

DOI: 10.7596/taksad.v1i4

Atık Kompozit İçecek Kartonları Geri Dönüşüm Yöntemleri*

Volkan ENÇ**, Seniye Eşkin UZUN**, Fatih HOŞOĞLU**

Özet

Kâğıt, plastik ve alüminyum malzeme katmanlarından oluşan kompozit kartonlar özellikle sıvı gıdaların muhafazası için tercih edilen bir ambalaj türüdür. İlk olarak süt için tasarlanan ve geliştirilen kompozit kartonlar, günümüzde sütün yanı sıra pek çok gıda ve içeceğin ambalajlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kullanım sürecini tamamladıktan sonra atık halini alan kompozit içecek kartonlarının geri dönüşümünde ise önemli sıkıntılar bulunmaktadır. Özellikle ülkemizde bu tür atıkların geri dönüşümünün sağlanması sınırlı olarak yapılmakta, bu atıkların büyük bir kısmı depolama alanlarına gönderilmektedir. Bu nedenle bu atıkların yönetimine yönelik öncelikli bilimsel çalışmaların yapılarak, uygun yönetim alternatiflerinin uygulamaya aktarılması ihtiyacı doğmuştur.

Bu çalışmada, atık kompozit içecek kartonlarının değerlendirme yöntemleri ve süreçleri araştırılarak bu yöntemler sonucunda elde edilen ürünler ile kullanım alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, kompozit içecek kartonlarının geri kazanım yöntemleri teknik ve detay bilgilerine daha önce yürütülen araştırma projeleri, dijital-basılı yayınlar, şirket ve bakanlık raporları ve web sayfaları bilgilerinden derleme yöntemi ile ulaşılmıştır.

* Bu makale Karabük Üniversitesi tarafından düzenlenmiş olan “Tüketim Toplumu ve Çevre” konulu Ulusal Sempozyumda sunulan tebliğin geliştirilmiş şeklidir.

** İSTAÇ A.Ş., İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş., Şişli-İSTANBUL

2005-2012 yılları arasında İstanbul'da Ambalaj Atıkları Yönetimi çalışmaları 26 ilçede İSTAÇ A.Ş. koordinatörlüğünde (İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden alınan yetki devri ile) yürütülmüştür. Bu süreç içerisinde, atığın nasıl ve neden ayrılması gerektiğini içeren hane halkı bilgilendirme çalışmalarından, atığın son değerlendirme-geri dönüşüm tesisi prosesine kadar geçen yolculuğu kademe kademe izlenmiştir. Bu kapsamda, çeşitli atık miktar ve karakterizasyon analizleri, eğitim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ambalaj üreticileri ve atık toplama-ayırma-geri dönüşüm şirketleri teknik ziyaretleri yapılarak araştırma raporları hazırlanmıştır. Çalışmada yer alan Türkiye'deki dönüşüm yöntem ve oranları ile ilgili bilgilere de yürütülen ambalaj atıkları uygulama çalışmaları kapsamında edinilen bilgiler sonucunda ulaşılmıştır.

Herhangi bir işlem uygulanmadan bileşenlerine ayrılması mümkün olmayan bu atıkların en basit ve ucuz geri dönüşüm yöntemi, bileşenleriyle birlikte işlenmesi suretiyle yonga levha üretilerek değerlendirilmesidir. Bileşenlerine ayrılarak geri dönüştürülmesi için ise öncelikle %75 oranındaki kâğıdın sulu hamurlaştırma (hidropulper) yöntemiyle geri kazanılması gerekmektedir. Geriye kalan alüminyum ve plastik karışımının geri dönüşümü için ikinci bir geri kazanım işlemi uygulanmalıdır. Ayrıca bu atıkların termal yollarla bertarafına yönelik piroliz, gazifikasyon, plazma vb. teknolojiler de araştırma aşamasındadır.

Kompozit içecek karton atıklarının, ambalaj atıklarıyla ilgili yürürlükte bulunan çeşitli yasal mevzuatlar nedeniyle belirli oranlarda geri dönüşümünün sağlanması ve bunun belgelenmesi gerekmektedir. Hal böyle olunca, katı atık içindeki oranı %1'i bulmasa bile bu atıklar için ayrı bir değerlendirme sürecinin oluşması zorunlu hale gelmektedir.

1994 yılında yalnızca fiziksel işlemler ile gerçekleştirilen yonga levha üretimi ile başlayan atık kompozit içecek kartonları geri dönüşüm serüveni, bugün çeşitli kompleks işlemlerin uygulandığı farklı ürün çıktıları olan süreçlere kadar ilerlemiştir. Fakat ülkemizde bu yeni teknolojilerin hiçbiri lisanslı olarak uygulanmamaktadır. Dünya'da kullanılan uygun teknolojilerin ülkemiz koşullarına uyarlanması veya yeni bertaraf teknolojilerinin araştırılması sonucunda bu atıkların geri dönüşümüne yönelik gerekli yatırımların yapılması ile bu atıkların çevresel etkilerinin azaltılarak ekonomiye katılması sağlanabilecektir.

