

**AVRUPA AMBALAJ VE AMBALAJ ATIKLARI YÖNETMELİĞİNİN  
CAM AMBALAJ ENDÜSTRİSİNE ETKİSİ**

***EUROPEAN DIRECTIVE ON PACKAGING AND PACKAGING  
WASTE AND ITS EFFECTS ON GLASS CONTAINER INDUSTRY***

**Orhan ÇORUMLUOĞLU, Nurettin KILIÇALP, Erkut ESEN, Atilla ÇEBİ,  
Figen KÜRKÇÜOĞLU**

ŞİŞECAM, Cam Araştırma Merkezi, İstanbul / Türkiye

**ÖZET**

Türlü şekilleri ile günlük hayatımıza giren cam, kimyasal etkilere karşı en fazla direnç gösteren malzemelerden biridir. Bu özelliği nedeniyle kana zerk edilen tıbbi preparatların doldurulduğu ampul ve serum şişelerinden, kimyasal proses ünitelerine kadar çeşitli kullanım alanlarına girmiştir. Gıda kabı olarak da her türlü gıda maddesinin emniyetle stoklanabileceği yeterli dirence sahip olup, yüzyıllardan beri bu amaçla kullanılmaktadır.

Toksik ağır metallerin (kurşun, kadmiyum, civa ve +6 değerli krom) kullanımını kısıtlamak için alınan önlemler paketinde, çevre kirliliğinin en aza indirilmesi amacıyla, cam da dahil olmak üzere her türlü ambalaj ve ambalaj atıkları ile ilgili Avrupa Topluluğu Yönetmeliği 94/62 ve gıda güvenliği bağlamında Uluslararası Standardlar (ISO 7086 Kısım 1 ve 2, ISO 6486 Kısım 1 ve 2) ve bunların paralelinde hazırlanmış olan Avrupa Standardı EN 1388 Kısım 1 ve 2 önemli rol oynamaktadır. AT Yönetmeliği ile ambalaj ve ambalaj atıklarına getirilen ağır metal kısıtlaması, camın etkileşimsiz bir malzeme olması nedeni ile, cam kaptan yiyecek ve içeceklerle temas ettiği süre zarfında açığa çıkabilecek ağır metalleri hedef almamaktadır. Ancak kompozisyon sınırlaması, yüksek oranlara gelmiş olan dış cam kırığı kullanım miktarını azaltma gibi arzu edilmeyen uygulamaları gündeme getirmekte ve dolayısıyla enerji ve doğal hammadde kaynaklarını daha az tüketerek gelecek nesillere taşımak gibi hedeflerle çelişki yaratmaktadır. Nitekim, cam ambalaj üretiminde kullanılan hammaddelerde yukarıda belirtilen ağır metaller bulunmamaktadır. Temin edilen dış cam kırığına toplama kanallarında kurşunlu kristal, TV ekranı, kurşun oksit ihtiva eden çeşitli camlar, şişe kapsülleri ve sırlanmış seramik malzemeler karışabilmektedir.

Günümüzde pazarlanmakta olan cam şişelerdeki dış cam kırığı ile meydana gelen ağır metal kirlilik değerleri ile, bu değerlere karşı gelen kimyasal göç seviyeleri hakkında, bu makalede geniş bir bilgi verilmektedir. Cam ambalaj

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

ürünlerimizin ağır metal içeriğinin belirlenmesi; takibi ve muhtemel kaynakların tespit edilmesine yönelik son beş yılda kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Baskı boyası uygulanmamış renksiz, zümrüt yeşili ve bal rengi ürünlerimizde kadmiyum, civa ve +6 değerli krom bulunmamaktadır. Son 12 ayın ortalama değerleri dikkate alındığında baskı boyasız ürünlerimizin kurşun içerikleri 19 Şubat 2001 tarih ve 2001/171/EC no'lu Komisyon Kararında verilen 200 ppm sınır değerinin oldukça altında kalmaktadır.

Baskı boyası üreticileri ve cam dekoratörleri tarafından 12 yıldan beri yürütülen araştırma ve geliştirme çalışmalarında kurşun içermeyen termoplastik cam emaye baskı boyaları geliştirilmiştir. Kırmızı ve sarı renkli desen uygulamalarında kadmiyum bileşiklerinin alternatifi henüz bulunamamıştır. Bu konuda sürdürmekte olduğumuz bir çalışmada organik pigment ihtiva eden aşınma ve kimyasal dirençleri yüksek, sol-jel yöntemiyle hazırlanan ormosil esaslı baskı boyaları geliştirilmiştir. Halen müşteri dolum hatlarında deneme çalışmaları devam etmektedir.

#### ABSTRACT

In our daily life, glass with its familiar forms is among the most chemically resistant of common materials. Owing to this property, glass is utilized in several fields ranging from the packaging of injectable preparations to glass equipments for chemical processes where exceptional durability is required. For hundreds of years, glass containers have been used in packaging of food products with completely satisfactory behaviour with respect to the influence on the integrity of their contents.

Within the framework of the measures taken to regulate the use of toxic heavy metals (lead, cadmium, mercury and hexavalent chromium), the recent EC Directive 94/62, of environmental concern, and the revision of the International Standards (ISO 7086 Parts 1 and 2 and ISO 6486 Parts 1 and 2) and the recently issued European Norm (EN 1388 Parts 1 and 2), of more specific food safety concern, are playing a very significant role. The compositional limits for heavy metals set up by the Directive on packaging and packaging waste are not really relevant to the aim of preventing leaching from glass because of the inherent inertness of the glass as a material. On the other hand, it may discourage recycling which is the main objective of the Directive. This is also in contradiction with the aim of preserving energy and natural raw materials for the next generations. The toxic heavy metals are not present in the raw materials used in the production of glass containers. The presence of lead in container glass is mainly contributed by foreign cullet which is contaminated by lead bearing glass cullet (TV tubes, automotive windscreens, mirrors, lead crystal glass), glass enamels and capsules.

An overview on the typical contamination occurring for glass available on the market is given, together with the corresponding migration levels.

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

During the recent five years, an extensive and tedious analytical work has been carried out to determine the heavy metal content of our glass containers in the colours flint, amber and emerald green and also to find the possible sources for taking necessary precautions. The analytical findings of the investigations achieved reveal that the lead present in the undecorated glass containers is well below the current limit value 200 mg/kg glass as foreseen by the Commission Decision 2001/171/EC.

Glass enamel producers in collaboration with decorators from all over the world have been looking for alternatives for lead and cadmium for multi-trip containers. Lead-free enamels have been developed. But, up to today, no alternative for cadmium in the pigment of bright colours (yellow and red) was found. In a project carried out together by Mediterranean University and Glass Research Center, decorations by sol-gel technique have been developed. The glass containers decorated by this technique are at the trial stage at the customer site. However, laboratory studies indicate that they show high chemical and mechanical resistance properties.

## 1. GİRİŞ

Türlü şekilleri ile günlük hayatımıza giren cam, kimyasal etkilere karşı en fazla direnç gösteren malzemelerden biridir. Bu özelliği nedeniyle kana zerk edilen tıbbi preparatların doldurulduğu ampul ve serum şişelerinden, kimyasal proses ünitelerine kadar çeşitli kullanım alanlarına girmiştir. Gıda kabı olarak da her türlü gıda maddesinin emniyetle stoklanabileceği yeterli dirence sahip olup, yüzyıllardan beri bu amaçla kullanılmaktadır.

Bilindiği üzere günümüzde toksik ağır metallerin kullanımı; çevre üzerindeki etkileri azaltmak, çalışma ortamındaki sağlık ve güvenlik koşullarını sağlamak ve insanların aldıkları günlük ortalama dozajları azaltmak amacı ile ciddi kısıtlamalara uğramaktadır.

Bu konunun yasal düzenlemesi için alınan önlemler çerçevesinde;

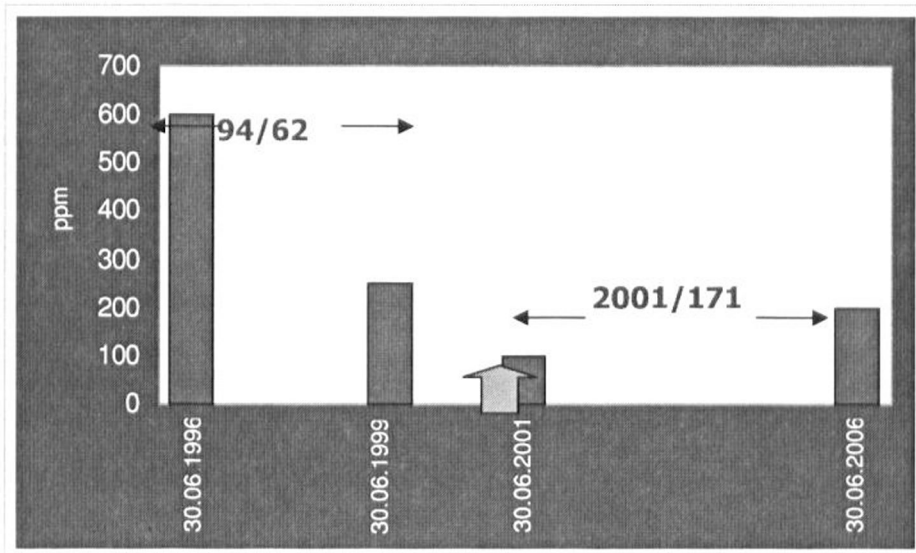
- çevresel içerikli 20 Aralık 1994 tarih ve 94/62 no'lu Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönetmeliği ile 19 Şubat 2001 tarih ve 2001/171 no'lu ek Komisyon Kararı ve
- gıda güvenilirliği konusunda yoğunlaşan ISO 7086, ISO 6486 ve EN 1388 no'lu standartlar

rol oynamaktadır.

Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönetmeliği ile ambalaj atıklarının geri kazanımını en üst düzeye getirerek ambalaj malzemelerinin çevre üzerindeki toplam etkisinin azaltılması amaçlanmaktadır. Yönetmelikte bu amaca ulaşmak

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

için diğer hükümlerle beraber cam da dahil, tüm ambalaj malzemelerinin ağır metal (kurşun, kadmiyum, civa ve +6 değerlikli krom) içeriğine sınır değerler getirilmiştir. 94/62 Yönetmeliği ile getirilen sınır değerler 30 Haziran 1996'dan itibaren 600 mg ağır metal/kg cam, 30 Haziran 1999'dan itibaren 250 mg ağır metal/kg cam ve 30 Haziran 2001'den itibaren 100 mg ağır metal/kg cam olarak belirlenmiştir. Ancak, geçtiğimiz dönemde atık cam kırığının (dış cam kırığı) kontrol dışı olarak toplama kanallarında kurşun oksit içeriği yüksek cam malzemeye kirlenmesi nedeniyle 30 Haziran 2001 tarihinden itibaren yürürlüğe giren 100 mg ağır metal/kg cam (veya 100 ppm) sınır değere uyamama durumu ortaya çıkmıştır. Bu durum, Avrupa ülkelerinde yüksek oranlara gelmiş olan dış cam kırığı kullanım oranını azaltmak gibi çevre açısından arzu edilmeyen uygulamaları gündeme getirmiştir. Avrupa Cam Ambalaj Üreticileri Federasyonu (FEVE)'nun yoğun çalışmaları ile 19 Şubat 2001 tarih ve 2001/171 no'lu Komisyon kararı yayınlanmıştır (Şekil 1). 30 Haziran 2006 tarihine kadar geçerli olacak olan 2001/171 no'lu Komisyon Kararı ile; cam ambalajın ağır metal içeriği ancak dış cam kırığı nedeniyle 100 ppm sınır değeri geçebilmekte ve her bir cam fırının üretiminde yapılan birbirini takip eden 12 aylık kontrollerde ortalama ağır metal seviyesi için 200 ppm'e kadar izin verilmektedir.



Şekil 1: 94/62 Yönetmeliği ve 2001/171 no'lu Komisyon Kararı ile Uygulamaya Konulan Sınır Değerler



### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

#### Niçin bu elementler ve niçin bu sınır değerler?

A.B.D. Baskı Mürekkebi Üreticileri Birliği, çocuklara hitap eden boya ve dekorasyonların kurşun içeriği için, sağlık güvenilirliği açısından 600 ppm sınır değeri getirmiştir.

Kurşun için getirilen bu sınırın, üretim sürecinde alınan tedbirlerle sağlanmış olduğu kabul edilmektedir. Diğer üç elementin de bu kapsama dahil edilmesiyle sanayi genelinde yıkıcı bir etkiye neden olunmayacağı düşünülmüştür.

Bu sınır değerler cama uygulandığı zaman Yönetmeliğin amacı etkin bir şekilde sağlanmış olacak mıdır?

Bu sorunun cevaplandırılması için bazı değerlendirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. İtalya Cam Araştırma Enstitüsü'nde yapılan bir çalışmada renksiz, yeşil ve ultraviyole ışınları absorplayıcı yeşil (UVAY) gibi ticari ürünler seçilmiş ve bu ürünler ağır metal içeriği açısından incelenmiştir. Ayrıca, çevre ve insan sağlığı açısından daha kritik olan özütleme (ekstraksiyon) deneyleri yapılmıştır. Tablo 1'de elde edilen bulgular gösterilmiştir<sup>(1)</sup>.

Tablo 1 incelendiğinde aşağıda açıklanan hususlar dikkati çekmektedir.

- Kurşun ölçülebilir seviyelerde olup diğer elementler deney metodlarının algılanabilirlik sınırının altında kalmaktadır. 1900 ve 93 ppm kurşun içeren renksiz A ve yeşil E şişelerinden, % 4 asetik asit ile 24 saatlik özütleme sonrasında sırası ile 7 ve 2 ppb (veya µg/L) kurşun açığa çıkmaktadır.
- Katı atık yasası çerçevesinde yapılan çalışmalarda açığa çıkan en yüksek kurşun miktarı 13 ppb olarak görülmektedir.

Bu bulguların ışığı altında; açığa çıkabilecek ağır metali önlemek amacı ile kimyasal kompozisyonun sınırlandırılması, aşağıda açıklanan nedenlerden dolayı haklı bir uygulama olarak görülmemektedir.

- Ağır metal iyonlarının camın ağ yapısı içinde güçlü bağlarla hapsolunması nedeniyle camdan açığa çıkabilecek ağır metal tehlikesi bulunmamaktadır.
- Cam ambalajın ağır metal içeriğine getirilen sınırlama ile atık cam kullanım oranlarının artırılması doğrultusunda alınan tedbirler arasında açık bir çelişki bulunmaktadır.
- İnsan sağlığını korumak amacıyla yapılan düzenlemeler arasında dengesizlik söz konusudur.

