şişe 4000 yılda, bir gazlı içecek kutusu 10 yılda, bir alüminyum ambalaj 100 yılda bozunmaktadır. [18]

Biyobozunur ambalajlar çeşitli malzemelerin denenmesiyle gelişerek çevre kirliliğine karşı, ambalaj üretiminde bir alternatif olarak çözüm olmaktadır. Biyobozunur ambalajlar

yenilebilir ve yenilemeyen materyaller olarak iki grupta incelenebilmektedir.



Şekil 1 Biyobozunur ambalaj materyalleri.

B. Yenilebilir Biyobozunur Ambalajlarda Optimizasyon Gerektiren Dezavantajlar (İsraf, Gıda Boyası, Hijyen ve Ergonomi Problemleri)

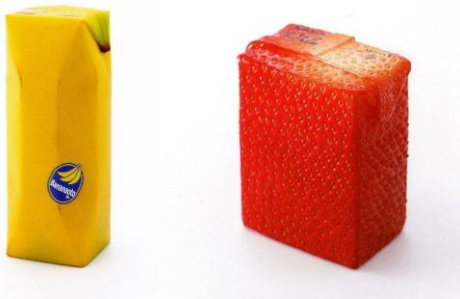
Anna Glansén, (İsveç'te) Tomorrow Machine tasarım stüdyosunda (kırmızı) deniz yosunundan (agar agar, jelatin maddesi elde ederek) biyomimikri temelli bir meyveli içecek (smoothie) ambalajı tasarlamıştır. [19] Yosun; Çin, Endonezya, Japonya, Güney Kore, Filipinler, Malezya gibi ülkeler tarafından yetiştirilen ve tüketilen bir gıda ürünüdür. [20] Deniz yosununun beden sağlığına iyi gelmekle birlikte yetiştirildiği ortama göre ağır metaller ya da minimum miktarda arsenik gibi zararlı toksik maddeler barındırabildiği tespit edilmiştir. [21] Diğer yosun türlerinde de toksik maddeleri temizleme özelliği gözlenmektedir. Environmental Pollution

dergisinde, *Warnstorfia fluitans* yosun türünün topraktaki arseniği çektiği bilgisi paylaşılmıştır. [22] Gıda ile teması tehlike barındırmasa da, deniz yosunundan üretilmiş ambalajların raf ömrü kısadır. Ambalaj strüktürünün ısıya maruz kaldığında deforme olabileme ihtimalinden dolayı soğuk ve hızlı tüketilmesi gereken ürünlerde tercih edilmektedir. Biyobozunur ambalajlar oksijen, ısı ve nem gibi faktörler nedeniyle ayrıştığı için biyoplastik özellikteki materyaller doğru ürün için özel olarak tasarlanması gerekliliğindedir. Isı faktörüyle çözünme, ambalaj üzerindeki grafik tasarım öğelerinin de bozulmalara uğratmasını muhtemel kılacaktır. Yenilebilir bir ambalaj olan 'Raspberry Smoothie' örneğinde tipografi, strüktürün bir parçası olduğu için, seri imalat için şeffaf bir etiket ya da 3 boyutlu strüktür üzerine doğrudan basım gerektirmektedir. 'Raspberry Smoothie' ambalajı yenilebilir jelatin içerikte olduğu gibi aynı zamanda geri dönüşüme uygunluk göstermektedir. İçecek ambalajları perakende satışlarda ikincil bir ambalajda satılmayabilmektedir. Bu nedenle çevreyle temas içinde oldukları için yenilebilir bir ambalajın yenilmesi hijyenik açıdan sakıncalı duruma getirmektedir. [19]

Anna Glansén röportajında meyve ve sebzelerin ambalajının kabukları olduğunu ve tasarım yaparken yola çıktıkları ana temanın bu olduğunu söylemektedir. Tasarım formatında Kenya Hara'dan etkilendiğini belirten tasarımcının 'Raspberry Smoothie' ambalajı üzerindeki tipografi kullanımındaki minimalist tavrı, boşluk kullanımı, doğa ile ambalaj ilişkisi, pirinçten yağ ambalajı tasarımı gibi Hara'nın etkisini vurgulayan tasarımlar ortaya çıkarmıştır. [19], [23]