Bu çalışmanın, yapılacak araştırma ve hayata geçirilecek uygulama ve yaptırım çalışmalarında kompozit içecek karton atıkları için farkındalık yaratması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit atık, içecek karton, geri dönüşüm, kompozit ambalaj, termal dönüşüm.

Recycling Methods of Composite Beverage Carton Waste

Abstract

Composite cartons which consist of paper, plastic and aluminum, are used in packaging of drinks. However composite cartons are designed and developed for the milk packaging, now days it has been widely used in packaging of many food and drink.

There are serious problems in recycling of composite cartons. Since recycling of packaging wastes is limited in Turkey, most of the packaging waste is been landfilled. Therefore, primarily there has been a need to scientific studies done about the management of packaging wastes and implementation of appropriate packaging waste management alternatives.

In this study, detailed and technical data about recycling of composite beverage cartons has been obtained from the previous studies, printed - digital databases, company, Environmental Agency and web pages.

The project about the Management of Packaging Wastes has been carried out in coordination with ISTAC Co. in 26 districts in İstanbul. Every step including public training to acceptance of packaging waste to recycling facility has been observed. Many analyses are done to determine the amount and character of waste. Technical reports are presented about the results of the technical visits to waste collecting-separation and recycling facilities. The data presented in the study is obtained from the project about Management of Packaging Wastes which is done between in 2005-2012.

Wafer board production is the simplest and cheapest recycling method of packaging wastes where the separation of components cannot be done by handling. First step of recycling of packaging waste is the recovery of %75 paper by hidropulper method. An extra recovery process should be done for recycling of aluminum and plastic. Many technologies such as pyrolysis, gasification and plasma are been investigated as alternative recycling methods for recycling of packaging wastes.

Since there have been some regulations regarding the certification of packaging waste management. Even the amount of the packaging waste is less than %1 of the solid waste, an assessment for packaging wastes has been vital.

However recycling of packaging waste has started with wafer production by using simple physical processes, now days many complex methods are developed. Unfortunately none of the new Technologies has been used in Turkey. With the adaption of appropriate technologies to our country and new investments as a result of investigation of new Technologies will provide an economical benefit while reducing the environmental impact.

This study aims to create awareness for composite packaging waste in following researches and studies

Keywords: composite waste, beverage carton, recycle, composite packaging, thermal recycling

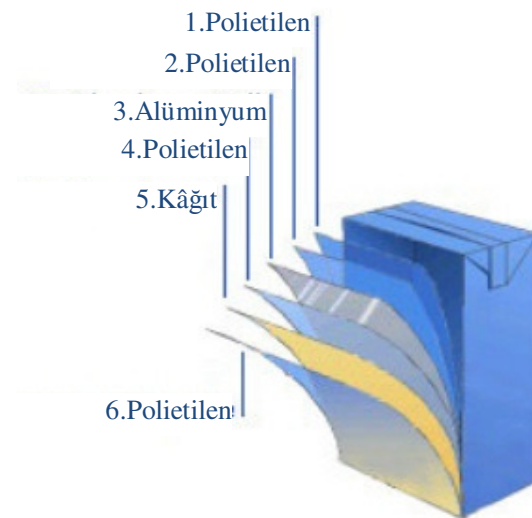
1. Giriş

İki veya daha fazla sayıdaki aynı veya farklı gruptaki malzemelerin, en iyi özelliklerini bir araya toplamak ya da ortaya yeni bir özellik çıkarmak amacıyla, bu malzemelerin makro seviyede birleştirilmesiyle oluşan malzemelere “Kompozit Malzeme” denir. Başka bir deyişle birbirlerinin zayıf yönünü düzelterek üstün özellikler elde etmek amacı ile bir araya getirilmiş değişik tür malzemelerden veya fazlardan oluşan malzemeler olarak da adlandırılabilir (Pietikäinen, 2008).

Özellikle gıda ambalaj sektöründe yaygın olarak kullanılan kompozit malzemelerin mekanik yöntemlerle bileşenlerine ayrılması mümkün değildir. Kompozit ambalajlar, içerdikleri bileşen yüzdesine göre; Kâğıt-Karton Ağırlıklı, Metal Ağırlıklı, Plastik Ağırlıklı olmak üzere başlıca 3 tür olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Tetrapak olarak bilinen Kâğıt-Karton ağırlıklı kompozit ambalajlar, özellikle sıvı gıda ürünlerinin uzun süreli muhafazası için tercih edilmekte ve bugün dünyada oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Gıda sektöründe ve özellikle sıvı gıdaların uzun süreli muhafazası için yaygın olarak kullanılan kompozit içecek kartonları %75 oranında kâğıt, %20 oranında polietilen ve %5 oranında alüminyum içeriğine sahiptir (Ayrılmış vd., 2008). 6 katmandan oluşan malzemenin bileşenleri şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Tetrapak Kutusu Bileşenleri (Pietikäinen, 2008)

2010 yılı “İstanbul İli Katı Atık Karakterizasyon Çalışması”nda kompozit içecek karton oranı %0,66 olarak belirlenmiştir. Günlük 14.000 ton katı atık hacmine sahip İstanbul ili için bir hesap yapacak olursak yalnızca İstanbul’da 33.264 ton/yıllık bir atık kompozit içecek kartonu miktarına ulaşılmaktadır. Buradan hareketle Türkiye’de iç pazara sunulan kompozit içecek kartonu miktarı 100.000 ton/yıl olarak tahmin edilmektedir.