**Tablo 1: Renksiz, UV Absorplayıcı Yeşil ve Yeşil Renkli Ticari Ürünlerin Ağır Metal İçerikleri ve Özütleme Deney Sonuçları**

| İncelenen Element | Renksiz A                                                                                                                                                                                                                                                        | Renksiz B | UVAY C | Yeşil D | Yeşil E | Yeşil F |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|---------|---------|---------|
|                   | mg/kg (veya ppm olarak)                                                                                                                                                                                                                                          |           |        |         |         |         |
| Pb                | 1900                                                                                                                                                                                                                                                             | 208       | 105    | 190     | 93      | 68      |
| Cd                | <1                                                                                                                                                                                                                                                               | <1        | <1     | <1      | <1      | <1      |
| Cr+6              | <3                                                                                                                                                                                                                                                               | <3        | <3     | <3      | <3      | <3      |
|                   | <b>İÇ YÜZEY DENEYİ</b>                                                                                                                                                                                                                                           |           |        |         |         |         |
|                   | a) % 4 Asetik asit, 24 saat, 220C<br>µg/L (veya ppb olarak) b) saf su, 30 dakika, 1210C                                                                                                                                                                          |           |        |         |         |         |
|                   | a                                                                                                                                                                                                                                                                | b         | a      | b       | a       | b       |
| Pb                | 7                                                                                                                                                                                                                                                                | 9         | 3      | 6       | 3       | 5       |
| Cd                | <1                                                                                                                                                                                                                                                               | <1        | <1     | <1      | <1      | <1      |
| Cr+6              | *                                                                                                                                                                                                                                                                | *         | *      | *       | *       | *       |
|                   | <b>CAM TANECİK DENEYİ</b>                                                                                                                                                                                                                                        |           |        |         |         |         |
|                   | a) 0.5 M Asetik asit, 24 saat, 220C, tane boyutu <1 cm<br>(100 g/2000 ml)<br>(İtalya Katı Atık Yasası)<br>µg/L (veya ppb olarak) b) % 3 HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 24 saat, oda sıcaklığı, tane boyutu gelişmiş, güzel (EPA/SW 864/3050A) |           |        |         |         |         |
|                   | a                                                                                                                                                                                                                                                                | b         | b      | b       | b       |         |
| Pb                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                | 7         | 6      | 13      | 8       |         |
| Cd                | <1                                                                                                                                                                                                                                                               | <1        | <1     | <1      | 1.3     |         |
| Toplam Cr         | <1                                                                                                                                                                                                                                                               | <1        | -      | 2       | 2       |         |

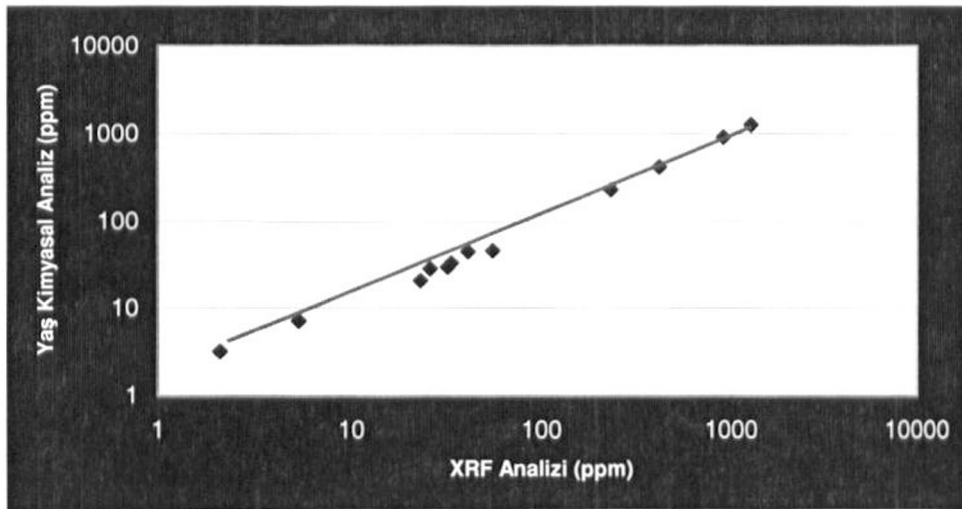
\*saptanamamıştır.

## 2. Cam Ambalaj Ürünlerimizde Ağır Metal (Pb, Cd, Hg ve Cr<sup>+6</sup>) İncelemesi

Şişecam cam ambalaj üretimi, yurtiçinde Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Topkapı, Çayırova ve Mersin Fabrikalarında ve yurtdışında Rusya Federasyonu Gorohovets/Vladimir'de kurulu Ruscam Fabrikası ile Gürcistan/Tiflis'de kurulu Mina Fabrikasında yapılmaktadır. Renksiz, zümrüt yeşili ve bal rengi cam ambalaj üretilmektedir.

Cam ambalaj ürünlerimizin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve ağır metal kaynaklarının tespit edilmesine yönelik Ekim 1999'da başlayan kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. İncelemelerde, Cam Araştırma Merkezi'mizin de yoğun katkıda bulunduğu uluslararası nitelikli çalışmalarla geliştirilen analitik yöntemler kullanılmıştır <sup>(2, 3 ve 4)</sup>.

Islak kimyasal analiz metotlarının rutin incelemeler için yavaş olması nedeniyle x-ışını floresans spektrometre (XRF) cihazı üzerinde durulmuştur. Ancak; civa miktarı anılan cihazın algılama sınırı altında kalmaktadır. Kadmiyum ve +6 değerlikli krom, cihazın özellikleri nedeniyle tayin edilememektedir. Bu bilgiler çerçevesinde, kurşun miktarı tayininde XRF cihazının, diğer ağır metallerin tayininde ise ıslak kimyasal analiz metotlarının kullanılması uygun bulunmuştur. XRF cihazının kalibrasyonu amacıyla 3-1270 ppm gibi geniş aralığı teşkil edecek şekilde cam kimyasal analiz standartları oluşturulmuştur. Şekil 2'de ıslak kimyasal metot ve XRF kurşun analiz sonuçlarının uyumu görülmektedir.



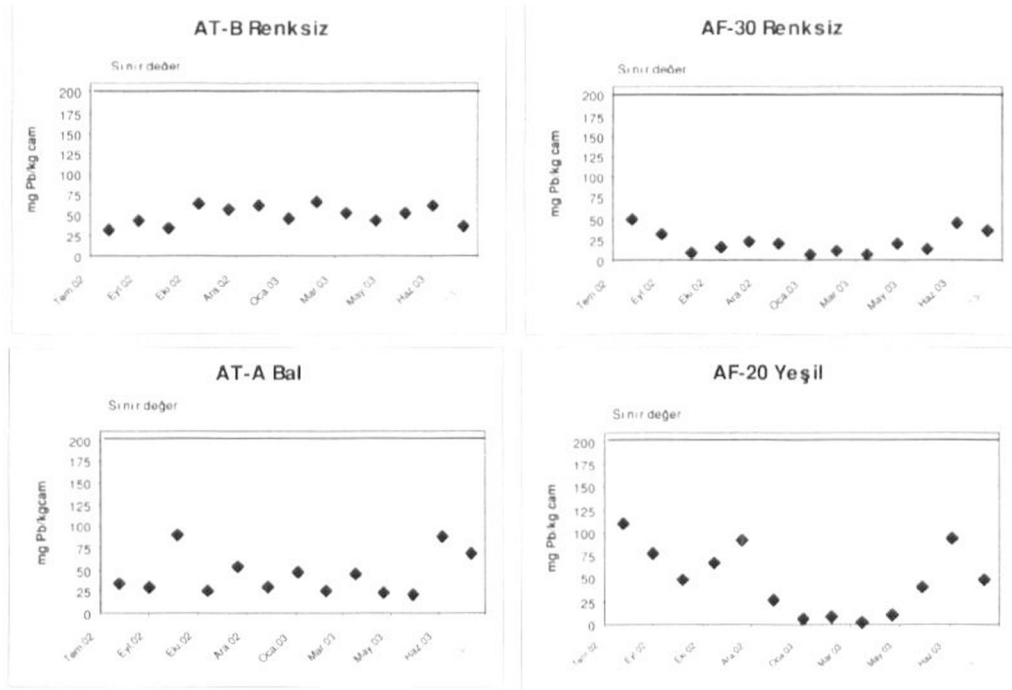
Şekil 2: Islak Kimyasal Metot ve X-İşını Floresans Spektrometresi, Kurşun (Pb) Analiz Sonuçları Karşılaştırması

### 2.1. Baskı Boyası Uygulanmamış Cam Ambalaj Ürünlerimizin (bal rengi, renksiz ve yeşil) 2002 – 2003 Döneminde 2001/171 no'lu Komisyon Kararı Çerçevesinde İncelenmesi

Bal rengi, renksiz ve yeşil renkli cam ambalaj ürünlerimizin Ağustos 2002-Ağustos 2003 döneminde yapılan incelemelerinde;

- kurşun ölçülebilir seviyelerde bulunmuştur.
- kadmiyum, civa ve +6 değerlikli krom miktarlarının deney metotlarının algılanabilirlik sınırlarının altında kaldığı görülmüştür.

Bu dönemde yapılan incelemelerin aylık ortalama değerleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Şekil 3'den görüldüğü üzere cam ambalaj ürünlerimizin kurşun içerikleri sınır değerin oldukça altında kalmaktadır.

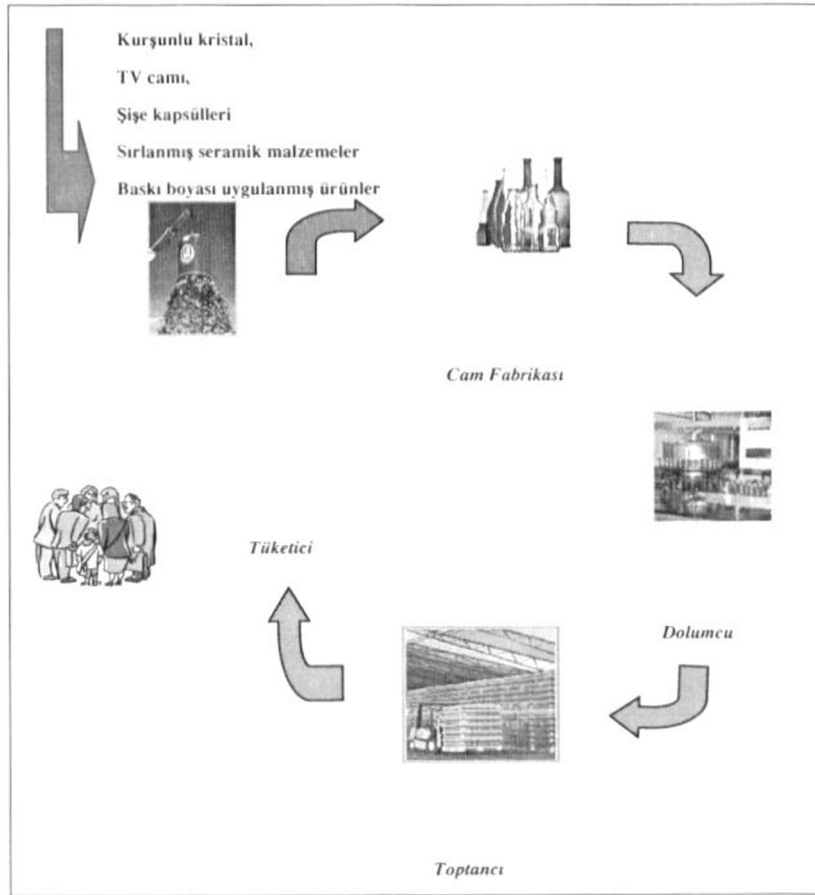


Şekil 3: Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Topkapı Fabrikası (AT-B ve AT-A Fırınları) ve Mersin Fabrikası (AF-20 ve AF-30 Fırınları) Cam Ambalaj Üretimimizin Kurşun İçerikleri

### 2.1.1 Kurşun Kaynakları

Cam ambalaj üretimimizde az da olsa görülen kurşunun kaynağını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda;

- hammaddelerde kurşun saptanmamıştır.
- temin edilen dış cam kırığına, kurşunlu kristal, TV ekranı ve kurşun oksit ihtiva eden çeşitli cam ürünlerin karıştığı tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4: Cam Ambalaj Ürünlerin Çevrimi

## 2.2. Dekorlanmış Cam Ambalaj Ürünlerde Ağır Metal

Şekillendirme özelliği nedeniyle ambalaj malzemesi olarak cam, marka ve imaj yaratmada avantaj sağlamaktadır. Bu husus, albenisi yüksek canlı renkleri ihtiva eden baskı boyaların kullanılması ile daha da fazla ön plana çıkmaktadır. Ayrıca baskı tekniklerindeki gelişmelerle artık ofset kalitesinde baskılar cam üzerine yapılabilir.

Cam ambalaj ürünlerin dekorlanmasında kullanılan baskı boyalarından;

- ağır kullanım ve stoklama şartlarında yüksek mekanik ve kimyasal dayanıklılık,
- parlaklığın matlaşmaması,
- kırmızı, turuncu ve sarı gibi canlı renklerin sağlanabilmesi,
- renk karışımlarının yapılabilmesi ve
- düşük pişirme sıcaklıklarının kullanılabilmesi

gibi üstün özellikler beklenmektedir. Onlarca yıldan beri bu amaçla kullanılan **termoplastik cam emayeler** düşük sıcaklıkta ergime özelliği olan **cam** (alkali-kurşun-kadmiyum-borosilikat camlar), **pigment** (kısmen kurşun oksit ve kadmiyum oksit ihtiva eden metal oksitlerin karışımı ve **uygulama ortamı** (su, organik çözücüler, polimerler, katkılar) olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Tabiatı itibarıyla kurşun, cam emayeye düşük ergime sıcaklığı, yüksek parlaklık, asit ve alkalilere karşı yüksek dayanıklılık ve düşük maliyet gibi önemli özellikler kazandırmaktadır. Kadmiyum, sarı ve kırmızı gibi sarı renklerin boyar maddelerinde, titan dioksit ve kobalt oksit gibi oksitlerde küçük miktarlarda diğer renklerin üretiminde kullanılmaktadır.

Cam emayenin uygulanmasını takiben 590-630°C'de pişirilmesi sırasında söz konusu metaller, alkali-kurşun-kadmiyum-borosilikat camın ağ yapısı içinde hapsolunmakta ve dolayısı ile çevre açısından herhangi bir sakınca yaratmamaktadır. Ancak, kurşun ve kadmiyum ihtiva eden baskı boyalarının uygulanması durumunda baskı alanına bağlı olarak cam ambalaj ürünün tamamında kurşun miktarı 20-2000 ppm, kadmiyum miktarı ise 1-70 ppm arasında değişmektedir. Bu husus da yönetmelikteki sınır değeri zorlamaktadır.