Şekil 2. Biyobozunur içecek ambalajı örneği. [URL 1]



Şekil 3. Kenya Hara, ambalaj tasarımları. [URL 2]

Yenilebilir ambalaj ürünlerinde yenilme özelliğini kaybetmemesi için ambalajın grafik dizaynı kâğıt benzeri bitkisel ve biyolojik nitelikteki materyallere gıda boyasıyla basılmaktadır. Kfc markasının pirinçten yapılmış yenilebilir ambalajlarında amblem, logo, imajlar, tipografik öğeler gibi tasarım elementleri yer almaktadır. [Şekil 4], [5]

Yenilebilen ambalajların üzerinde yenilebildiğine dair tipografik bilgilendirme, infografik düzen ya da piktogram ile yönlendirme ibareleri oluşturulması ürünün israf olmaması için önem teşkil edecek unsurlardır. Pirinç, patates, mısır, buğday, kinoa gibi birleştirici madde olarak nişastasından faydalanılan, karbonhidrat açısından yoğun olan yenilebilen ambalajlar, satılan ürün içeriği ile lezzet açısından örtüşmediğinde, grafik tasarımında iştahı cezbeden renkler, şekiller ya da fotoğraflar kullanılmadığında ayrıca ürünün çevresel dış etkiler ile teması gerçekleştiğinde hedef kitle tarafından hijyenik olarak algılanmaması atık olarak atılma olasılığını artırabilmektedir. Baskı aşamasında gıda boyası kullanılması, gıda boyasının sağlığa olan olumsuz etkisi açısından da tercih edilir olmasını engelleyen faktörler arasında sayılabilmektedir. Bu gibi handikaplar, yenilebilir ambalaj malzemesini oluşturan pirinç, patates, mor lahanaya, mısır gibi tarım ürünlerinin yenmeyerek israf olmasını muhtemel kılmaktadır. Gıda boyaları doğal ve sentetik olarak iki kategoride değerlendirilmektedir. Sentetik gıda boyalarının hiperaktiviteyi artırdığı konusunda araştırmalar ortaya konulmuştur. [24] İmmunotoksik etkiler bakımından yapılan tıbbi araştırmalar gıda boyalarının bağışıklık sistemine olumsuz etkiler yarattığını ve hatta lethal bir takım sorunlara yol açabileceği analiz sonuçlarına yansıtılmıştır. [25]



Şekil 4. Yenilebilir ambalaj örneği: KFC. [URL 3]

Deniz yosunu tedarik ve üretim açısından avantajlı bir malzeme olarak hem kâğıt, hem de (strafor) köpük gibi malzemelerin yerini tutabilmesinin yanı sıra biyoplastik ya da agar plastik olarak bilinen şeffaf, yenilebilir bir materyal olarak da kullanıma uygunluk göstermektedir. [26] , [27]

Kırmızı algdan (kırmızı deniz yosunundan) jelatin elde etme yöntemini kullanan İzlanda Sanat Akademisi'nden Ari Jónsson, içi sıvı dolu iken deformasyona uğramayan, sıvı boşaldığında ise polisakkarit birleştiricilerin çözülmesiyle ambalajın kuruyarak, küçülerek ayrıştığı inovatif bir ambalaj tasarlamıştır. Isının yüksek olduğu bir ortamda ambalaj içerisindeki su ya da sıvıya, ambalaj malzemesine ait malzemenin tadının karışabileceği ve kokusunun sinebileceği belirtilmektedir. Yenilebilir özellikteki yosundan üretilmiş ambalajların yosun tüketimi olmayan ülkelerde tercih

edilmeyeceği için bu tükelerde yenilebilir amaçtan ziyade sürdürülebilir bir materyal olarak da ısı ile çözülmeye dayanıklılık süresinin artırılması yaygınlaşması konusunda önemli bir optimizasyon adımı teşkil etmektedir. [28] Deniz yosunu gibi malzemelerin dışında soğan kabuğu gibi yenilemeyen materyallerde de ısınma gerçekleştiğinde ambalajlanan ürüne koku ya da tat sindirmesi sorunu ortaya çıkması muhtemeldir.