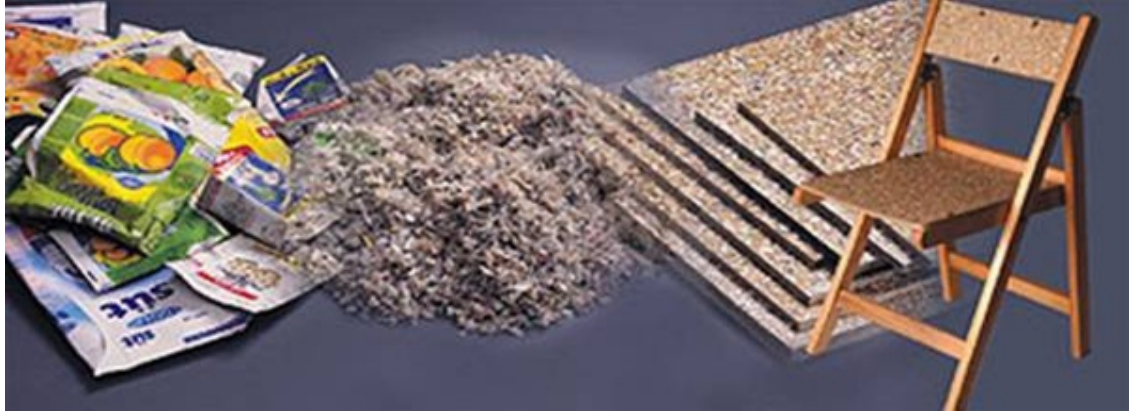
Buna karşılık, Türkiye’de Çevre ve Orman Bakanlığı’ndan (yeni adı: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) kompozit atık geri dönüşümü konusunda lisans almış 4 adet tesis bulunmaktadır ve bu tesislerin en büyük olan ikisinin toplam işlem kapasitesi 7.851 ton/yıl’dır, diğer iki tesisin kapasite bilgisine ise lisanslı tesisler listesinde yer verilmemiştir. Diğer iki tesisin de aynı kapasitede olduğunu varsaysak bile bu tesislerin tamamının işlem hacmi, yalnızca İstanbul ilindeki atık içecek karton potansiyelini karşılamamaktadır. Yıllık 100.000 ton kompozit içecek kartonunun iç piyasaya sürüldüğü kabulünde lisanslı tesisler Türkiye’deki toplam potansiyelin yaklaşık olarak %10’nu karşılayabileceği tahmin edilmektedir.

2. Kompozit İçecek Kartonlarının Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım Yöntemleri

Kompozit içecek kartonlarının geri dönüşümünde kullanılan ilk yöntem, 1994 senesinde başlatılan yonga levha yöntemidir. Ürünün bileşenlerine ayrılmadan işlenmesi (Termal Sıkıştırma) ile üretilen levhalar mobilya, inşaat ve ambalaj sektörlerinde kullanılmaktadır. 1998-99 yıllarında ise kompozit içecek kartonlarının içerdiği %75 oranındaki kâğıt elyafının geri kazanıldığı kâğıt geri dönüşümü (Hidropulping) başlamıştır. Kompozit içecek kartonlarının hidropulping işleminden sonra geriye kalan polietilen ve alüminyum olan kısımları, ilk dönemlerde yakıt olarak kullanılmıştır. Daha sonraları bu malzemelerin işlenerek yeni ürünlere dönüştürüldüğü prosesler geliştirilmiştir.

2.1. Termal Sıkıştırma

Kullanılmış kompozit içecek kartonlardan bir bütün olarak ürün elde etme işlemidir ve elde edilen yeni ürüne Yonga Levha (Yekpan-Tectan) adı verilir. Bu proses bütün atık kompozit içecek kartonlarını hiçbir atık bırakmadan kullanır. Kullanılmış kompozit içecek kartonları 5 mm’lik parçalar halinde doğranarak preslenir. Ardından Teflon kaplı metal plaklarla 170°C’ ye ısıtılır. Bu süreçte, kartonun bileşiminde bulunan %20 polietilenden dolayı ilave bir yapıştırıcı malzeme ihtiyacı duyulmaz. Kesilmiş kartonlardaki polietilen eriyerek kompakt bir elastik matris formunda kâğıt ve alüminyum parçaları bağlar. %5 oranındaki alüminyum ısının daha düzgün yayılmasına neden olur. Bu tabaka, soğutma presiyle soğutularak istenilen kalınlık için preslenir (Ayrılmış vd., 2008 – Haggar)