İnsan sağlığı ve çevre koruma yaklaşımları doğrultusunda ve daha sonra da Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin ambalaj atıkları ile ilgili yasası çerçevesinde son 12 yıldan beri cam emaye üreticileri, cam dekoratörleri ile işbirliği yaparak kurşun ve kadmiyumun alternatiflerinin arayışını sürdürmektedir. Bugün ulaşılan noktada;

- kurşun ihtiva etmeyen termoplastik plastik cam baskı boyaları 3 kategori halinde pazara sunulmaktadır.

**III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ**  
**3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION**

---

1. Kategori : Düşük pişirme sıcaklığı, parlaklık, düşük kimyasal dayanıklılık (çinko + alkali yüzdesi yüksek)
2. Kategori : Yüksek pişirme sıcaklığı, yarı mat, yüksek kimyasal dayanıklılık (çinko + alkali yüzdesi düşük)
3. Kategori : Orta pişirme sıcaklığı, parlaklık, yüksek kimyasal dayanıklılık, yüksek maliyet (Bizmut)

- çok parlak kırmızı, turuncu ve sarı renklerde kadmiyumun alternatifi bulunmamaktadır. Pişirme işlemi için gereken yüksek sıcaklıklar diğer alternatiflerin uygulanmasını mümkün kılmamaktadır. Ancak daha az parlak boyar maddelerin uygulanmasında alternatif çözümler bulunmaktadır.
- Isı veya mor ötesi (UV) ışınlar ile pişirilebilen ve ağır metal içermeyen organik boyalar geliştirilmiştir. Ancak bu boyaların çizilme direnci ve kimyasal dayanıklılığı zayıftır. Dolayısı ile çok geri dönüşlü şişeler ve çok renkli baskı boyası uygulamaları için uygun değildir.

Bu gelişmeler paralelinde dekorasyon açısından kimyasal dayanıklılık gereksinimi olmayan kozmetik ve parfüm şişeleri ile geri dönüşsüz diğer cam ambalaj ürünler için uygun alternatifler geliştirilmiştir. Ancak, özellikle yüksek mekanik ve kimyasal dayanıklılık ihtiyacı olan geri-dönüşlü, bulaşık makinelerinde yıkamaya dayanıklı ve uzun stoklama süresi olan cam ambalaj ürünler için de uygun çözümlerin bulunması gerekmektedir.



### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---



**Şekil 5: Baskı Boyası Uygulanmış ve Kılıf Geçirilmiş Cam Ambalaj Ürünler**

Kurşun ve kadmiyum ihtiva etmeyen cam emaye ve organik baskı boya ları konusundaki gelişmeler tarafımızca yakinen takip edilmektedir. Dolumcu müşterilerimizle görüş birliğine varılarak gerekli adımlar atılmaktadır. Ayrıca, Akdeniz Üniversitesiyle müştereken yürütülen bir projede organik pigment ihtiva eden, aşınma ve kimyasal dirençleri yüksek sol-jel yöntemiyle hazırlanan ormosil esaslı baskı boya ları geliştirilmiştir. Müşteri dolum hatlarında deneme çalışmaları devam etmektedir. Şekil 5'de baskı boyası uygulanmış ve kılıf geçirilmiş cam ambalaj ürünlerden örnekler verilmektedir.

### 3. Sonuç

Cam ambalaj üretiminde, iç cam kırığının yanı sıra dış kaynaklardan temin edilen atık cam kırığı da kullanılmaktadır. Doğal hammadde kaynaklarımızı geleceğe taşımak, enerji tasarrufu sağlamak ve katı atık miktarını azaltarak çevreyi korumak gibi amaçlarla atık cam kırığının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönetmeliği (94/62/EC) çerçevesinde cam da dahil olmak üzere her türlü ambalaj ve ambalaj atıklarının ağır metal içeriğine getirilen sınırlama, yukarıda açıklanan husus ile açık bir çelişki

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

yaratmaktadır. Nitekim 1999 yılından beri tarafımızca yürütülen incelemeler, hammaddelerde ağır metal bulunmadığını göstermiştir. Cam ambalaj ürünlerde tespit edilen kurşunun, atık cam döngüsüne kontrol dışı olarak karışan kurşunlu kristal, TV tüp cam kırıkları, şişe kapsülleri ve sırlanmış seramik vb. malzemelerden kaynaklandığını göstermiştir. Bu malzemelerden kurşun oksit ihtiva eden cam kırığını ayıklayarak temizlemek mümkün olmadığı için toplama aşamasında karışımlarını önlemek günümüz teknolojik imkanları çerçevesinde tek çözüm gibi görülmektedir. Bu konuda Avrupa'da yerel yönetimler ve cam üreticileri etkin bir işbirliği gerçekleştirmekte ve atık camları daha baştan değişik konteynirlarda toplamak üzere tedbirlerini almaktadırlar. Ülkemizde de son yıllarda bu tür gayretler gösterilmeye başlanmıştır.

Dekorlanmış cam ambalaj üretimi sırasında ağır metal (Pb ve Cd) ihtiva eden termoplastik cam emaye, cam fazına geçerek kimyasal açıdan stabilize olmaktadır. Dolayısıyla fiziksel olarak camdan ayrılması mümkün olmamakta ve dekorlanmış şişe Avrupa Ambalaj Atık Yasası'na göre tek bir ambalaj olarak tarif edilmektedir. Bu nedenle, söz konusu ağır metalleri ihtiva etmeyen alternatif baskı boyalarının ikamesi tek çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Bu konuda, baskı boyası üreticileri ve cam dekoratörleri tarafından yürütülen ARGE çalışmalarında geri dönüşsüz ürünler için uygun alternatifler geliştirilmiştir. Üstün performans beklenen geri dönüşlü cam ambalaj ürünler için de uygun çözümlerin bulunması gerekmektedir.

Bütün bunlara ilaveten sadece cam üreticisinin değil tüketici olarak her birimizin de bu konuya katkı sağlaması gerekmektedir. Örneğin, bizler tüketici olarak cam ambalaj ürünlerinde çok renklilik konusunda düşüncelerimizi değiştirdiğimiz ölçüde çevreyi o kadar korumuş oluruz.

#### KAYNAKÇA

1. Dr. E. Guadagnino, R. Dall'Igna, Heavy Metal Ions in Glass and Related Legislation, Glass Techn. Vol. 37, No.3, p.76-79, 1996
2. Dr. E. Guadagnino, O. Çorumluoğlu, A Recommended Procedure for the Determination of Lead and Cadmium at Trace Levels in Glass, Glass Technology, 41, No.4, p.130-134, August 2000
3. Dr. E. Guadagnino, P. Sundberg, H.J.Heinrich, A Collaborative Study for the Determination of Mercury in Glass Packaging by Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry, Glass Technology, 42, No.1, p.24-29, Feb.2001
4. Dr. E. Guadagnino, O. Çorumluoğlu, P.Sundberg, A Collaborative Study on the Determination of Hexavalent Chromium in Container Glasses, Glass Technology, Vol.42, No.6, p.77-81, December 2001



## CAM AMBALAJIN BİTKİSEL YAĞLARIN KALİTESİNE ETKİSİ

### *EFFECT OF GLASS CONTAINERS ON THE QUALITY OF VEGETABLE OILS*

Özgül EVRANUZ<sup>a</sup>, Belgin GÖKOĞLU<sup>b</sup>

<sup>a</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,  
34469 Maslak /İstanbul [evranuz@itu.edu.tr](mailto:evranuz@itu.edu.tr)

<sup>b</sup>Anadolu Cam Sanayii A.Ş., Müşteri Teknik Hizmetleri Bölümü  
İş Kuleleri, Kule 3, 34330 4.Levent/İstanbul

#### ÖZET

Gıdaya uygun ambalajın seçiminde dikkate alınacak faktörler hem ürün içeriği ve hem de ambalaj malzemesi ile ilgilidir. Ambalaj malzemesiyle ilgili olarak ambalajın koruyuculuk özellikleri (düşük gaz ve nem geçirgenliği) ürünü ışığa ve aroma kayıplarına karşı koruması, tüketiciye sağladığı kolaylıklar (mikrodalga ve fırında kullanılabilirliği, kullanım kolaylığı), çevreye duyarlı ambalaj malzemesi olması (kolaylıkla geri döndürülebilen), uygun biçimlerde olması, dolum hattının daha hızlı olabilmesi, dolum hatlarında daha fazla otomasyondan yararlanabilme özellikleri önemlidir. Bununla birlikte ambalaj içindeki ürünün raf ömrü ve ürün güvenliği, hızla sanayileşen dünyamızda tüketicilerin sağlıklı ilgili endişelerinin artması nedeniyle, ambalaj seçiminde son kararı belirleyen öneme sahip etmenlerdir. Gıda üreticisinin sahip olduğu olanaklar ve parasal gücü (bütçesi), tüketicilerin yaşı, mesleği ve cinsiyeti, ürünün nereye gönderileceği (gideceği yere uzaklık, gönderildiği yerdeki iklim koşulları) ve ne sürede tüketileceği dikkate alındığında, gıda maddesinin tipine bağlı olarak aynı ürün için uygun ambalaj malzemeleri tipleri değişebilmektedir.

Bitkisel yağlar esas olarak doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır ve esansiyal yağ asitleri için iyi bir kaynaktır. Ancak çok iyi bilindiği gibi doymamış yağ asitleri kolaylıkla okside olmakta ve oksidasyon reaksiyonları üzerinde ışık ve sıcaklığın da katalizör etkisi bulunmaktadır. Oksidasyon reaksiyonları zincir reaksiyonlardır ve reaksiyon ürünleri yağda hem kötü tat ve kokuya neden olur hem de yağ insan sağlığı için zararlı hale gelir. Bu nedenle yağın üretiminden tüketimine kadar geçen süre içinde oksidasyon reaksiyonlarının başlamasını engelleyebilmek için her türlü önlem alınmalıdır. Cam şişeler, plastik (PVC and PET) ve teneke kutular bitkisel yağların ambalajında çok yaygın olarak kullanılan ambalaj malzemeleridir. Cam şişeler içindeki ürünü güzel (çekici) görüntüler, gaz ve organik çözenlere karşı çok iyi engel teşkil eder, temasta olduğu gıdaya karşı tamamen nötrdür, özel ambalajlama makinesi gerektirmez, tekrar kullanılabilir, yıkanabilir ve geri dönüşümü kolaydır. Avrupa Birliği ülkeleri arasında yemeklik

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

sıvı yağların ambalajında cam kaplar kullanma eğiliminin artmakta olduğu belirtilmektedir. Cam ambalajların kırılğan ve ağır olmaları çözüm gerektiren sorunlardır. Hafif cam üretimi ve cama ilave dayanıklılık ile aşınmaya karşı direnç sağlayan yüzey kaplamaları teknolojileri geliştirilmiştir. Bu bildiride bazı yemeklik sıvı yağların (ayçiçeği, mısır, soya, zeytin yağı) üretim ve satışıyla ilgili önemli hususlar derlenmiş ve uygun ambalaj materyalinin özellikleri ve cam ambalajın yağ kalitesini korumadaki rolü anlatılmıştır.

#### ABSTRACT

In choosing an appropriate package for a food product the factors to be considered are related both to the container and the contents. In respect to the container itself, barrier properties (low gas, and moisture permeability), protection of the product against light and aroma losses, consumer convenience (microwaveable, ovenable, easy to handle), environmentally responsible packaging materials (easy to recycle), improved graphics, lower cost of primary materials, faster packaging line speeds, increased packaging line automation, increased flexibility are important. However safety and shelf life of food product in the container are of decisive importance because of the ever-increasing health consciousness of the consumers living in a highly industrialized world. Depending on the nature of product(s), facilities and the budget of the producer, customers (age, occupation, gender, ...), where the product will be shipped to (how far, the weather conditions) and how long it will take to be consumed, the range of packages suitable for the same product may vary.

Vegetable oils are comprised mainly from unsaturated fatty acids and good source of essential fatty acids. However as it is well established unsaturated fatty acids are easily oxidized and oxidation reactions can be catalyzed by the light and temperature as well. Oxidation reactions are chain reactions and the end products cause off-flavor and off-taste in the oil and make the oil harmful to the health. Therefore every effort should be taken to prevent oxidation reaction to begin in the oil during the time period from production to consumption. Glass jars, plastics (PVC and PET) and cans are the most common used packages for vegetable oils. Glass bottles provide good image of product (attractive), an excellent barrier for gas and organic solvents, and it is completely neutral in contact with foods, doesn't need any special packaging machine, reusable, washable and easy to recycle. It is reported that there is a strong trend towards using glass containers for the packaging of edible oils in EU countries. Their brittleness and weight are the problems need to be solved and technology is developed for the production of lightweight glasses as well as coatings to give additional strength and abrasion resistance. In this paper some of the important items in relation to the production and sales of vegetable oils (sunflower, corn, soy bean, olive oils) are reviewed followed by the description of the packaging materials and their influence on oil quality.

## **GİRİŞ**

Gıda sanayinin amacı, standartlarda belirtilmiş fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklere sahip standart ürünü üretmektir. Ambalajlama ile ürün pazarlamaya uygun hale getirilir. Ancak ambalajın rolü bununla sınırlı değildir. Ambalaj, içinde bulunan ürünün kalitesini ve raf ömrünü etkileyen önemli bir unsurdur. Genel olarak ambalaj malzemesinin seçiminde, ambalaj malzemesinin özelliklerinin, gıda maddesinin kalitesini bozan dış etmenlerin (nem, oksijen, ışık, sıcaklık, taşıma sırasında karşılaşılan darbeler) olumsuz etkilerini en aza indirecek şekilde olmasına özen gösterilmektedir. Buna rağmen gıda üreticilerinin tüketici beklentilerinin karşılanması ile gerçekten gereksinim duyulan koşulları sağlayan ambalajların kullanımı arasında ikileme düştükleri durumlar da olabilmektedir. Gıda üreticisinin ambalaj malzemesinden beklediği fonksiyon, ürününü en iyi şekilde korumasıyken tüketici, ambalaj malzemesinin tasarımı ve içindeki ürünü gösterip göstermemesinden de etkilenebilmektedir. Gıda maddeleri üreticilerinin kullanımına sunulan çok çeşitli ambalaj malzemelerinin koruyucu özellikleri çeşitli gıda tipleri için farklıdır. Gıdaya uygun ambalaj malzemesi seçiminde gıda maddesinin nem, oksijen, ışık ve sıcaklık gibi dış etmenlerinden etkilenme derecesinin bilinmesi gereklidir.