Biyoplastiklerin (PLA) termoplastik özellik taşıması şekillendirme ve kalıplama açısından artı sağlarken ortak ayrışma faktörleri olan ısı, nem ve oksijenle temas gibi sebeplerden dolayı moleküler çözülmeye uğramalarının kolay oluşu raf ömrü açısından güçlük yaratabilmektedir. Yenilebilir ambalaj tasarımında hijyen açısından ikincil bir ambalaja ihtiyaç duyulmaktadır. Patates kabuğu, zeytin küspesi, buğday samanı gibi materyaller dokusal, renksel ve kalınlık açısından iyileştirildiğinde biyoplastiklerin üzerinde etiket ve ikincil bir ambalaj olarak kullanılması avantajlı olabilecektir.



Şekil 5 Kırmızı alg materyalli biyoplastik ambalaj örneği. [URL 4]

Bitkilerden ve yağlardan elde edilen enginar yaprağı gibi yenilebilir ambalajlar da deniz yosunundan yapılan ambalajlarla aynı dezavantajları barındırmaktadır. Enginar yaprağı ve Sulapac gibi organik ambalaj materyalleri kozmetik ürünleri için daha uygun görülmektedir. [29], [Şekil 8]



Şekil 6 Enginar yaprağı biyobozunur ambalaj örneği. [URL 5]

Tomorrow Machine'in tasarımı karamelize şekerden yapılmış yağ ambalajı, yumurta gibi kırılarak kullanılan yenilebilir kreatif bir ambalaj olsa da kırıldığında kullanım

kabına parçalarının düşme olasılığının yüksek olması tüketicinin dış etmenlere maruz kalan bir ambalajı tüketmesi konusunda ikna ediciliğini azaltmaktadır. Kırılabilir oluşu bu ambalaj ürününün hassas bir yapısı olduğunu bu nedenle taşıma ve depolama aşamasında zarar görme olasılı olduğunu için ve hijyen açısından bitkisel atıklardan elde edilen ikincil bir ambalaja ihtiyaç olduğunu göstermektedir. İkincil bir ambalajı olmadığında ambalaj üzerinde bulunması gerekli olan içerik bilgisi, son kullanma tarihi, gramaj bilgisi, üretici iletişim bilgileri, barkod gibi tasarım alanları yetersiz kalmaktadır.



Şekil 7 Karamelize şekerden biyobozunur ambalaj örneği. [URL 6]

C. Bitkisel Atıkların ve Kabukların Biyobozunur Ambalaj Üretimine Katkıları

Sulapac bariyeri, Finlandiya'lı Paptic firmasının biyokimyagerleri Suvi Haimi ve Laura Kyllönen'in ürettiği şeker kamışından, bir tür ahşap içerikten oluşturdukları bir ambalajdır. 200 °C ısıya dayanabilmesi ile termoplastikler gibi kalıplama işlemine imkân veren bu ambalaj, bir yıl içinde bozunabilen ve endüstriyel kompostlamaya uygunluk gösteren biyobozunur bir ambalajdır. Ahşap atıklarından yapılan malzemeler ormanlara ve ağaç popülasyonuna zarar verilmeden üretildiğinde plastik ve metal gibi materyallere alternatif yaratabilen, ekolojiye uyumlu malzemeler olmaktadır. [30]



Şekil 8 'Sulapac' biyobozunur ambalaj örneği. [URL 7]

Buğday kabuğu kullanımı, strafurun görevi gibi kırılğan yapıdaki yumurta gibi ürünlere ve sıfır atığa uygun bir tasarım konseptidir. Kullanım sonrası tekrar kullanılabilirliğe uygunluğu açısından da olumlu sonuçlar doğurabilecek bir ambalaj materyali buluşu olduğu görülmektedir. Tarım ürünlerinin, bitkilerin kabukları,

küspeleri ve atıkları tekrar kullanım açısından ambalaj üretimine uygunluk göstermektedir.