Şekil 2. Yonga Levha Üretim Aşamaları

Üretilen plakalar neme dayanıklı olup ses geçirmez özelliklere sahiptir. Bu nedenle ofis mobilyaları, zemin döşemesi ve iç dekorasyon için uygundur. Yongalar uygun yapıştırıcı kullanılarak dekoratif ahşap yüzey tabakaları ile kaplandığında ofis mobilyası üretiminde kullanılan ahşap bazlı panellere alternatif olabilirler. Ancak günümüzde, iç tesisat ve mobilya üreticileri tarafından yaygın olarak sunta ve dekoratif yüzey malzemesi ile kaplı MDF gibi ahşap esaslı paneller kullanılmaktadır ve kompozit içecek karton parçalarından yapılan yonga levhaların çok tercih edilmediği bilinmektedir (Ayrılmış vd., 2008 – Haggar)

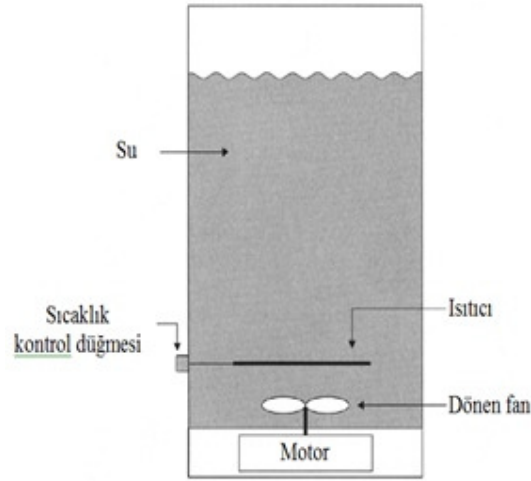


Şekil 3. Yonga Levha Kullanım Alanlarına Örnekler

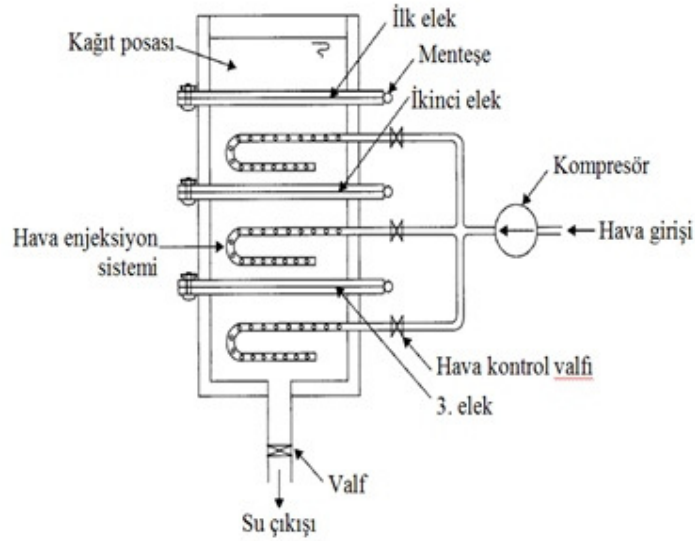
2.2. Sulu Hamurlaştırma (Hydropulping)

Kompozit içecek kartonları küçük parçalara kesilir ve hydropulper adlı bir tankın içinde sıcak suyla beraber karıştırılarak selüloz lifleri sulu kâğıt hamuru haline getirilir (Şekil 4). Bu karışım screening (elek) içine dökülür. Hava enjeksiyon sistemi havanın su içinde sirkülasyonunu sağlayarak eleklerin tıkanmasını önler ve maddelerin birbirinden ayrılmasını sağlar. Hava akımı durdurularak alt kısımdaki su vanası açılır ve su boşaltılır. Alt kısımdaki

elekten selüloz lifleri toplanır (Şekil 5). Bu lifler yıkandıktan sonra kâğıt fabrikasındaki makinelerde kağıda dönüştürülür (Ji-Fei vd.).



Şekil 4. Hydropulper Şematik Çizimi (Haggar)



Şekil 5. Hava Enjeksiyonlu Screening Cihazının Şematik Çizimi (Haggar)

Kompozit içecek kartonları yalnız başına kâğıt hamurlaştırıcıda işlenebileceği gibi kullanılmış oluklu mukavva, karışık ofis atıkları veya kullanılmış dergilerle birlikte de işlenebilmektedir. Hamurlaştırmadan sonraki ekipmana bağlı olarak aseptik karton konsantrasyonu değişmektedir. Geri dönüşüm prosesinde döner tambur kullanılıyorsa %5'e kadar karton kullanılmış mukavva ile karıştırılmasının fazla bir etkisi olmamaktadır.

Alüminyum ve plastik şeritlerin liflerden temizlenmesi için tankın içinde kalan karışım yıkama işlemine tabi tutulur. Etkili plastik yıkayıcı ve ayırıcı olarak döner, basınçsız,

silindirik ızgaralı sistemler veya döner tamburlar (Şekil 6) kullanılmaktadır. Yıkama işleminden sonra artık lifler kâğıt yapma işlemine, alüminyum ve polietilen (Şekil 7) ise yeni geri kazanım işlemlerine gönderilir.



Şekil 6. Alüminyum Ve Polietilen Temizliği İçin Döner Tambur



Şekil 7. Döner Tamburdan Sonra Alüminyum Ve Polietilen

2.3. Polietilen Ve Alüminyumun Geri Kazanılması

2.3.1. Plastik Ürün Dönüşümü

Alüminyumun polietilen ile birlikte plastik enjeksiyon veya ekstrüzyon prosesine herhangi bir negatif etkisi olmaz ve plastik ürünlerin içine katılabilir.