Bitkisel yağlar, içinde bulunduğu ambalajın özelliklerinden çok fazla etkilenen bir gıda grubudur. Bu çalışmada ilk olarak bitkisel yağların beslenme açısından önemi ve satış ve tüketim sırasında dayanıklılığı etkileyen etmenler sunulacak, daha sonra cam ambalajın kalite üzerine etkisi sunulacaktır.

### **Bitkisel Yağların İnsan Beslenmesindeki Önemi**

Yağlar insan beslenmesinde enerji kaynağı olarak önemli bir yere sahiptir. Yağda çözünen A, D, E, ve K vitaminlerinin vücutta tutulmasını sağlarlar. Beslenme uzmanları günlük enerji tüketiminin 1/3'ünün yağlardan sağlanmasını önermektedirler [1]. Tüketim veya sanayide kullanılmak üzere pazara sunulan yağlar bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilir, fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar nedeniyle birbirlerinden ayırt edilirler. Genel olarak hayvansal yağlar katı, bitkisel yağlar sıvı halde bulunurlar. Bitkisel yağların, insan beslenmesinde biyolojik önemi olan oleik asit ve vücutta üretilmediği için mutlaka gıdalarla alınması gereken, esansiyel (elzem) yağ asitlerinden linoleik ve linolenik asitleri içerdikleri için mutlaka diyetle bulunması gerekmektedir [1].

Kimyasal olarak yağlar bileşimlerinde bulunan yağ asitlerinin cins ve miktarına göre farklı özelliklere sahiptir. Yağ asitlerinin doymuş veya doymamış olması yağın katı veya sıvı olmasını sağlamaktadır. Sıvı yağlar doymamış yağ asitleri bakımından zengindir. Beslenme açısından doymamış yağ asitlerinin, doymuş yağ asitlerine kıyasla daha faydalı olduğu bilinmektedir. Doymamış yağ asitlerinden esansiyel (elzem) yağ asitleri olarak tanımlanan linoleik ve linolenik

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

asitlerin vücutta sentezlenemediği için günlük tüketilen gıdalarla beraber alınması zorunludur. Tablo 1'de çeşitli bitkisel kaynaklı yağların fizyolojik açıdan önemli olan yağ asitleri bileşimi gösterilmektedir.

Tablo 1'de gösterildiği gibi sıvı bitkisel yağlar doymamış yağ asitlerince zengindir. Doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine kıyasla daha hızlı bir şekilde oksitlenirler. Bu reaksiyonlar sonunda yağda istenmeyen tad ve aroma gelişir ve yağ tüketilemez hale gelir uygun ambalaj ve uygun saklama koşulları seçilerek pazarlama süresi içinde yağın kalitesini korumak mümkündür.

Tablo 1: Seçilmiş bazı bitkisel yağların doymamış yağ asitleri bileşimi

|                 | Oleik asit | Linoleik asit | Linolenik asit |
|-----------------|------------|---------------|----------------|
| Zeytin yağı     | 77         | 1             | 8              |
| Ayçiçek yağı    | 20         | 69            | 0              |
| Mısır özü yağı  | 25         | 61            | 1              |
| Susam yağı      | 42         | 45            |                |
| Soya yağı       | 24         | 54            | 7              |
| Yerfıstığı yağı | 48         | 34            | 0              |

Kaynak: UCLA center for Human Nutrition [2].

#### Ambalaj Malzemelerinin Koruyucu Özellikleri

Bitkisel yağların ambalajında kullanılan malzemeler cam, plastik ve metaldir. Yağların üretim tüketim süreci içinde kalitelerinin korunmasında, yağın kendisiyle ilgili olumsuz bir etken olmadıkça, ambalaj malzemesinin önemli bir yeri olduğu çok çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Yağ bozulma reaksiyonu otokatalitik olduğu için, bozulma reaksiyonlarının başlamış olduğu veya bu reaksiyonların başlamasına neden olabilecek etkenleri içeren (çözünmüş oksijen, yüksek nem içeriği, metal iyonları gibi) yağların kalitesinin korunmasında ambalaj malzemesinin etkisi yoktur [3].

Ambalaj malzemesinin koruyucu özelliği, gıdayı, bozulmaya neden olan etmenlerin etkilerinden koruma derecesiyle ilgilidir. Buna göre bitkisel yağlar için uygun ambalaj, ürünü nem, oksijen ve ışık etkisinden korumalı, yağla etkileşime girmemelidir. Nem, oksijen ve ışık geçirgenliği yüksek olan ambalaj malzemelerinin normal dağıtım ve muhafaza koşullarında yağın dayanma süresini önemli oranda azalttığı gösterilmiştir[4-5]. Ambalaj malzemesinin gıdayla etkileşimi ambalajdan gıdaya kimyasal madde geçişi (migrasyon) ve/veya



### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

ambalajın gıda bileşenlerinden bazılarını absorplaması (absorpsiyon) şeklinde olmaktadır. Migrasyon ve absorpsiyon kalite ve gıda güvenliğini etkilemesi bakımından önemlidir. Kalite değişimine neden olan etkenlerin şiddeti sıcaklık ve saklama süresiyle artmaktadır.

Ambalaj malzemelerinin gaz ve nem geçirgenlikleri üretildikleri hammaddenin tipi, üretim koşulları, kalınlık ve içinde bulunduğu çevre ve/veya gıda ile etkileşimine göre değişmektedir. Genel olarak cam ve metal ambalajların nem ve gaz geçirgenliği yoktur. Yağ ambalajında kullanılan PVC ve PET şişelerin gaz ve nem geçirgenliği olduğu bilinmektedir [6]. Ancak ambalajlarla ilgili olarak daha önemli olan konu, camın tamamen inert olmasına karşın plastik ve metal malzemelerin yağla etkileşime girebilmeleridir [6].

Plastik ham maddelerden şişe üretimi sırasında kullanılan çeşitli katkı maddeleri (katalizörler, çözücüler, plastikleştiriciler, antioksidanlar, renk maddeleri, emülsifiyanlar, v.b) gıda ile temas eden yüzeylerden gıdaya geçebilmektedir. Plastiklerden yağa geçen madde miktarı, söz konusu maddenin yağda çözünürlüğü fazla ise daha fazla olmaktadır. Ayrıca plastik ham maddesinin monomer içeriği de risk teşkil etmektedir. Gıda ambalajlama ve gıda ile temas eden ambalajların tipi ve özellikleri konularıyla ilgili olarak, ambalaj maddesinden gıdaya geçen monomer ve diğer katkı maddelerinin cins ve miktarı kamu ve resmi kurumlarca takibe alınmış önemli bir konudur. Bu konuda ulusal ve uluslar arası yönetmeliklerle belirli düzenlemeler getirilmiştir. Yayınlanan tüzük ve yönetmeliklerle plastiklerden yağa geçme olasılığı olan maddeler için üst sınır değerleri belirlenmiştir.

FDA (Food Drug Administration), Avrupa Komisyonu direktifleri ile ülkemizdeki Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği örnek verilmektedir[7-9]. Plastik şişelerin gıda ambalajında kullanılmasında karşılaşılan diğer bir sorun, plastiğin gıda maddesinin karakteristik bileşenlerinden birini veya birkaçını absorplayarak, gıdanın tadında, aromasında ve besin değerinde değişikliğe neden olmasıdır. Buna ilave olarak, gıdanın bazı bileşenlerini absorplaması plastik malzemenin yapısında değişikliğe (şişme) neden olmakta sonuç olarak geçirgenlik ve migrasyon sorunları artmaktadır [10].

Genel olarak cam ve plastik malzemeler ışık geçirgenliği olan malzemelerdir. Işık geçirgenliği ambalaj malzemesinin yarayışlılığını kısıtlayan bir etmendir. Cam yağ şişelerinde ışığın etkisini azaltmak amacıyla, renkli camdan üretilen şişe kullanımı yararlı bir uygulamadır. Plastik şişelerin ham maddesine UV ışını absorplayan kimyasallar (Tinuvin326<sup>TM</sup>, Tinuvin 327<sup>TM</sup>, Tinuvin P<sup>TM</sup>) veya antioksidanlar katılarak plastik şişelerin ışık geçirgenliğinin olumsuz etkileri azaltılabilmektedir [11-17].

#### **Çeşitli Ambalaj Malzemelerinin Yağ Kalitesine Etkileri**

Kaya, Tekin ve Öner (1993) [4] zeytin yağı ve ayçiçek yağının, PET, renksiz cam ve amber cam şişelerde ve ışıktaki depolama süresini araştırdıkları



### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

çalışmalarında yağın raf ömrünün cam şişelerde PET şişedekinden ve amber şişedekinin de renksiz şişeden daha uzun olduğunu gözlemişlerdir. Başka bir çalışmada zeytin yağı PET ve renksiz cam şişelerde ışık alan bir odada veya doğrudan güneş ışığı altında bekletilmiş, güneş ışığının daha hızlı bir şekilde bozulmaya neden olduğu, cam şişelerin plastik şişelerden daha iyi koruma sağladığı saptanmıştır [14]. Palm yağıyla yapılan bir çalışmada, örnekler metal kutuda, plastik, renkli (amber ve yeşil) ve renksiz şişelerde veya PE filmle sarılmış halde depolanmış, metal kutu ve renkli şişelerin daha iyi koruma sağladıkları saptanmıştır [15-16]. Ali ve ark.(1996) [17] yerfıstığı yağını plastik, renksiz ve renkli (kırmızı, yeşil, mavi veya siyah) şişelerde depolamış ve yeşil ve siyah şişelerde muhafaza edilen yağ örneklerinde bozulma hızının daha yavaş olduğunu gözlemişlerdir. Evranuz ve ark.(2000) [18] renksiz ve plastik (PVC ve PET) şişelerde saklanan naturel sızma zeytin yağının raf ömrüne ambalaj tipinin etkisini araştırmışlardır. Bir yıllık depolama süresi içinde, cam şişe içinde saklanan zeytin yağında ölçülen peroksit değerinin, plastik şişelerde saklanan örneklerle kıyasla daha yavaş arttığı saptanmıştır. UV absorbansı olan renkli camların (yeşil veya bal) yağın oksidasyon hızının yavaşlamasında daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Çolakoğlu ve Ünal (1974) [19] zeytin yağı ile yaptıkları çalışmada ışık alan odada ve karanlıkta cam ve PVC şişelerde muhafaza edilen örneklerde tokoferol, beta-karoten ve klorofil miktarının azaldığını, ışıktaki bekletilen örneklerde klorofilin hızla yok olduğu zeytin yağının kendine has renginin kaybolduğu saptanmıştır. Tawfik ve Huyghebaert (1999) [20] zeytin yağı, ayçiçek yağı ve palm yağı için yağ stabilitesini etkileyen çeşitli faktörleri incelemişlerdir. Bu çalışmada; (1) Ambalaj tipi (cam, polietilentereftalat (PET), polivinilklorür (PVC), polipropilen (PP), ve polistiren (PS)), (2) oksijen geçirgenliği, (3) depolama süresi ve sıcaklık, (4) yağa (E vitamini) veya ambalaj malzemesine (BHA and BHT) ilave edilen antioksidanların etkisi araştırılmıştır. Elde edilen bulgular yağ tipinin, yağın başlangıçtaki fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ve depolama koşullarının yağın kalitesi üzerine etkili olduğunu, test edilen ambalaj tiplerinin koruyucu özelliklerinin yağ tipine göre değiştiğini göstermektedir.

### SONUÇ

Cam şişeler, plastik (PVC ve PET) ve teneke kutular bitkisel yağların ambalajında yaygın olarak kullanılan ambalaj malzemeleridir. Avrupa Birliği ülkeleri arasında yemeklik sıvı yağların ambalajında cam ambalajın kullanma eğiliminin arttığı belirtilmektedir [21]. Genel olarak tüketici gözünde cam ambalaj kalite kavramı ile özdeşleştirilmektedir. Camın gaz ve nem geçirgenliğinin olmaması ve özellikle gıda ile herhangi bir etkileşime girmemesi, gıdaya karşı tamamen nötr olması, cam ambalajların kaliteyle beraber düşünülmesinin nedenidir. Ayrıca cam ambalajların çeşitli biçim, renk ve boyutlarda sunulabilmesi pazarlama stratejisi açısından üstünlük sağlamaktadır. Camın çevre kirliliği

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

yaratmaması ve geri toplanan camların tekrar gıda ambalajı olarak kullanımı, insan sağlığı ve gıda güvenliği açısından risk oluşturmamaktır. Diğer taraftan cam ambalajların kırılğan ve ağır olmaları dezavantaj olarak görülmektedir. Ancak hafif cam üretimi bugünkü teknoloji ile mümkündür. Camın dayanıklılığı ise yüzey kaplama uygulamalarıyla artırılabilir. Bitkisel yağlar için ışığın olumsuz etkisini azaltmak için renkli camdan üretilen şişe kullanımı yararlı bir uygulamadır. Plastik şişelerin hammaddesine UV ışınını absorblayan kimyasallar veya antioksidanlar katılarak plastik şişelerin ışık geçirgenliğinin olumsuz etkileri azaltılabilir.

#### KAYNAKÇA

1. Gaman P.M. and K.B. Sherrington 1996. The science of Food. Butterworth – Heinemann
2. UCLA center for human nutrition.  
[www.cellinteractive.com/ucla/nutrition\\_101/ohys\\_lect2.html](http://www.cellinteractive.com/ucla/nutrition_101/ohys_lect2.html)
3. Labuza, TP. 1971. Kinetics of lipid oxidation in foods CRC, Critical Reviews in Food Technology, 2: 355-404
4. Kaya, A; Tekin, AR; Öner, MD. 1993. Oxidative stability of sunflower and olive oils: comparison between a modified active oxygen method and long term storage. Lebensmittel-Wissenschaft-und-Technologie; 26 (5) 464-468
5. Carlsson, D.J., Suprunchuck, T., Wiles, D.M. 1976. Photooxidation of unsaturated oils: Effects of singlet oxygen quenchers. J. Am. Oil Chem. Soc. 53(10): 656-660.
6. Jenkins WA, 1991. Packaging Foods with Plastics. Technomic Pub. Co.
7. EC, 2001, Commission Directive 90/128/EEC relating to plastics materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. *Official Journal of the European Communities*, L221:18-36.
8. FDA, Code of Federal Regulations covering indirect food additives, Vol 21, Part 175-179.
9. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği 1997 Ek-30 Gıda maddeleriyle temasta kullanılan poliviniliden klorür reçineleri ile ilgili teknik özellikler.
10. Kiritsakis, A., Kanavouras, A., Kiritsakis, K. 2003. Chemical analysis, quality control and packaging issues of olive oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol, 104:628-638.