Şekil. 9 Buğday kabuğundan ambalaj örneği. [URL 8]

Buğday, mısır ve pirinç gibi tarım ürünlerinden elde edilen ambalajlar ise, hijyen sorunu ya da tat gibi nedenlerden dolayı yenmediğinde israfa neden olmaktadır. Örneğin; Türkiye'nin pirinç üretimi 2017'de 900 bin ton çeltikten 540 bin ton pirinç etmiştir. [31] Tüik raporuna göre; 2024 yılında çeltik üretimi 980 bin ton olacağı tahmin edilmekte olduğu açıklanmıştır. Türkiye üretimi yurtiçi pirinç üretim ihtiyacını karşılayamadığı için ithalata ihtiyaç duymaktadır. [32]

III. SONUÇLAR

Bitkisel atıklar ve kabuklardan elde edilen biyobozunur ambalajlar; plastik, kâğıt, cam ve metal gibi ambalajlara etkin bir alternatif oluşturmaktadır. Yenilebilir ve yenilemeyen biyobozunur ambalajlar incelendiğinde yenilebilen ambalajlarda olası dezavantajlar tespit edilmiştir.

Tablo 1. Yenilebilir biyobozunur ambalajlarda optimize gerektiren olası problem unsurları.

Yenilebilir Biyobozunur Ambalajların Olası Dezavantajları
Yenilebilir ambalaj malzemelerinin yenmesinin tercih edilmemesi durumunda israf olması.
Isı ile çözünen ambalajın tadının ve kokusunun ürüne nüfuz etmesi.
Grafik tasarımının basımında gıda boyası kullanılmasının tüketici tarafından tercih edilmemesi.
Yenilebilir ambalajların içindeki üründen sonra bozunur olması konusunda zamanlama gerekliliği.
Yenilebilir ambalajların çevreyle teması nedeniyle yenilmesinin hijyenik olmaması.
Yenilebilir ambalajların ikincil bir ambalaja gereksinim duyma ihtimali.
Yenilebilir ambalajla, ikincil biyobozunur ambalajın çözünme sürelerinin örtüşmesi gerekliliği.
Yenilebilir ambalajlarda fazla hassas, kırılğan veya elastik olma durumu.
Deniz yosunu gibi malzemelerin arsenik, ağır metal ve toksik emici fonksiyona sahip olması.

IV. TARTIŞMA

Biyobozunur ambalajlar; yenilebilir ve yenilemez ambalajlar kategorilerine ayrılarak artı ve eksi yönleri disiplinlerarası bir bağlamda tartışılmaktadır. Biyobozunur

ambalajlarda hijyen, sağlık, işlevsellik, ergonomi, grafik tasarımının basımı ve çözünme süreleri ve etkenleri ile ilgili olası dezavantajlar ele alınarak irdelenmekte ve optimize gereken noktalar tartışılmaktadır.

Pirinç, patates, kinoa gibi yenilebilir materyallerden tasarlanan kâğıt benzeri materyallerin tercih edilmesi sonucunda ziraat ürününün israfına neden olacağı öne sürülmektedir. Yenilebilir ambalajların grafik tasarım ve bilgilendirme yazıları ve hijyenik kullanımı için ek ikincil bir ambalaja ihtiyacı olduğu konusunda optimize olma ihtiyacı tartışılmaktadır. Yenilebilir materyallerden deniz yosunu ve bitkisel içeriklerin ısıya maruz kalması sonucu ambalajlanan ürün içeriğine koku ve tat olarak olumsuz yansımaları, bu tür ambalajların fiziksel ortam şartlarına dayanıklılığını artırılması ve grafik tasarımında kullanılan gıda boyası gibi katkısız renklendiricilerin sağlık açısından ve tercih edilebilirlik açısından biyobozunur ambalajlara etkisi tartışılmaktadır. Bitkisel atık, kabuk gibi materyallerin 'sıfır atık' açısından avantajları üzerinde durulmaktadır. Pirinç, patates, mor lahanaya, mısır gibi yiyeceklerin ambalajlamada kullanımının ve tüketicinin bu ambalajları yemesi konusunda motivasyon kazanamaması yönüyle israfa yol açması olasılığı örnekler üzerinden irdelenmektedir.