Plastik geri kazanım tesislerine gönderilen alüminyumlu polietilen balyaları yeni bir yıkama işlemiyle tüm artık liflerinden arındırılır. Temizleme işleminden sonra alüminyumlu polietilen santrifüjden geçirilir ve kurutulur. Termo-mekanik arıtmayı içeren tutkallaştırma (agglutination) işleminde bir rotor kuru plastiği, plastik geçiş sıcaklığına kadar ağartır. Bu işlemin amacı malzemenin yoğunluğunu artırarak ekstrüzyona beslenmesini kolay hale getirmek ve tüm nemi yok etmektir. Tutkallaştırma işleminden sonra malzeme peletlerin elde

edildiği ekstrüzyona (Şekil 8) gönderilir. Bu peletler plastik parçalarının enjeksiyonu veya levha kaplama (lamination) için ham maddedir.



Şekil 8. Alüminyum/Plastik Ekstrüzyonu

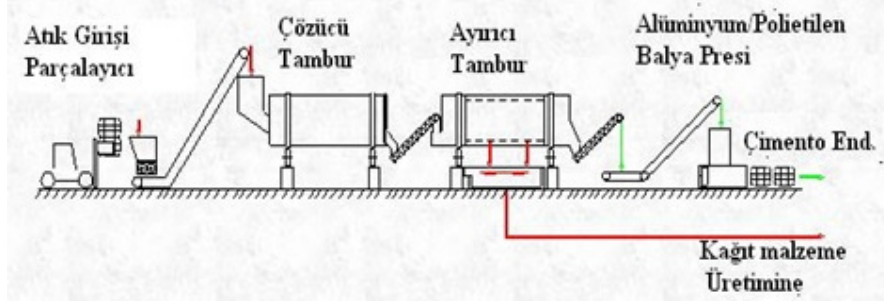
İtalya'da Ecoallene firması, kâğıt liflerinden ayrılmış plastik ve alüminyum karışımından yeni plastik malzemeler üretmektedir. Bu dayanıklı malzeme granül olarak plastik kalıp sanayinde kullanılmaktadır. Mekanik hamurlaştırmada selüloz, plastik ve alüminyum karışımı elde edildikten sonra filtre ile ayrılan kâğıt lifleri yeni kâğıt üretiminde ham madde olarak kullanılır. Kalan alüminyum ve plastik karışımı ise yıkandıktan, parçalandıktan ve 180 °C'de eritildikten sonra plastik endüstrisinde oyuncak, ofis ve ev malzemesi olarak üretilemeye hazır hale getirilir (www.ecoallene.com).



Şekil 9. Ecoallene Firması Tarafından Üretilen Bazı Plastik Ürünler

2.3.2. Enerji Kazanımı

Karton ambalaj geri kazanımından geri kalan alüminyum ve polietilen karışım boilerde veya çimento fırınlarında yakılarak enerji kazanımında kullanılabilir. Avrupa ülkelerinde çimento fırınlarında ek yakıt olarak kullanılmakta olan bu proses fosil kaynaklı yakıt tüketimini de azaltmaktadır. Bu proses de alüminyumun tutulmasını garanti altına almak için fırınlarda gaz yıkama sistemi veya elektro statik çöktürücüler bulunmalıdır. Alüminyum yakılmasında oksijen ile tepkimeye girerek alüminyum trioksit oluşturur ve buda su arıtımında polielektrolit olarak kullanılabilir.



Şekil 10. Aseptik Ambalajdan Kâğıt ve Çimento Fırınları İçin Yakıt Üretimi
(www.niederauer-muehle.de)

Almanya'daki Sortec firmasında plastik ve alüminyum karışımı katalizör görevi yaparak çimento fırınlarında alternatif yakıt olarak kullanılmaktadır. Bu süreçte üretilen enerji sonucu alüminyum oksitlenir. Bu alüminyum oksit aynı zamanda boksitin ısınması sonucu oluşan çimento üretiminde gerekli bir bileşiktir (www.beveragecarton.eu – www.tetrapak.com) .