**III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ**  
**3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION**

---

11. Coltro, L., Padula, M., Saron, E.S., Borghetti, J., Buratin, A.E.P. 2003. Evaluation of UV absorber added to pet bottles for edible oil packaging. *Packaging Technol. and Sci.*, 16: 15-20.
12. Monterio, M., Nerin, C., Reyes, G.R. 1999. Migration of tinuvin P, a UV stabilizer, from PET bottles into fatty-food simulants. *Packaging Technol. and Sci.*, 12: 241-248.
13. Wessling, C., Nielsen, T., Leufven, A., Jagerstad, M. 1999. Retention of alfa-tocopherol in low density polyethylene (LDPE) and Polypropylene (PP) in contact with foodstuff and food-simulating liquids. *J.Sci. Food Agric.* 79:1635-1641.
14. Kiritsakis, A.K., Dugan, L.R. 1984. Effect of selected storage conditions and packaging materials on olive oil quality. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61(12):1868-1870.
15. Nkpa, N.N., Arowola, T.A., Osanu, F.C. 1992.. Effect of various packaging materials on storage stability of refined, bleached, deodorized palm oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69 (9) 854-857.
16. Nkpa, N.N., Osanu, F.C., Arowola, T.A., 1990. Effect of packaging materials on storage stability of crude palm oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 67 (4):259-263.
17. Ali-MH; Rahman-MS; Ahmed-GM; Hossain-MA; Udin-MM. 1996. The effect of packaging materials on the stability of ground nut oil during storage. (Özetten alınmıştır.) *Bangladesh-Journal-of-Scientific-and-Industrial-Research*; 31 (3) 59-67.
18. Evranuz, Ö., Fıratlıgil, F. E., Gökoğlu, B. 2000 Renksiz, renkli cam ve plastik şişelerde saklanan zeytin yağının raf ömrüne depolama koşullarının etkisi. 15. Cam Problemleri Sempozyumu, İstanbul, 23 Kasım.
19. Çolakoğlu, M., Ünal, M.K., 1977. Zeytinyağının Depolanması Sırasında Bünyesindeki Tokoferol, Beta-karoten ve Klorofilde Meydana Gelen Değişmeler. *Tübitak VI.Bilim Kongresi Tebliğleri*. Sayfa:11-17. Ankara.
20. Tawfik ve Huyghebaert (1999). Interaction of packaging materials and vegetable oils: oil stability. *Food Chemistry*, 64:451-459.
21. Tsimis, D.A., Karakasides, N.G. 2002. How the choice of container affects olive oil quality- A review. *Packaging Technol. and Sci.*, 15: 147-154.

**GERİ DÖNÜŞÜM**  
***RECYCLING***



**KULLANILMIŞ METAL AMBALAJLAR VE BU AMBALAJLARIN  
YENİLENEREK GERİ KAZANIMLARI**

**RECONDITION OF THE USED INDUSTRIAL PACKAGINGS**

**Kağan İZMİROĞLU**

Ticari Direktör, İzvar Ambalaj A.Ş. – Türkiye

[kagan@izvar.com](mailto:kagan@izvar.com)

**ÖZET**

216,5 Lt hacmindeki Tapalı variller , 213 Lt hacmindeki Çember Kapaklı Variller; ya da genelde 1000 lt hacmindeki Metal kafesli plastik tanklar (IBC-Intermediate Bulk Container) daha çok akışkan veya yarı-akışkan malzemelerin nakliyesinde ve depolanmasında kullanılan metal ve metal-plastik'ten mamul kaplardır.

Kullanıldıkları sektörler, üç ana gruba ayrılırlar, bunları kısaca madeni yağ, kimya ve gıda sektörleri olarak sıralayabiliriz.

Bu bildiride , bu ambalajların içlerindeki malzemeler boşaltıldıktan, diğer bir deyişle kullanım amaçları bittikten sonra , ne olacağı incelenmektedir.

Uygulama ile ilgili ; genel olarak söyleyebileceğimiz, metal ve plastik ambalajlar yok olmayacakları için bir şekilde el değiştirmekteler, yaygın olarak hurdacılara satılmak ya da verilmek suretiyle kullanıcı firmalar tarafından bir anlamda uzaklaştırılmaktadırlar.

Ancak, bu durum sonunda gerek çevremiz, gerekse öncelikle insan sağlığı olmak üzere tüm canlılar için sürekli ve önlenemeyen bir tehlike kaynağı olmaktadır.

Çözüm, ambalajın geri kazanımındadır. Defalarca kullanılabilen ambalajların yarattıkları kazançlar saymakla bitmez.

Bilinçli bir sirkülasyon sayesinde, çevre zararlarının önlenmesi yanında ve yurt ekonomisine katkıları çok büyüktür.

**ABSTRACT**

Tight-Head Drums of 216.5lt. volume, Open-Top Drums of 213lt. volume; or Plastic Tanks with Metal Grids of generally 1000lt. (IBC-Intermediate Bulk Containers) are the containers made of metal and metal-plastic generally used for the transportation and storage of liquid or semi-liquid products.

### **III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ** **3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION**

---

The industry sectors for which they are used consist of three major categories -Lubrication oil - Chemicals and Food products. In this declaration, it is being examined what will happen to these packagings after they are emptied or in other words as their purpose of usage is ended.

Regarding the practice, generally we can say that, since the metal and plastic packagings can not vanish, they change hands in a way, and generally they are send away by being sold or given to scrap dealers by the companies using the packagings.

However, this becomes a continuous and unpreventable source of danger for the environment and living bodies, especially the human health.

The solution is in the recondition of the packaging. The benefits of the packagings that multi-used are enormous.

With a conscious circulation, it has great contribution to the national economy besides prevention of the environmental damage.

#### **KULLANILMIŞ ENDÜSTRİYEL AMBALAJLARLA İLGİLİ YÖNETMELİKLER:**

T.C. Çevre Bakanlığı, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine [1] göre tehlikeli atık bulaşmış kullanılmış ambalajlar tehlikeli atık sayılmakta ve bu ambalajları kullanan firmalar, bu atıklarını usulüne uygun olarak bertaraf edilmelerini sağlamak amacıyla sadece ambalaj geri kazanım veya bertaraf lisanslı firmalara vermekle yükümlüdürler.

Aynı şekilde bu ambalajların nakliyesini yapacak firmaların özellikleri, nakliyede kullanılacak araç ve hatta şoförlerin haiz olması gereken nitelikler Yönetmelikte belirlenmiştir.

Konuyla ilgili bilgilenmeler arttıkça, bu ambalajlar, bilinçsizce sadece ticari amaç güden kişi ya da kuruluşların eline geçmeyecek, organize bir sistem dahilinde toplanarak aslında bir zorunluluk olan, Bakanlık tarafından lisans almış kuruluşlar tarafından işlenerek yeniden kullanımları sağlanacaktır.

#### **İlgili yönetmelikten konuyla ilgili bazı alıntılar aşağıdadır :**

Kullanılmış Varil ve IBC (1000 lt'lik metal kafesli plastik konteyner) lerin tesislerden alınabilmesi için, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin 13. maddesi gereğince bu Varil ve IBC (Konteyner) leri alacak firmanın ve aracının Tehlikeli Atık Taşıma Lisansı olmalıdır.

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile ilgili olarak 09.09.1997 tarihinde Çevre Bakanlığı, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

tarafından yayınlanan Tehlikeli Atık Taşınımı [2] konulu Genelge gereğince atık Varil ve IBC (Konteyner) taşıyan araç şoförlerinin hepsi USD (Uluslar arası Sürücüler Derneği) Tehlikeli Madde Taşıma Lisansı na haiz olmalıdır. (Ağır vasıta sürücülerinin Tehlikeli Maddelerin nakliyesine ilişkin almış olduğu Eğitim Belgesi)

Varil ve IBC (Konteyner) ler, yukarıdaki genelge gereğince, tehlikeli atıkların taşınmasında kullanılacak araçların teknik donanımları, araçların etiketlenmesi ve yüklenmesine ilişkin hususlar ile ilgili olarak Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanan Tehlikeli Maddelerin Karayolu İle Taşınması Hakkında Yönetmelik [3] hükümlerine uygunluğunu belgeleyen ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından verilen Karayolu ile Tehlikeli Atık Taşıma Araç Uygunluk Belgesi'ne haiz, sac kasalı, tabanı sızdırmaz havuz sistemli, kamyonlar ile taşınmalıdır.

Bakanlıkların, bölgesel İdarelerin ve Kurumların Kanun, Yönetmelik ve Genelgeler ile geri kazanımı bir sistem dahilinde organize etmek mücadelesinde oldukları görülmektedir. Bu konuda bizim gibi ambalaj üreticisi firmalarında ellerinden geleni yaparak tüm bilgi birikimleri ve imkanlarını seferber ederek, ilgili birimlere destek ve hizmetlerini sürdürmeleri gerekmektedir.

#### **Kullanılmış Endüstriyel Ambalajlar ile ilgili Uluslararası Dernekler :**

Endüstriyel ambalajların geri kazanımları ve yenilenerek tekrar ekonomiye kazandırılmaları için konuyu uluslar arası platformlarda destekleyerek ilgili sanayi ye bir anlamda hizmet eden diğer birimlerde, derneklerdir.

Türkiye konumu gereği Avrupa grubuna bağlıdır ve IZVAR AMBALAJ, ülkemizi “Avrupa Endüstriyel Ambalaj Yenilemeciler Derneği” - (*European Reconditioners of Industrial Packaging*) SERRED” bünyesinde temsil etmektedir.

SERRED, Amerika’da RIPA(*Reusable Industrial Packaging Association*), Japonya’da JDRA(*Japan Drum Reconditioners Association*) ve Avustralya’da ACRA(*Australasian Container Reconditioners Association*) ile birlikte çalışmakta ve uluslar arası platformda ICCR ‘ı oluşturarak yenileme, taşıma ve çevresel faktörler ile ilgili sanayinin ihtiyaçları doğrultusunda en güncel ve en son teknolojiyi içeren bilgi alışverişinde bulunmaktadır.

Serred’in faaliyetleri hakkında detaylı bilgi web sitelerinde bulunmaktadır. [4]

#### **Endüstriyel Ambalaj Üreticileri Ne Yapabilirler:**

Ambalaj üreticileri de müşterilerine kullanılmış ambalajları geri toplama hizmeti vermelidirler. Sac varillerin geri toplanması ve yenilenmesi ülkemizde yukarıda bahsi geçen belge ve lisanslara haiz olarak sadece IZVAR AMBALAJ A.Ş. [5] tarafından yapılmaktadır.



### **III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ** **3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION**

---

IBC (1000 lt'lik metal kafesli plastik konteyner) üreticisi firmalar da uluslar arası boyutlarda geri toplama servisi vermektedir.

Ülkemizde bu servisi de üretici yabancı firmalar adına IZVAR A.Ş., sağlamaktadır. Alman menşeli SCHÜTZ firmasına ( Schütz-Ticket) ve Avrupa'nın en önemli üreticilerinden İtalyan menşeli MAMOR firmasına Türkiye sınırları içerisinde müşterilerinden boşalan kullanılmış varil ve IBC'leri yenilemek üzere geri toplama hizmeti vermektedir.

#### **Ambalaj Kullanıcılarının Sorumlulukları :**

Endüstriyel ambalajları kullanan firmalara bu konuda çok iş düşmektedir.

Tesislerinde biriken kullanılmış ambalajlarla ilgili Bakanlığın yönetmeliklerine uygun olarak hareket etmelidirler.Ambalaj geri kazanım tesisleri olan lisanslı firmalarla işbirliği yapmalıdırlar. Ambalaj ve atıkların sorumluluklarından ancak bu şekilde kurtulmak mümkündür. Aksi halde çevreye verilecek zararların sorumluluğu üzerlerinde kalacaktır.

Diğer bir husus, kullandıkları ambalajın özelliklerini belirlerken yeniden kullanımı teşvik edici faktörleri de göz önünde bulundurmalıdırlar.Örneğin sac varillerde, sac kalınlığı fiyat avantajı yaratmak adına olabildiğince ince tercih edilmektedir.Ancak yenileme ve defalarca kullanım için, 1 mm. sac kalınlığı tercih edilirken, 0.80 mm.'in altı neredeyse hiç yenilenememektedir.Bu bakımdan, ürün tercihlerinde 1.mm ya da en azından 0.80 mm. tercih edilmelidir.

Ürünlerinin ambalajlanmasında yeni varil ya da IBC yanında , ürünlerinin cinslerine göre uygun olabilecek yenilenmiş varil ve yenilenmiş IBC'yi de teşvik etmelidirler.Daha ekonomik olan bu ambalajlara yer verdiklerinde, ekonomik avantajların yanında kullanılmış ambalajların toplanmasını ve yenilenerek tekrar kullanılmasını teşvik etmiş böylece çevre ve yurt ekonomisine de katkı sağlamış olacaklardır.

#### **ABD, Avrupa, Ve Japonya 'Da Bir Defa Kullanılan Ve Birden Fazla Kullanılan (Yenilenmiş) Sac Varil Sistemlerinin İncelenmesi**

Bir kere kullanılan ve birden fazla kullanılan (Bundan sonra yenilenmiş olarak tanımlanacaktır.) sac varillerin çevresel, enerji ve maliyet etkilerini karşılaştıran bu temel rapor [6] ABD'de bu alanda araştırma yapan en saygıdeğer firmalardan biri olan Franklin Associates tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırma dünyada en yaygın kullanılan endüstriyel ambalaj olan sac varilin içindeki çevre ve enerji etkilerini ,yani bu ambalajların ABD, Avrupa ve Japonya'daki üretim, yenileme, geri kazanım ve yok edilme aşamalarındaki enerji kullanımını ve çevre etkilerini belirler.

Araştırma bir dizi önemli sonuçlara ulaşmıştır:

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

- 1) İncelemesi yapılan yenilenmiş sac varillerin enerji ve çevre etkilerinin bir kere kullanılan sac varillere oranla gözle görünür bir biçimde az olduğu ortaya çıkmıştır;
- 2) Net ekonomik maliyetler , yenilenmiş sac varilin kullanıcılarında bir kere kullanılan sac varil kullanıcılarına oranla daha düşüktür.
- 3) Yenilenmiş sac varillerin enerji gereksinimleri bir kere kullanılan sac varillere oranla çok daha azdır. Yenilenmiş sac variller örneğin ABD ve Avrupa'da yaklaşık üç kez daha enerji konusunda tasarruf sağlamaktadır.
- 4) Bütün ülkelerde katı atık üretimi bir kere kullanılan sac varillerde yenilenmiş sac varillere oranla üç ya da dört kat daha fazladır.
- 5) Yenilenmiş sac varillerde önemli atmosferik emisyonlar bir kere kullanılan sac varillere oranla kaydedilir bir biçimde azdır.
- 6) Bir kere kullanılan sac varillerin yenilenmiş sac varillere oranla kullanıcılara net maliyeti daha yüksektir.