V. SONUÇ

Biyobozunur ambalaj yapımının bilinen kadim bir yöntem olmasına rağmen sıvı ve besinlerin uzun süre taşınması ve saklanması konusunda etkin görülmemesi nedeniyle daha uzun sürede bozulan plastik, metal gibi hava geçirmez ve sıvı sızdırmaz özellikte ambalaj arayışlarına sebep olduğu görülmüştür. Plastik materyali, denenen ilk prototiplerde doğal içerikli bir ürünken sentetik kimyasal bir madde haline getirilmesinin ekolojide kalıcı ve dramatik zararlar verdiği araştırma içeriğinde görülmektedir. Son yıllarda gittikçe yoğunlaşan geri dönüşümün yeterli olmaması, canlı çeşitliliğinin zarar görmesi gibi problemler biyobozunur ambalaj çözümlerine yönelimi artırdığı gözlemlenmiştir. Ülkelerin yaptırımlarla çözüm bulmaya çalışmaları bu konuya, bilim dalları ve grafik tasarım alanının disiplinlerarası kapsamda duyarlı şekilde eğilmekte olduğu anlaşılmıştır.

Bulunan doğal ambalaj çözümlerinin ağırlıklı olarak deniz yosunu, odunsu ürünler, bitki kabukları ve tarımsal ürünler üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.

Biyobozunur ambalaj konusunda yapılan araştırmalarda selüloz, protein, nişasta ve şeker gibi birleştirici etkisi olan tarım ürünlerinden, deniz yosunundan (agar, jelatinden), yenilebilir materyallerden, polisakkarit madde özelliği nedeniyle meyve ve sebze kabuklarından yararlanıldığı tespit edilmiştir.

Özellikle deniz yosunundan yapılan biyoplastik örneklerinin ayrışma açısından başarılı prototipler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Pirinç, enginar yaprağı, şeker kamışı gibi hızlı bozunabilen, deniz yosunundan, bitki kabuklarından, balmumundan yapılan kâğıdın ve plastiğin yerini tutabilen, organik ambalajlardan oluşturulmuş örneklem analiz edilmiştir.

Plastiğe alternatif oluşturan biyobozunur ambalajların negatif yönlerinin bu ambalaj türünün yaygınlaşmasında güçlük yarattığı görülmüştür.

Isıya maruz kaldığında çözünen biyobozunur ambalajların ısıya uzun süre maruz kaldığında ürün içeriğiyle tat, koku

açısından karışabildiği ya da strüktüründe ve grafik tasarımında deformasyonlara neden olabileceği sonuçları görülmüştür.

Yenilebilir ambalajların, bitki atıklarından elde edilen diğer doğal biyobozunur ambalajlardan daha fazla dezavantajlar barındırdığı ve optimize edilme gerekliliği olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Yosun ve monyak gibi ürünlerin barındırabileceği toksik etkileri ve çözünürken ürünlere bulaşma olasılığı araştırılarak geliştirilmesi gerekliliği önerisine ulaşılmaktadır.

Yemeye uyumlu ambalajlarda grafik tasarımın yüzeyine aktarılırken kullanılan gıda boyalarının tüketici tarafından bir dezavantaj olarak görüleceği aynı zamanda yapılan araştırmalarda sağlığa zararlı durumlar yaratabileceği literatür taramalarıyla ortaya konulmuştur.

Yenilebilir biyobozunur ambalajların dış etkenlere olan teması nedeniyle ikincil bir ambalaja ihtiyaç duyabileceği ve bu ambalajın da biyobozunur olması durumunda bozunma sürelerinin örtüşmesi gerekliliği tespit edilmiştir. İkincil bir ambalaj yoksa hijyen sorunu nedeniyle yenerek tüketilmeye hedef kitleyi teşvik edemediği durumlar söz konusu olarak hammadesini oluşturan tarımsal ürünün isaf olacağı sonucuna varılmaktadır. Hijyen meselesi çözüldürse bu tür ambalajlarda hedef kitlenin ambalajı yemeye motive edilmesi için grafik tasarım çözümlerinin ve renk kullanımının iştah açıcı olmasının sağlanması gerekliliğinin ortaya çıktığı görülmüştür.

Yenilebilir olması ile ilgili infografik çalışmaları yapımının, sloganları ve mesajı güçlü bir düzenlemeyle iletilmesinin önem kazandığı anlaşılmıştır.