2.3.3. Piroliz

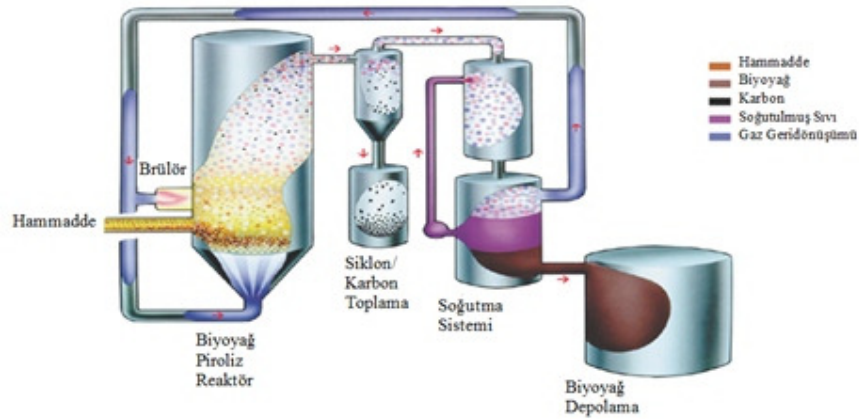
Makromoleküllerin havasız ortamda ısıyla ayrıştırılması sonucu enerji üretiminde faydalanılacak yağ ve gazların oluşturulması metoduna piroliz adı verilir. Piroliz prosesi ürünleri katı, sıvı ve gaz olabilir. Uygulamada organik bir atığa dışarıdan ısı enerjisi aktarılır. Piroliz metodu ile karışık plastik atıklar petrol ürünleri, yanabilir gaz ve karbonlu artığa dönüştürebilir. Gaz genellikle piroliz reaktörünü ısıtmak için yakıt olarak, yağ ise ya yakıt ya da farklı kimyasalların üretimi için hammadde olarak kullanılabilir. Karbonlu bakiye ya yakılır ya da içerdiği ağır metallere dolaylı olarak emniyetli bir şekilde ortadan kaldırılabilir. Ayrıca bu madde aktif karbon üretiminde de kullanılabilir (Arvanitoyannis – Korkmaz vd., 2009 – Öztürk, 2010).

Pirolizde iki önemli değişkenden biri ısıtma hızı (yakıtın ne kadar hızlı bir şekilde yüksek sıcaklığa getirildiği) diğeri ise son sıcaklıktır. Bu değişkenlerin (ısıtma hızı ve sıcaklık) seçimi, piroliz sisteminden hangi ürünün elde edileceğini belirlemede rol oynar. Çok

yüksek sıcaklıklar ve yavaş ısıtma durumunda piroliz ürününün büyük çoğunluğu gaz formundadır. Buna mukabil çok düşük ısıtma hızları ve düşük sıcaklıklarda ürünün büyük kısmı katı formdadır (Öztürk, 2010).

Piroliz prosesi çevresel yönden mükemmeldir, çok az kirlilik oluşturmakta ve sonuçta kullanılabilir yakıt üretimini sağlamaktadır. Ancak piroliz, şekerkamışı küspesi, orman atıkları gibi homojen ve yapısı bilinen maddelerin yakılmasında iyi sonuçlar verirken, kentsel katı atık gibi heterojen ve yapısı bilinmeyen atıklarda kötü sonuçlar vermektedir (Öztürk, 2010).

Piroliz atık kompozit kartonların geri dönüşümü için alternatif yollardan biridir. Piroliz fırınlarında düşük oksijen yüzdesi ile alüminyumun okside olması engellenerek polietilenin oksijenle tepkimeye girmesi sağlanır ve proses için enerji üretilir.



Şekil 11. Piroliz Prosesi (www.waste2energyworld.com)

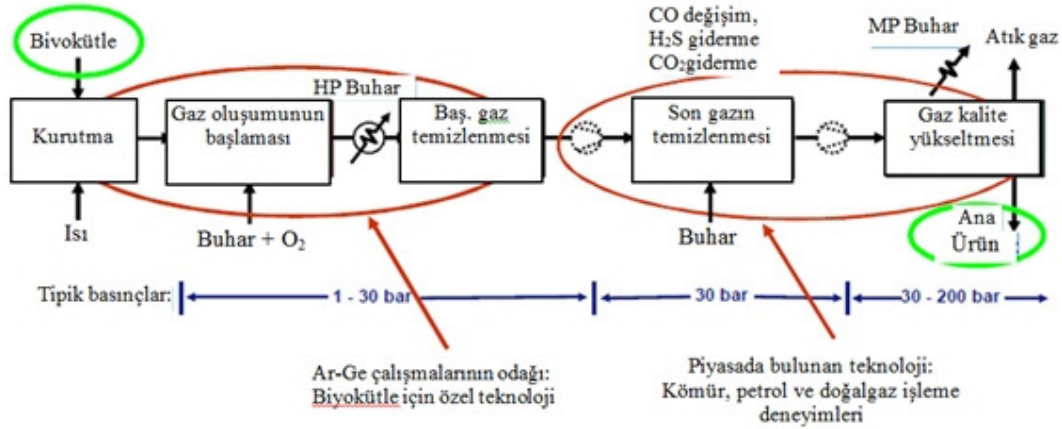
2.3.4. Gasification (Gaz Haline Getirme)

Atık kompozit içecek kartonlarındaki katı haldeki polietilen sıcaklıkla yakılıp gaz halindeki temel bileşenlerine ayrılıp enerji olarak kullanılır. Alüminyum ise granül haline dönüştürülüp metal sanayinde kullanılır (www.letsrecycle.com – Zevenhoven, 2002).

Gazifikasyon karbon içeren bir maddenin su, hava, oksijen ve bunların karışımı gibi gazlı bileşimlerin kullanılması suretiyle termo-kimyasal olarak gazlı bir ürüne dönüştürülmesidir. Gazifikasyon prosesinde katı veya sıvı haldeki maddeler yüksek sıcaklıkta (800-1400 °C) temel gazlı bileşenlerine ayrılır. Bu bileşenlerin hidrojen ve karbonmonoksit içeren kısımlarından kimyasallar, buhar, sentetik doğal gaz, güç ve sıvı yakıt elde edilir.