#### I. VARİLLERİN DOĞRU BOŞALTIMASI İLE İLGİLİ KONULAR

Varillerin doğru boşaltılması fabrikalarda ambalaj yönetimi ile ilgili bölümün dikkat edeceği en önemli husustur. Bu işlem maliyetleri, yasalara uygunluğu ve yasal sorumluluğu etkiler.

Maliyet- Değerli maddelerin varil ve benzer konteynerler içinde atık olarak kalması şirketlerde inanılmaz kar kayıplarına neden olur. Ücret malın tamamı için ödenmiştir ancak varil tam boşaltılamaz ise bu malın bir kısmı kullanılmaz ve atık olarak varilin içinde kalır. Boşaltmaktan sorumlu kişiler malın tamamını boşaltmaya ve kalanını sızdırmaya çalışmalıdırlar.

Yasal sorumluluk - Boşalmamış konteynerlerin yok edilmesi ile uğraşan kişiler "tehlikeli maddeleri terk eden" ya da temiz olmayan konteynerleri "bırakan ya da terk eden" kişiler olarak suçlanılabirler.

1. Uyarı işaretleri, özellikle de önlem uyarıları eskiden tehlikeli madde içermiş olan varillerin üzerinde yasa gereği bulunmak zorundadır . Bu variller ; geri kazanımcılar tarafından temizlenene kadar bütün uyarı işaretlerini okunabilir şekilde taşınmalıdır. Bu uyarılar varilleri boşaltan tesislerde asla çıkartılmamalı ve üzerleri boyanmamalıdır. Nakliyeden önce bütün kapaklar ve havalandırma delikleri kapatılmalıdır. Tapalı varillerin bütün tapaları takılmalı ve Çember Kapaklı varillerin kapakları ve çemberleri takılmalıdır.

2. İlke olarak endüstriyel ambalajların ciddi bir biçimde deformasyon ya da hasara uğramasına izin verilmez bu nedenle yenilemeden sonra yeniden kullanılabilir.

3. Endüstriyel ambalajlar kendilerine özgü bir biçimde boşaltılmalıdır; yani ilgili konteynerlerden materyalleri boşaltmak için kullanılan dökme, pompa vs gibi uygulamalar kullanılarak bütün atıklar tamamen boşaltılmalıdır.

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

Tehlikeli maddeler yönetmeliklerine göre (örneğin ADR) tehlikeli maddelerin “boş ambalajlar” olarak nakliyesi aksi halde mümkün olmaz.

Ambalaj gerektiği şekilde kokudan arındırılmalı, ve kimyasal ön-işlemden geçirilerek (ürün ve kokudan arınmış) olarak dolgu maddelerinden (toksik, güçlü koku yayan) kurtarılmalıdır. Son dolgu maddesinin özellikleri ya da güvenlik tabloları istem halinde geri kazanımcıya sunulmalıdır.

4. Endüstriyel ambalajlar kullanıldıktan sonra sıkı bir biçimde kapatılmalıdır. Tapalı variller yatay stoklanabilir, ancak Çember Kapaklı variller depolanmaları sırasında dik muhafaza edilmelidir.

Nakliye esnasında bütün ambalajlar dik bir biçimde yerleştirilmeli ve üst kapakları yukarı gelmelidir.

5. Yukarıdaki şartlara uygun olmayan ya da yeniden işlenmeye uygun olmayan ambalajlar tüm masraflar alınarak ilgili firmaya iade edilmektedir.

**Sonuç olarak :** Çevremizi ve tüm canlıların sağlığını korumak ve hammadde, enerji ve diğer girdi maliyetlerinin azaltılarak yurt ekonomisine katkıda bulunmak esas amaçtır.

Bunun için ambalaj üreticileri , ambalaj kullanıcıları , ambalaj boşaltıcıları , ambalaj geri kazanım firmaları , çevre ile ilgili kamu kuruluşları ve ilgili meslek kuruluşları sorumluluk bilinci içinde bu konular üzerinde beraberce çalışmalar yapmalıdırlar.

#### KAYNAKÇA

- [1] Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği , 27.08.1995 tarih ve 22387 sayılı
- [2] Tehlikeli Atıkların Taşınımı Genelgesi ,09.09.1997 tarihli.
- [3] Tehlikeli Maddelerin Karayolu ile Taşınması Hakkında Yönetmelik , 22.10.1976 tarihli ve 15742 sayılı
- [4] Serred faaliyetleri hakkında bilgi için [www.serred.org](http://www.serred.org)
- [5] İZVAR A.Ş: hakkında bilgi için [www.izvar.com](http://www.izvar.com)
- [6] Franklin Associates raporu için [www.serred.org/life.htm](http://www.serred.org/life.htm)

**URRC YÖNETİMİ VE PET GERİDÖNÜŞÜMÜ**  
***PET RECYCLING and URRC PROCESS***

**Ertuğrul ERDİN, Akın ALTEN, Hasan SARPTAŞ, Görkem ŞİRİN,**

**Evren ERDİN**

Dokuz Eylül University, Turkey

[ertugrul.erdin@deu.edu.tr](mailto:ertugrul.erdin@deu.edu.tr)

**ÖZET**

DSD sisteminin 2001 yılında 18 975 şirket üyesi vardır. Buna ilaveten de 2001 yılında ayrıca 1 272 yeni üye kaydedilmiştir. 2001 yılında 5,5 milyon ton ambalaj atıkları dsd sistemi ile ayrı toplanmıştır. Bunların değerlendirme ve bertaraf işlemlerinin maliyeti de 1, 8 milyar euro tutmuştur. Tüm ambalaj oluşmasına neden olan üretim branşlarından her türlü ambalaj atıkları toplanmak zorundadır. İçecek, servis, et, balık , konserve, şekerleme, baharat, diğer gıda maddeleri, süt ürünleri, kimyasal maddeler, ilaç, oyuncak, tekstil, spor, elektrik aletleri, mobilya, porselen, cam eşya ve ürünleri, tütün, plastik, bahçe , inşaat , hayvancılık, v.b gibi çeşitli sektörlerden her şirket üye olmaktadır. Geri toplanan ve değerlendirilen ambalaj atıklarının da miktarı her yıl artmaktadır. Sekunder hammadde olarak değerlendirilmesi için , ve oranının da yüksek olması için, biriktirme ve toplama işleminin çok temiz olması lazımdır. Bu sayede geri kazanma oranı da yükselmektedir. Elde edilen ürün de daha kaliteli olmaktadır.

Bu amaç ile Rostock da PET atıklarını maksimum oranda ve temiz teknoloji ile geri kazanmak için yeni bir tesis kurulmuştur. Tesisin kapasitesi 15 000 ton/yıldır. PET içecek şişelerinin yeniden hammaddeye dönüştürülmesini sağlamaktadır.yapılan hesaplara göre AB ülkelerinde önümüzdeki 7 yıl içinde PET gıda ve ambalaj atıklarının miktarı %9 civarında artacaktır. Almanya da 2002 yılında %15 artmıştır.

Rostock daki tesis sürdürülebilir, ekolojik, ve ekonomik uyumlu bir şekilde PET atıklarını işlemekte ve geri kazanmaktadır. 15 000 ton/ yıl kapasiteli olan tesise, ancak 6 000 ton/yıl lık kısmı “yeşil nokta “ değerli maddeler konteynerlerinden gelen PET atıklarından kaynaklanmaktadır.

Geri kazanma mekanizması mekanik ve kimyasal yöntemlere dayanmaktadır. Bu mekanizmaların kombinasyonu ile PET atıkları tekrar gıda ambalajında kullanılabilecek sekunder hammaddeye dönüştürülmektedir. Bugünün gelişmiş çağdaş teknolojisi ışığında ekobilanço yapıldığında; cam ile kıyaslandığında PET in hammadde ve enerji kullanımının çok daha az olduğu saptanır. Ayrıca diğer konularda da örneğin gürültü kirlenmesi açısından da PET in

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

cam kıyasla daha üstün olduğu saptanmıştır. Diğer emisyon kıyaslamalarında da aynı durum belirlenmiştir.

URRC -Yöntemi aslında Mekanik-Kimyasal-Termik işlem kombinasyonlarından oluşmaktadır. Bu URRC yöntemi sayesinde PET içecek şişelerinden tekrar yeni PET şişeleri üretimi için temiz hammadde elde edilmektedir. URRC -Yöntemi ile PET şişeleri PET -Flakes lere dönüştürülmektedir. Sonra bunlardan tekrar PET şişeleri üretilmektedir. Kalite ve hijyenik açıdan çok sıkı kontrollerden geçmektedir ve standartları vardır. Rostock daki tesise renkli balyalar halinde PET şişeleri preslenmiş olarak gelmektedir. Saccan yapılmış kazanların içine boşaltılmaktadır. Burada gevşetilmekte ve içindeki yabancı maddelerden ayıklanmaktadır. Daha sonra çelik helezonla değirmene taşınmaktadır. Yaş olarak değirmende parçalanmakta ve daha sonra da yıkama dolabına gönderilmektedir.

Yüzme -çökelme yöntemlerine göre kapak ve etiketler ayrılmaktadır. Kapaklardan plastik borular üretilmektedir. Etiketler de kağıt fabrikasına gönderilmektedir. Geriye kalan PET şişeleri de öğütülmektedir. Sonra yoğunluğuna göre de ayrılmaktadır. Sonra da sodyumhidroksit ile muamale edilmektedir. Kostik plastiğin üst tabakasının sanki kimyasal bir rendeymiş gibi rendelemektedir. NaOH bu yolla plastiğin üzerindeki tüm kirlilikleri uzaklaştırmaktadır. Aroma ve baharat maddelerinin katkıları ile de oluşan kokular giderilmektedir. Bu süreç döner fırın boru içinde gerçekleşmektedir. Bu tesisin asıl kalbi de bu kısımdır. Plastikler birkaç saat 200 derecede , erime sıcaklığının altında, muameleye tabi tutulur. Geriye sodyum tuzu kalır. Bu kalıntılar da ekolojik sorun yaratmayacak şekilde bertaraf edilir. Elde edilen saf ve temiz PET granulatı ise tekrar suda yıkanır. Daha sonra da renklerine göre ayrılır. Optik okuyucu, ayıklayıcı tarafından çok hızlı bir şekilde otomatikman ayıklama yapılır. Pnömatik orifisler (memeler) mavi, kırmızı, veya transperenet partikelleri ayırmaktadırlar. Sonuçda kimyasal olarak temiz ve homojen renkli PET – flakes oluşur. Temiz bir teknoloji ile üretilen temiz ürün, yani ikincil hammdda tekrar PET şişesi üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca folye ve tekstil elyafı üretiminde de kullanılmaktadır.

#### ABSTRACT

Recycling is essential method which saves raw material, energy and disposal costs in solid waste management. In order to achieve successful recycling results, solid wastes especially packaging wastes must be collected separately.

Recently, many recycling facilities have been built all over the world for recycling of separately collected packaging wastes. In these facilities, different recycling processes are applied for packaging materials. URRC method is one of them and used for PET recycling.

### **III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ** **3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION**

---

URRC method is a combination of mechanical-chemical-thermal processes. By URRC method, clean raw material can be produced for PET bottle production from waste PET bottles. In this method, PET bottles are converted to PET-flakes then PET bottles are produced. There are strict standards and quality and hygiene of products are controlled.

In this paper, PET recycling processes and especially URRC process are given in detail. Also, some information is given about Rostock PET recycling facility.

#### **INTRODUCTION**

Packaging wastes can be used as secondary raw material, if they are collected and stored in clean conditions. This may result in high recycling ratios and the quality of product would be better.

Dual System Deutschland (DSD) system had 18.975 members in 2001 and 1.272 new members had been added in the same year. 5.5 million tons packaging wastes were collected separately by DSD system. Cost of utilization and disposal of these wastes was about 1.8 billion Euros. All kinds of packaging waste from different industries have to be collected for recycling. Amount of collected and recycled packaging wastes increases year by year. According to some calculations, amounts of PET food and packaging wastes will increase by 9% in 7 years. The increase on amount of PET wastes was about 15% in Germany in 2002.

Germany, The Netherlands, Austria and Denmark are the leaders of packaging waste recycling in EU. At 537 regions, the wastes are collected separately. These wastes are processed in 393 different facilities and recycled.

Separate collection and recycling of wastes are required in EU Packaging Legislations (94/62/EC).

Packaging and using plastics as packaging material is essential and plastics can not be replaced with another material. Since 1990, legislations for packaging waste control require development of new recycling processes. Innovative developments were forced with laws and legislations.

Plastics and plastic packaging materials became essential for sustainable development. This gives motivation to manufacturers for producing new packaging materials [1].

The directive EU 94/62 was for packaging waste collection and recycling control and renewed in 2003 and put some definite targets. EU countries must provide at least 60% of collection quota and must increase their recycling ratio to 55% until 31.12.2008. This date for Ireland, Greece and Portugal is 30.06.2010. 60% of glass, paper, cardboard and packaging waste must be recycled. These ratios for metals are 50%, for plastics are 22.5% [2-8].

## **2. Separate Collection and Sorting of Packaging Wastes**

### **2.1. Separate Collection**

Separate collection studies started at the beginning of 1970's in Germany. Germany is one of leader countries on separate collection within the EU countries [9-11].

In DSD system, 5,5 million tons packaging waste were collected separately in 2001. 2,3 million tons of this total includes light packaging materials such as aluminum, plastics, tins and beverage cartons. As a result of application, CO<sub>2</sub> emissions reduction was about 400 000 tons. Also, energy savings were about 33 billion MJ.

By the application of DSD system, electrical energy savings (6,3 billion KWh) were equal to domestic energy demands of München, Hamburg and Cologne cities in 2002 [10].

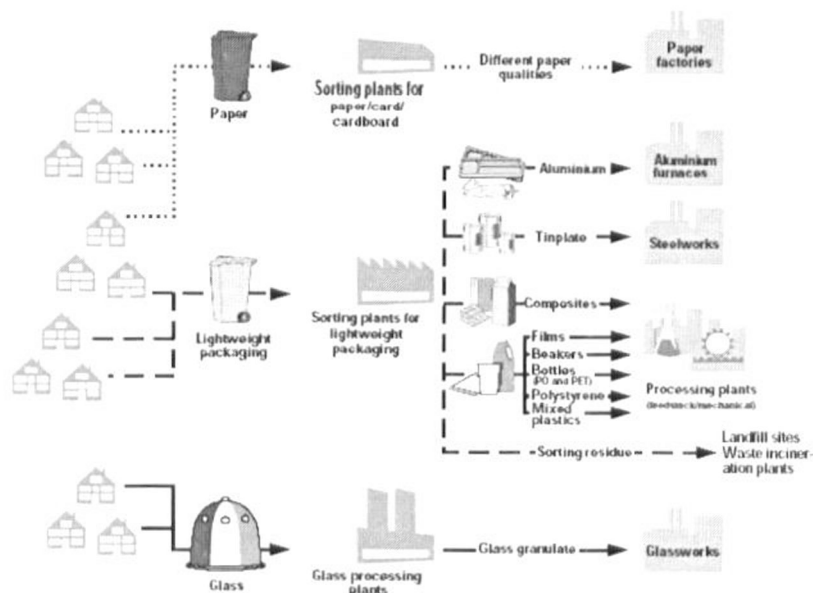
344 000 tons of PET bottles were collected separately in all over the Europe. These PET bottles were recycled by fibers (%62), flakes (%26) and PET (%7) production. It is assumed that amount of PET collected will reach up to 700 000 tons in 2006. Germany, Italy and France are the leader countries on PET bottle recycling [12].