İncelenen biyobozunur ambalajlarda ürün ambalaj strüktürlerinin kapaklı olması, kolay açılır olması gibi kullanım kolaylığı açısından gerekli detaylara sahip olmamasının ürünün yaygınlaşmasında olumsuz etki yaratabileceği sonucuna varılmaktadır.

Bitkisel atıklardan elde edilen yenilenebilir, sürdürülebilir ya da kompostlanabilir özellikteki biyobozunur ambalajların yenilebilir ambalajlara oranla daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir. Yenilebilir ambalajların israfa yol açabilmesi, hijyenik kullanım konusunda negatif yönlere barındırması ve grafik tasarımının gıda boyasıyla basılması açısından optimizasyon gerektirdiği görülmektedir. Bitki atıklarından elde edilen biyobozunur ambalajların ise; sıfır atığa katkısı açısından hem israfa karşı hem de üretilebilir, sürdürülebilir, kompostalabilir, geri dönüştürülebilir, hayvan yemi olarak tekrar kullanılabilir olması gibi niteliklerinin ekonomiye, hayvancılığa, ormanlara ve ziraata faydalı olacağı ve geliştirildiğinde plastik ve kâğıt üretiminin önemli bir ölçüsünü karşılayabileceği sonucunun göstergeleri ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Becer, E. (2014, 2017). *Ambalaj Tasarımı*, 2. Baskı. Ankara: Dost Kitapevi Yayınları.
- [2] Emblem, A. , Emblem, H. (Ed.). (2012). *Packaging Technology: Fundamentals, Materials and Processes*, Elsevier. UK: Woodhead Publishing Limited.
- [3] Debeaufort, F., Galic, K., Kurek, M., Benbettaieb, N., & Scetar, M. (2021). Metal packaging. *Packaging Materials and Processing for Food, Pharmaceuticals and Cosmetics*, 13, 75-104.
- [4] M. Sığırıcı. (2022) [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/plastigin-icadi>