Biyoatıktan üretilen sentetik gaz prosesinde siteme giren biyoatık (kâğıt liflerden arındırılmış alüminyum ve plastik karışımı) yüksek sıcaklıkta kurutularak oksijen ve buhar varlığında gaz oluşumu başlar. Sistemde oluşan gaz temizlenmek üzere sonraki üniteye aktarılır. Son gaz temizleme ünitesine giren gazdan kükürt ve karbondioksit buhar varlığında

uzaklaştırılarak gaz iyileştirilir. Son aşamada ise gazın kalitesi yükseltilerek ana ürün elde edilir ve atık gaz sistemden uzaklaştırılır (Şekil 12).



Şekil 12. Gazifikasyon Metodu İle Sentetik Gaz Üretim Prosesinin Tüm Ana Aşamaları (Kurkela, 2009)

Finlandiya'daki Corenso adlı firmada gazifikasyon yöntemi uygulanmaktadır. Firmada Kâğıt liflerden ayrılan alüminyum ve plastik Ecogas tesisine gönderilir. Bu aşamada alüminyum granül halinde geri kazanılırken polietilenden gaz elde edilir. Gazifikasyon metoduyla geri dönüşüm işleminde elde edilen buhar kâğıt üretim prosesinde kullanılmaktadır. 2001 yılında faaliyete başlayan tesiste yılda 85.000 ton karton kutu procesten geçirilmekte, bunun 50.000 tonu Almanya'dan birkaç bin tonu Hollanda'dan ve gerisi Finlandiya'dan gelmektedir (www.letsrecycle.com).

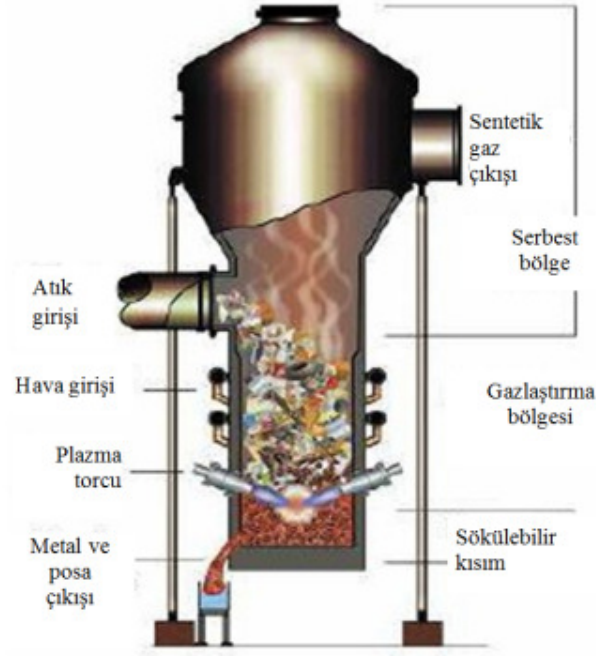
2.3.5. Plazma Teknolojisi

Selüloz liflerden temizlenen alüminyum ve polietilen, termal plastik teknolojisi ile ayrılır. Buna göre, plazma torcu yardımıyla oksijensiz ortamda alüminyum plastik bileşeni 12.000 °C'nin üzerindeki bir ısıyla birbirinden ayrılır. Bu yolla alüminyumda %99 saflıkta küle (ingot) ve plastikten yüksek saflıkta parafin elde edilir. Proses gazları temizlenerek havaya verilir (www.letsrecycle.com).

Plazma teknolojisinin avantajları: yüksek enerji verimliliği, değerli kaynakların geri kazanımı, proceste oluşan gazların arıtıma gereksinim duymaması ve temiz ve nihai bir proses olmasıdır.

Kompozit içecek kartonlarda bulunan 3 bileşiğin verimli bir şekilde ayrılması Plazma teknolojisini kullanılarak Brezilya'da bulunan Alcoa Alüminio adlı firma tarafından yapılmaktadır. Tesis 2006 yılında kurulmuş olup kurulum maliyeti 40 milyon dolardır. Tesiste

kâğıt lifleri hydropulping yöntemi ile ayrıldıktan sonra alüminyum ve plastik karışımı 15.000 °C'de ısıtılmakta ve bu işlem sonucunda saf formda alüminyum ve petrokimya endüstrisinde kullanılmak üzere parafin yağı üretilmektedir. 1 ton alüminyum üretmek için tesiste elektrik enerjisi ihtiyacı 400-500 kw-saattir. Plazma tesisi yılda 8.000 ton alüminyum ve plastik karışımını işlemekte olup buda yıllık 32.000 ton aseptik malzemeye karşılık gelmektedir.



Şekil 13. Plazma Gazlaştırıcı Şematiği (www.waste-management-world.com)

3. Sonuçlar

Gıdaları ısı, ışık ve nemden koruduğu için tercih edilen kompozit içecek kartonları tek kullanımlık ambalajlardır ve içerisindeki ürünün sona ermesiyle atık sınıfına girerler. Bu atıkların ülkemizde ve dünyada, ambalaj atıklarıyla ilgili yürürlükte bulunan çeşitli yasal mevzuatlar nedeniyle belirli oranlarda geri kazanımının gerçekleşmesi gerekmektedir.