While the RIGK organization is responsible for separate collection of packaging waste in industries, DSD system is responsible for packaging waste in domestic solid wastes.

RIGK has supported the development of new systems, methods and technologies for recycling of industrial and commercial plastic packaging wastes since 1990 [13].

Separately collected heavy and light packaging materials follow different pathways to recycling. These pathways are shown in Figure 1.

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION



Figures 1 : The pathway of packaging wastes to recycling

Researches on recycling of packaging waste especially plastic wastes showed that because of economic, ecological and technological reasons, packaging wastes must be collected separately. Also separate collection must be encouraged and made prevalent [9-11].

Recycling cost of used plastic packaging materials decreases by using new technology and methods. Recycling cost of plastic wastes were 372 €/ton in 1997 while it was reduced to 278 €/ton in 2001. The aim for 2004 is 200 €/ton [14].

#### 2.2. Sorting

A plastic sorting facility in Leipzig started operation in 2002. The facility is operated by SERO Leipzig GmbH. Separately collected light packaging wastes, mostly plastics, are sorted according to their material types, shapes and colors. The capacity of this facility is 60 000 tons/year [15-17].

In this facility, plastics are separated according to their types like PE (polyethylen), PP (polypropylen), PS (polystyrol) and PET (polythylentherephtalat). Efficiency of sorting of sorting process is about %90-95.



### **III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ** **3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION**

---

Flow diagram of ART GmbH Sorting Plant sorting efficiency of which is about 95% is given in Figure 2.

SORTEC 3.1 processes lightweight packaging disposed of by the 1.1 million people in the greater Hanover area - 25,000 tons a year. By near-infrared sensors and improved image recognition, the system separates polyethylene terephthalate (PET) and polystyrene (PS).

In the dry mechanical pre-sorting process of SORTEC 3.1, PET is separated into two further stages. Firstly transparent bottles made of PET, which is a major part of the lightweight packaging thrown away and can be recycled to a high standard of quality, are sorted out. Used PET bottles are processed into fibers for the textile industry or they are recycled as new bottles.

The wet mechanical processing at the second stage also benefits from the improved optical pre-sorting process. Less amount of water is used and thus the level of water pollution decreases. After wet mechanical processing, aluminum, remaining paper fibers and polyethylene (PE) are separated and discharged.

During the plastics finishing process PE is processed to free-flowing pellets from which new products can be manufactured. From the mixed fraction of polyolefins, agglomerates, which can be used for both mechanical and chemical recycling, are created.

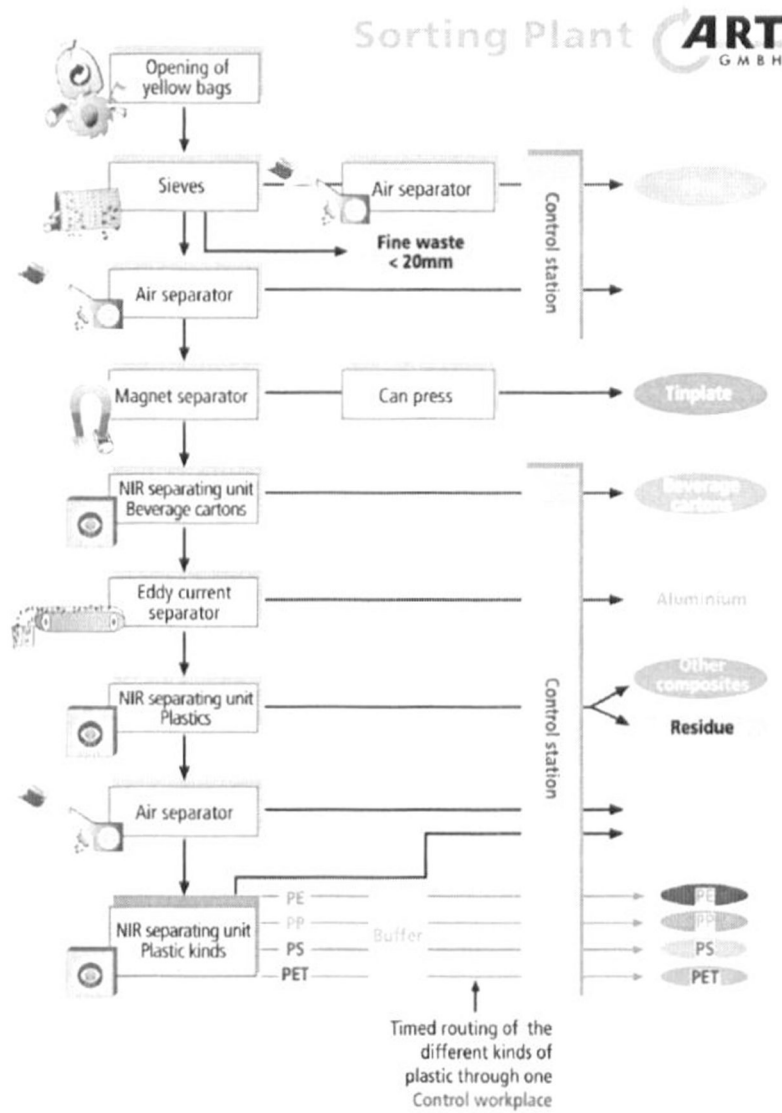


Figure 2. Flow diagram of ART GmbH Sorting Plant

**III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ**  
**3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION**

---

The SORTEC process is divided into three stages:

- dry mechanical pre-sorting
- wet mechanical processing
- and plastics finishing

Air separators, magnetic separators and near-infrared spectroscopy are used at all three stages. The following techniques are combined for the continuous sorting of materials:

Bag openers: The yellow bags are mechanically opened and the materials are deposited onto a conveyor belt.

Air separators: An air separator blows lightweight plastic films and pieces of paper out of the packaging flow.

Magnetic separators: A magnet draws ferrous metals such as tin cans or tin lids out of the packaging flow.

Eddy current separator: An electric current is made to flow through aluminum and composites containing aluminum. In this way, the magnetic field of the eddy current separator diverts these materials and they are separated.

Near-infrared (NIR) spectroscopy: In certain aggregates, NIR sensors with high-speed cameras identify the reflected light spectrum, form and location on the conveyor belt of beverage cartons and packaging, made of various plastics and paper, in a matter of seconds. High-performance computers then activate compressed air jets which transport the packaging materials into the respective containers. Depending on the type of aggregate, approximately ten different types of plastic can be sorted.

Pulpers: A rotor moves continuously in a water container to separate the paper and other packaging materials.

Sorting centrifuges: Various plastics are quickly separated according to density in a centrifugal field.

Agglomerator: In the agglomerator, hysteretic heat causes polyolefins to soften. The cooled agglomerates are semi-finished products with defined characteristics for a wide variety of applications. The granules are up to 10 millimetres in size.

Extruder: During the extrusion process, a metal coil turns continuously in a heated cylinder and condenses the PE placed in it. This is subsequently cut into small pieces (pellets) and cooled in a water bath.

Flow diagram of SORTEC 3.1 is given in Figure 3.

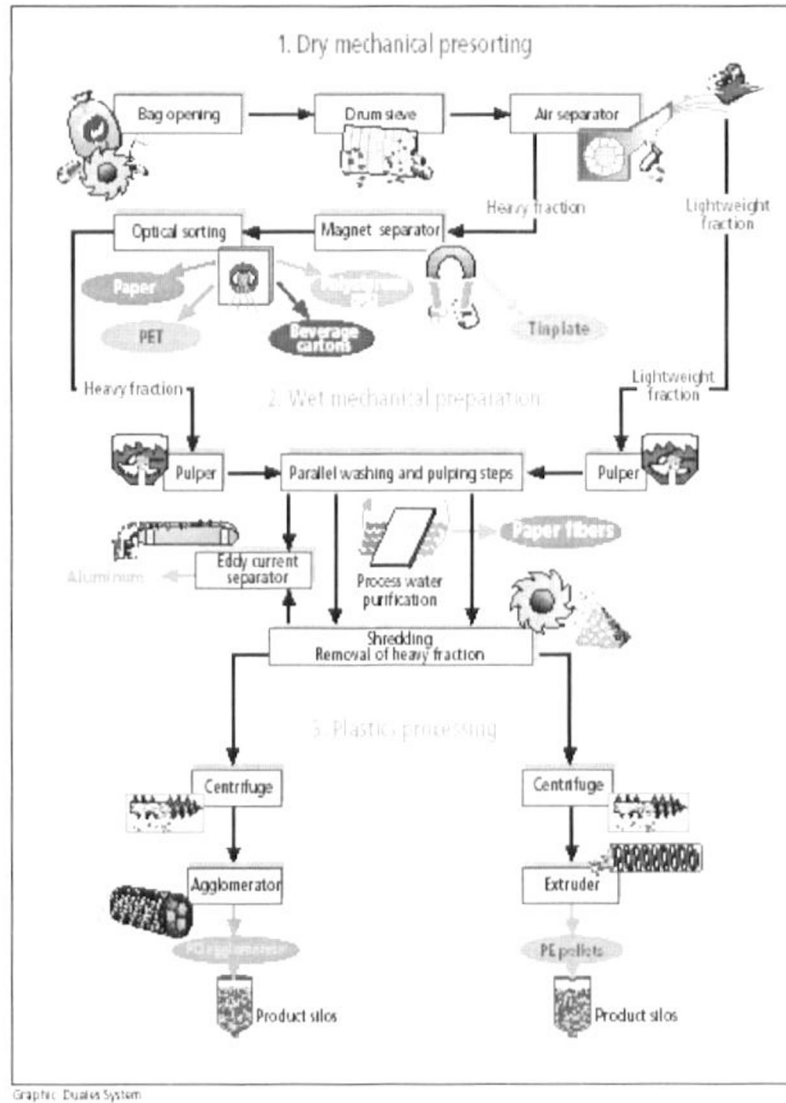


Figure 3. Flow diagram of SORTEC 3.1

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

Some Organizations in European Countries for the Collection and Recycling of Packaging Wastes

#### **CEVKO Foundation and Packaging Wastes in Turkey**

CEVKO became 16<sup>th</sup> member of “Green Dot” system on 10<sup>th</sup> of January 2003. “Green Dot” system has 19 members recently. The system supports the member countries for separate collection, sorting and recycling. Members of “Green Dot” system are given in Figure 4.

During last 3 years, 60 municipalities have been making some separate collection studies and 80% of population in this cities attended to these studies. Specific domestic waste generation rate is 0,6 kg/ca.day, while specific municipal waste generation rate is about 1,0 kg/ca.day in Turkey.

First PET recycling facility with a capacity of 25 000 tons/year was built in 1992. In this facility HDPE, LDPE and PVC are recycled (Metin, E., et al., 2003).

In an area with 10 869 dwellings, a pilot study on separate collection was made in Bursa. Attendance was about 66.4% and 90 tons/day recyclable material was collected (Metin, E., et al., 2003).



**Figure 4. Members of “Green Dot” system**

#### **ARA System and Packaging Wastes in Austria**

### **III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ** **3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION**

---

The ARA System, which was founded by Austrian trade and industry in 1993 in response to the Packaging Ordinance, guarantees the collection and recovery of all packaging materials from private households as well as from commercial and industrial enterprises which are covered by the Packaging Ordinance. Packaging materials of biological origin are exempted from these requirements [19].

The ARGEV is responsible in the context of the ARA system in Austria for the collection and assortment of all packing from plastic, metal, wood, textile fibrous materials, ceramic(s) and material group [20].

In the year 2002 the collecting quantity of the ARGEV with 188.118 tons achieved a new record value (+5.2 %). 139,253 tons light packing, 37,564 tons metal and 11,301 tons delivery and assumption of wood packing were collected [20].

1.4 million tons of wastes were collected in between 1993-2002 and 1 180 000 tons of packaging waste separated from these wastes and recycled [21].

#### **DSD System and Packaging Wastes in Germany**

Today plastics recycling stands for a functioning production loop for recyclables. The Deutsche Gesellschaft für Kunststoff-Recycling mbH (DKR), as guarantor of the Dual System, has made a major contribution to this. With its work, the DKR implements the Packaging Ordinance which is the legal basis for the recycling of used plastic packaging. The term guarantor gives us a clue to the key activities of the DKR: The Company guarantees the acceptance and sound recycling of used plastic packaging from collections made by Duales System Deutschland AG (DSD). In other words, it organizes, controls, monitors and documents the recycling of plastic sales packaging. DSD System is responsible for collection and sorting.

The Ordinance on the Avoidance and Recovery of Packaging Waste, in short the Packaging Ordinance, came into force in Germany on 12 June 1991. It places a legal obligation on trade and industry to take back and recycle transport, secondary and sales packaging.

The Ordinance was amended in summer 1998. It sets a clear hierarchy for the handling of packaging waste. First and foremost, packaging waste must be prevented or reduced. Secondly, used packaging is to be re-used or recycled by returning it to the production loop. Only packaging waste which cannot be prevented, re-used or recycled may be disposed of by means of incineration or landfilling. Furthermore, the Packaging Ordinance Amendment sets targets for the recycling of used sales packaging. These differ according to the type of material and must be fulfilled.

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

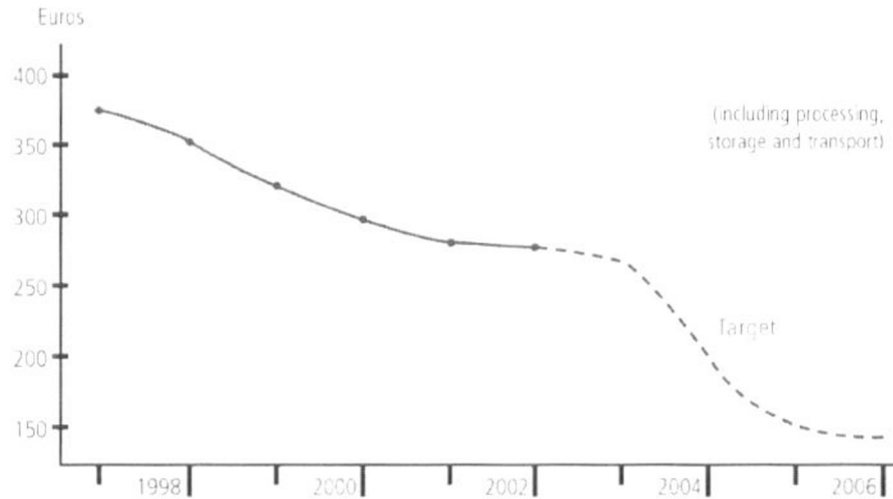
---

Since the introduction of the Green Dot, the German public has been using less and less sales packaging. In Germany, per capita consumption dropped from 95.6 kilograms in 1991 to 82.5 kilograms in 1999. This is equivalent to a decrease of almost 14 percent.