- [5] Balcan, S. (2022). ‘Duyargalı uygulamaların afiş ve ambalaj tasarım üzerindeki etkileri’ Grafik Tasarım Yüksek Lisans Tezi. Yök tez veri tabanı. (Görüldü: 21.08.2024)
- [6] Schyns, Z. O., & Shaver, M. P. (2021). “Mechanical recycling of packaging plastics: A review. *Macromolecular rapid communications*,” 42(3), 2000415.
- [7] do Sul, J. A. L., & Costa, M. F. (2014). “The present and future of microplastic pollution in the marine environment.” *Environmental pollution*, 185, 352-364.
- [8] Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Dalla Rosa, M. (2008). “Biodegradable polymers for food packaging: a review.” *Trends in food science & technology*, 19(12), 634-643.
- [9] Sevim, S., & Tan, Ö. (2020). Plastik atıkların doğaya verdiği zararın sanattaki yansımaları ve seramik uygulamalar. *Journal of Arts*, 3(3), 159-178.
- [10] Chandra, R. U. S. T. G. I., & Rustgi, R. (1998). Biodegradable polymers. *Progress in polymer science*, 23(7), 1273-1335.
- [11] Bingöl, B. (2011). “Çevreye Duyarlı ve Sürdürülebilir Tasarım”, Başkent Üniversitesi 1. Sanat ve Tasarım Eğitimi Sempozyumu, Dün Bugün Gelecek Bildiriler Kitabı, 363-366, Ankara.
- [12] S. O'Donoghue (2024) [Çevrimiçi]. Mevcut: <tr.euronews.com/green/2024/10/22/fransiz-milletvekili-kucuk-plastik-sisede-su-satisinin-yasaklanmasini-onerdi>
- [13] Çevik, O. (2020). “Sürdürülebilir Çevre muhasebesi aracı olarak ücretli plastik poşet uygulaması üzerine bir araştırma,” *Kırkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 323-351.
- [14] Caferoğlu, M., & Malzemelerin, “Y. V. S. Y. B. Yenilikçi ve sürdürülebilir yaklaşımla biyoplastik malzemelerin ambalaj tasarımda kullanımı,” 7(46), 2305- 6417.
- [15] Yurtsever, M. (2019). “Nano-ve mikroplastik’lerin insan sağlığı ve ekosistem üzerindeki olası etkileri.” *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5(2), 17-24.
- [16] Denizli, A., & Yavuz, H. (2017). “Mikroplastikler ve dünyamız,” *TÜBA Guncce Dergisi*, s.64-66.
- [17] Wikipedia. (t.b.) [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mikroplastikler>
- [18] Nayim, B. N. (2015). “Amasra ilçe merkezi, tarlağzı ve gömü köyleri çevresindeki düzensiz katı atık alanlarının tespiti,” *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 17(25), 42-53.
- [19] M. Bate. (2018) [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://mattersjournal.com/stories/tomorrowmachine>
- [20] Wikipedia. (t.b.) [Çevrimiçi]. Mevcut: https://en-m-wikipedia-org.translate.google/wiki/Seaweed_farming?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr_hl=tr&_x_tr_pto=tc (Erişim tarihi: 4.11.2024)
- [21] Yağmur, F., & Hancı, H. (2002). “Arsenik. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*,” 11(7), 250-251.
- [22] Cumhuriyet. (t.b.) [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://www.cumhuriyet.com.tr/bilim-teknoloji/denizin-altinda-tum-dunyaya-yetecek-kadar-var-nukleer-savas-cikarsa-2170570>
- [23] N. Brutel. (2023) [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://medium.com/@ninabrutel/hara-kenya-embracing-the-future-through-emptiness-aa36aa8f002c>
- [24] Gültekin, F. (2011). “Gıda katkı maddeleri ve hastalıklar,” 1. *Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi Sözel Bildiri Kitabı*, 2011, 157-161.
- [25] Sarıkaya, R., Selvi, M., Akkaya, N., Acar, M., & Erkoç, F. (2010). “Farklı Konsantrasyonlardaki Gıda Boyalarının *Drosophila melanogaster* (mwh x flr)’de Yaşama Yüzdesi Üzerine Etkisi,” *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science*, 5(1), 38-46.
- [26] B. N. Hayta, (2018) [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://sifiratik.co/2018/09/10/plastik-yerine-deniz-yosunundan-ambalaj/>
- [27] A. Morby. (2016) [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://www.dezeen.com/2016/04/19/eco-friendly-packaging-concept-agar-plasticity-seaweed-wins-lexus-design-award-milan-deisgn-week/>
- [28] Crea. Tips (2016) [Çevrimiçi]. Mevcut: <http://crea.tips/doga/plastik-siselerin-gelecekteki-rakibi-yosun-siseler-ari-johnsson/>
- [29] Medya Ege. (2023) [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://www.medyaage.com.tr/enginar-ambalaj-sektorne-ilham-oldu-212056h.htm>
- [30] Lawton, G. (2019). “Welcome to the age of wood,” *New Scientist*, 241(3221), 33-37.
- [31] Çelik, H., & Emeksiz, F. (2019). “Türkiye’de pirinç üretimi, tüketimi ve pazarlaması,” 37(1), s. 124-133.
- [32] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024) [Çevrimiçi]. Mevcut: www.tarimorman.gov.tr/Haber/6387/Tmonun-2024-Donemi-Celtik-Alim-Fiyatları-Belli-

Oldu#:~:text=2024%20yılı%20çeltik%20üretimi%20980,ay%20başında%20lokal%20olarak%20başlamıştır.

URL 1 <https://mattersjournal.com/stories/tomorrowmachine>

URL 2

<https://i.pinimg.com/736x/a6/80/17/a68017276f5a2db8ca00398ae7a2e163.jpg>

URL 3 <http://fikir.ist/kfcden-yenilebilir-ambalaj/>

URL 4 <http://crea.tips/doga/plastik-siselerin-gelecekteki-rakibi-yosun-siseler-ari-johnsson/>

URL 5 <https://www.medyaege.com.tr/enginar-ambalaj-sektorune-ilham-oldu-212056h.htm>

URL 6 <https://mattersjournal.com/stories/tomorrowmachine>

URL 7 <https://www.sulapac.com/barrier/>

URL 8 <https://bigumigu.com/haber/strafor-yerine-tahil-kabuklari/>