Atık kompozit içecek kartonlarının geri dönüşümü ilk olarak 1994 yılında yonga levha yöntemi ile başlamıştır. Bu yöntemde atık kartonlar bileşenlerine ayrılmadan küçük parçalar halinde doğranır ve ardından yüksek sıcaklık ve basınç altında herhangi bir yapıştırıcı ilavesi olmaksızın preslenir. Bu işlem neticesinde yonga levha denilen plakalar elde edilir. Yonga levhalar inşaat ve ambalaj sektöründe kullanıma uygun olmasına rağmen tercih edilmemektedir. Bu nedenle bu ürünlerin ciddi bir pazar problemi mevcuttur.

Atık kompozit içecek kartonlarının bileşenlerine ayrılarak geri dönüşümü ise 1998-99 yıllarında içeriğindeki %75 oranındaki kâğıt elyafının geri dönüşümünün sağlandığı hidropulping işlemi ile başlamıştır. Bu yöntemle kâğıt liflerinden ayrılan plastik-alüminyum karışımı ilk zamanlarda yakıt olarak kullanılmış ve daha sonraları ise bu malzemelerin de ayrıldığı yeni sistemler geliştirilmiştir.

Plastik-alüminyum karışımı için bugün dünyada, yeni plastik ürün dönüşümü, enerji kazanımı, piroliz, gazifikasyon ve plazma teknolojileri uygulanmaktadır. Ancak bu teknolojilerin ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksektir ve prosesleri de kompleks bir yapıya sahiptir.

24.08.2011 tarih ve 28035 sayılı Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne istinaden kompozit ambalajların geri kazanımında; birim ambalajın bileşiminde bulunan ve ağırlıkça en fazla miktarı oluşturan malzemenin cinsine ait oran esas alınması ve kompozit malzemenin bu hedef doğrultusunda toplanarak geri dönüştürülmesi esastır.

Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan (yeni adı: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) lisanslı 4 adet kompozit atık geri dönüşüm tesisi mevcuttur ve bu tesislerin kapasitesi, kompozit atık potansiyelinin çok altındadır. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne göre piyasaya sürdükleri ürünlerinin boş ambalajlarının yıllık olarak belli bir miktarını geri toplamak ya da toplattırmak zorunda olan piyasaya ambalajlı ürün süren firmalar, bu kotalarını doldurmakta zorluk çekmektedirler.

Bu nedenle, kompozit atıkların geri dönüşümü için tesislerin yapılması için Bakanlığın ya da üretici firmaların teşvik edici önlemler alması bir çözüm olarak görülebilir. Aksi takdirde yeterli kapasitede geri dönüşüm tesisi bulunmayan bir ambalaj türü için diğer ambalajlarla aynı oranda geri dönüşüm kotası uygulamak tartışılması gereken bir husustur.

Kaynaklar

Arvanitoyannis, I.S. "Waste Management in Food Packaging Industries".

Ayrilmis, N. – Candan, Z. – Hizirolu, S. (2008). "Physical and mechanical properties of cardboard panels made from used beverage carton with veneer overlay", *Materials and Design*.

Haggar, S. E. "Sustainability of Municipal Solid Waste Management" *Sustainable Industrial Design and Waste Management*. Chapter 5.

Ji-Fei, Z. - Da-hai, Y. - Zhong-he, L. "The Recycling of the Tetra-Pak Packages: Research on the Wet Process Separation Conditions of Aluminum and Polythene in the Tetra-Pak Packages"; Res. Inst. of Solid Waste Manage., CRAES, Beijing, China.

Korkmaz, A. - Yanik, J. - Brebu, M. – Vasile, C. (2009). “Pyrolysis of the tetra pak”, Waste Management

Kurkela, E. (2009). “Fluidized-Bed Gasification of Biomass for Syngas - BTL in forest industry”, Bioenergy NoE Final seminar, Brussels.

Öztürk, İ. (2010). “Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları-sayfa:222-223”, İSTAÇ A.Ş. Teknik Kitaplar Serisi 2.

Pietikäinen, V. (2008). “Collection and recycling of beverage cartons at AIT” Project report.

Zevenhoven, R. (2002). “Energy and Recovered Materials from Waste” post-graduate course Ene-47.200/2002 Espoo, Sept. 2-4.

<http://www.beveragecarton.eu/en/beverage-cartons-3/beverage-cartons>

<http://www.ecoallene.com/>

http://www.niederauer-muehle.de/e_index.htm

http://www.tetrapak.com/environment/recycling_and_recovery/aluminium_and_polyethylene/pages/default.aspx

<http://www.waste2energyworld.com/pyrolysis.htm>

http://www.letsrecycle.com/do/ecco.py/view_item?listid=38&listcatid=221&listitemid=2064§ion=

http://www.waste-management-world.com/index/display/article-display.articles.waste-management-world.waste-to-energy.2010.10.Plasma_Gasification_Marketing_Agreement_between_Alter_NRG_and_Tech_nip_USA.html