Since the foundation of the Dual System more than 52 million tons of packaging has been forwarded for recycling with the help of environmentally conscious consumers.

In the year 2002, 6.32 million tons were collected from households and containers, including impurities. This means that the quantity collected has risen slightly by almost 31,000 tons. The average per capita share is therefore 76.7 kilograms – 100 grams more than in the previous year.

Recycling cost is decreasing year by year and aim for the year 2006 is about 150 €. Development of recycling costs is given in Figure 5.



**Figure 5. Development of recycling costs**

## Plastic Recycling Technologies

### Mechanical Recycling of Plastics

New products from used packaging "New products from old ones" are the motto of mechanical recycling. After being sorted as homogeneously as possible, used plastic packaging marked with the Green Dot is either melted down and moulded directly into new products or first processed into regranulate. The properties of this granular secondary raw material can be tailored exactly to the respective application purpose and a wider range of colours now offers greater flexibility.

Mechanical recycling processes are currently proving to be particularly eco-efficient for packaging plastics as compared to feedstock recycling and energy recovery options. Almost 52 percent of the plastic packaging from yellow bags and bins is processed into new products with mechanical processes.

Various mechanical recycling processes are available for manufacturing finished products from used plastic packaging:

**Injection moulding:** In this process, the molten plastic mass is injected into moulds at high pressure. For instance, bottles made of high density polyethylene (HDPE) can be processed into plastic pallets in this way.

**Extrusion:** HDPE can also be processed into sewage pipes with the extrusion process. Ground or agglomerated plastics are compacted and melted in a heated cylinder and then moulded into finished parts in a connected unit.

**Intrusion:** This process is suitable for moulding mixed plastics containing residual solid impurities such as sand or glass particles. As in the case of extrusion, the plastic material is compacted and melted in a heated cylinder with the aid of a screw. Then the plastic mass is directly shaped into products.

**Transfer moulding:** The used plastic packaging is first melted in an extruder with the aid of pressure and heat. In the second step, a weighed or constant-volume quantity is transferred to a press where it is moulded to the shape desired.

**Film blowing:** This process is used, for instance, to manufacture new plastic bags from old ones. The used polyethylene film is heated, stretched and blown up into a long tube which then serves as the starting material for the production of new bags.

### Catchword Steel Production

Mixed plastics primarily consist of small pieces of packaging made of different kinds of plastic which can only be separated with difficulty using conventional techniques. The reduction process permits the resource-conserving recovery of large quantities of mixed plastics which are used as a substitute for oil or coal dust in this case. The starting material for the production of steel is pig iron which first has to be recovered from iron ore. For this purpose, oxygen is removed from the iron ore in the course of a reduction process. Mixed plastics which contain



### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ *3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION*

---

hydrocarbons and have been processed into agglomerate are used as reducing agent in this process. On being blown into the blast furnace at a temperature of 2,000 degrees Celsius, they are transformed spontaneously into synthesis gas. This process has been in use at the steelworks in Bremen for years.

#### **Methanol from Mixed Plastics**

Another large-scale industrial feedstock recycling process is the production of methanol. In the Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe, mixed plastics are heated under pressure to between 800 and 1,300 degrees Celsius. The forming gas mixture is shock-cooled and, as synthesis gas, is used in the production of methanol. Methanol is a versatile raw material in the chemical industry which is found in coolants, solvents and even pharmaceutical products. In addition, methanol is likely to become increasingly important in future in its role as a fuel for environment-friendly fuel cell vehicles.

#### **Energy Recovery**

In the case of energy recovery, plastic waste replaces fossil fuels in industry or power stations for the generation of electricity and heat. The energy content of plastics can help to save coal, oil or gas in this way. Energy recovery has also been permitted for plastic packaging since 1998 as long as no higher-quality recycling process is available. The various firms are currently testing suitable processes for energy recovery of residue left over from the processing of mixed plastics.

#### **Chemical PET Recycling**

In principle, three processes can be distinguished for the chemical recycling of PET by means of solvolysis. These are hydrolysis, methanolysis and glycolysis.

**Hydrolysis:** In this process, water is used to crack PET into terephthalic acid and ethylene glycol in the presences of acids or alkalis as catalysts. A market exists for the end products of hydrolysis. The process is already being applied in a pilot plant. However, the cracking of polyesters, such as PET, with water is slow and the crystallisation processes are cumbersome. Reasonable hydrolysis times require drastic reaction conditions such as high pressure at high temperature. The sophisticated process engineering needed for this purpose incurs high costs. Furthermore, the energy consumption of the hydrolysis process is comparatively high. Large quantities of salt are obtained as waste product and disposal is expensive.

**Methanolysis:** In this process, PET is transestered into dimethyl terephthalate (DMT) and ethylene glycol (EG) with the aid of methanol. Methanolysis is technically more advanced than hydrolysis. However, complicated crystallisation and distillation steps at high pressure are necessary for the production of DMT. The

investment and operating costs are correspondingly high. Existing plants for industrial-scale realisation of this process have therefore been closed down again.

**Glykolysis:** In this technique, PET is dissolved in glycol (MEG) or higher molecular glycols and converted into bis-(2-hydroxyethyl)terephthalate or polyester polyols (APP). Polyester polyols are important starting materials for various chemical reactions. No pressure equipment is needed for glycolysis. Preparation steps are not required. On account of the low technical expenditure, the investment and operating costs are comparatively low. The advantage of glycols over methanol is that they have a higher boiling point and can dissolve PET more easily. Another advantage is the relatively high energy content of the end products since these consequently require less energy for processing into subsequent products.

Of the processes investigated for solvolysis of PET, the glycolysis process comes out best in a direct comparison in economic, technical and ecological terms. The polyester polyols forming during glycolysis are primarily used for the production of foamed insulating materials (rigid PUR and PIR foam). However, they can also be used to produce flexible foam, adhesives, coatings or casting resins. There is already a market for these products [14].

#### **URRC Technology - Bottle to Bottle Recycling**

The recycling concept is based on the most suitable ways for the beverage industry to re-use PET. One recycling process which meets the requirements of the food and beverage industry is the American URRC process, which enables PET bottles to be processed into high-quality recyclate, which is then re-used for producing beverage bottles. The main contractor supplies the entire job package for planning and implementing a recycling facility as a single-source vendor. This includes the entire plant engineering, all facility components, and a comprehensive process control system for complete process automation. The end-product of the process is a PET recyclate indistinguishable in color from new goods, which can be used for manufacturing new PET beverage bottles without any taste impairment whatsoever. Kronos American regulatory agency FDA has tested this process, and approved use of the material involved for renewed contact with foods and beverages.

The process is both technically and ecologically persuasive. It successfully combines conventional mechanical and chemical recycling. The "chemical stripper" employed is caustic soda, which removes the surface of the PET bottles, and thus all the dirt adhering. This makes it also possible to process almost any kind of input material. PET recycling with the URRC process is thus not tied to any particular return system. Both the form of delivery and the degree of soiling are of subordinate importance. The process is designed for recycling non-returnable

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ *3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION*

---

bottles, returnable bottles no longer usable, and beverage bottles from two-way systems.

The recycle produced in the URRC process can be re-used in a direct blend for making new preforms. Besides the mechanical properties involved, low aldehyde content and a low yellowness factor should be noted -points which are crucial for re-use in the food and beverage industries. This affordable recycle (about 20 to 30 per cent less expensive compared to new material) meets even the most stringent of requirements in terms of purity and quality. For the beverage industry, this means PET as a raw material is now also available as a recycled alternative. In a truly closed-circuit approach, the bottler re-uses the high-quality material from his own production process.

#### **Rostock – URRC – Process First German Bottle-to-Bottle Recycling Facility**

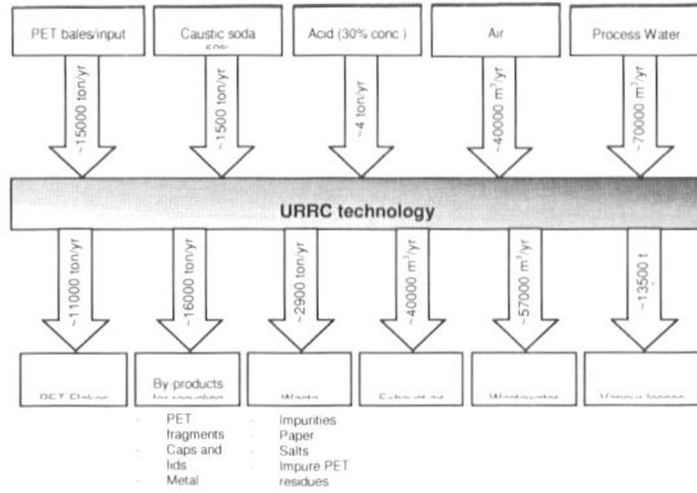
A new facility, that recycles PET wastes with a clean technology at a maximum rate, was built in Rostock. This facility converts the PET bottles to raw material. Rostock facility processes and recycles the PET wastes in a sustainable, ecological, and economic way. While the capacity of facility is 25.000 tons/year, 6.000 tons/year of this capacity is used by PET wastes collected from “Green Dot” valuable material containers. Recycling process is based on mechanical and chemical methods. PET wastes are converted to secondary raw materials that can be used for food packaging production by combination of mentioned methods.

PET bottles are brought to Rostock facility as pressed colored bales. These bales are loosened in cauldron made of sheet-iron and separated from unwanted materials. Then, they are conveyed to grinder and grinded in the presence of water.

Lids and etiquettes are separated by flotation-sedimentation principals. Plastic pipes are produced from lids while the etiquettes are sent to paper factory. The rest of PET bottles are grinded then separated by their density. By addition of NaOH, surface of plastic is planed and all dirt is removed. Odor can be eliminated by addition of aromas and spices. This process is accomplished in rotating furnace pipe which is called as the heart of the facility. Plastics are processed under melting temperature (<200 °C) for a few hours. The remaining is sodium salts and disposed of in a way that would not cause any ecological problem. Raw and clean PET granulate is washed once more and then separated with respect to their colors. Separation is done by optic recognition equipment automatically. Pneumatic orifices separate blue, red or transparent particulates. As a result, chemically clean PET-flakes with homogenous color are obtained. This clean product, in other words, secondary raw material can be used for production of PET bottles [22].

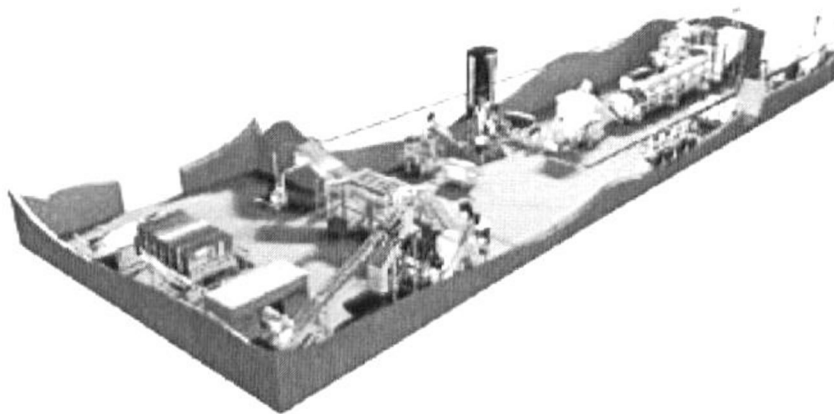
### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

Figure 6 shows the material flow and balance in the PET recycling facility commissioned in Rostock, which produces food-grade material from used PET beverage bottles.



**Figure 6. Material Flow and Balance in The PET Recycling Facility Commissioned In Rostock**

3D illustration of Rostock facility is given in Figure 7.



**Figure 7: 3D Illustration of Rostock Facility**

### III. ULUSLARARASI AMBALAJ KONGRESİ ve SERGİSİ 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL PACKAGING CONGRESS & EXHIBITION

---

#### Conclusion

Packaging and using plastics as packaging material is essential and plastics can not be replaced with another material. Since 1990, legislations for packaging waste control require development of new recycling processes. Innovative developments were forced with laws and legislations.

Separate collection of light packaging materials such as aluminum, plastics, tins and beverage cartons is very important in waste management. Using different recycling processes like URRC process, PET bottles can be recycled with high-quality and then re-used for producing beverage bottles. All of these processes would result in raw material and energy savings and especially CO<sub>2</sub> emissions reduction.

#### REFERENCES

1. [www.apme.org](http://www.apme.org)
2. Anonym (2003): Punkt-direkt. H.3, S.3.DSD Köln.
3. Anonym (2003): Punkt. H.3,„DSD Köln.
4. Anonym (2003): DKR im Blick. H.3, DKR Köln.
5. Anonym (2002): Punkt-direkt. H.4, DSD Köln.
6. Anonym (2003): Punkt-direkt. H.1,„DSD Köln.
7. Anonym (2003): DKR im Blick. H.1, DKR Köln.
8. [www.dpwk.de](http://www.dpwk.de)
9. [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
10. [www.gruener-punkt.de](http://www.gruener-punkt.de)
11. [www.ecoemballages.fr](http://www.ecoemballages.fr)
12. [www.petcore.org](http://www.petcore.org)
13. [www.rigk.de](http://www.rigk.de)
14. [www.dkr.de](http://www.dkr.de)
15. [www.unicum.de](http://www.unicum.de)
16. [www.umsicht.fhg.de](http://www.umsicht.fhg.de)
17. [www.fkur.de](http://www.fkur.de)
18. Metin, E. et al (2003): “SW Management Practices and Review of Recovery and Recycling Operations in Turkey”. Appropriate Solid Waste Management and Technologies for Developing Countries. Elsevier Ltd. The Netherlands.
19. [www.ara.at](http://www.ara.at)
20. [www.argev.at](http://www.argev.at)
21. Buchal, F. (2003): “Ungebrochene Sammelerfolge” Umweltschutz H.7-8 , S. 26-27. Wien.
22. [www.cleanaway-plastic.com](http://www.cleanaway-plastic.com)