

H Akarsu

Camış Madencilik A.Ş. MERSİN

M Yıldırım

Ç. U. Muh. Mon. Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Balcalı, ADANA

ÖZET: Bu çalışmada, Adana /Feke kuvarsit yatağından alınan temsili numuneden zuccaciye üretiminde kullanılabilecek kum konsantresinin kazanım koşulları araştırılmıştır. Zuccaciye kalitesi için en kritik bileşen olan Fe₂O₃'ün orijinal cevher numunesindeki miktarı % 0-100'dür. Kuvars taneciklerinin yüzeylerindeki kile bağlı demir içeriğini atmak için değişik katı/sıvı oranlarında yüzey temizleme işlemi yapılmıştır. Yüzey temizleme işleminden geçirilen pulp, 75 mikronluk elekten elenerek, flotasyon öncesi, şlam, demir ve kıl içeriklerinin alınmasına çalışıldı. Bu işlem sonucu numunedeki Fe₂O₃'ün yaklaşık % 66-80'i atılmıştır. Ağır metalik mineral taşıyan tanecikler ana numuneden sulfonat flotasyonu ile ayrılmıştır. Bu çalışmalar ile zuccaciye kalitesinde kuvars kumu konsantresi elde edilmiştir.

ABSTRACT: In this study, recovery conditions of a sand concentrate that can be used for glassware production from the representative sample taken out-of-the Adana/Feke quartzite deposit were researched. The original ore contains 0-100 % Fe₂O₃ which is the most critical component in glassware quality. Scrubbing was conducted at various solid/liquid ratios to remove iron component associated with clay minerals on the quartz particles. The pulp from the scrubber was screened through the sieve 75 microns in order to eliminate the iron, clay and slimes prior to the flotation. About 66-80 % of Fe₂O₃ in the sample was removed by this treatment. The particles carrying heavy metallic minerals were separated from the bulk sample by the sulfonate flotation. Quartz sand concentrate in glassware quality was obtained through these studies.

1 GİRİŞ

Kuvarsitler, cam endüstrisinde doğrudan doğruya hammadde olarak kullanılmaya uygun değildirler. Çünkü ana hammadde olan kuvars kumu, cam hammadde olarak kullanılabilmesi için belirli kimyasal bileşim ve tane boyu dağılımına sahip olmalıdır. Bu nedenle kuvarsitler yataktan cevher

olarak üretildikten sonra belirli cevher hazırlama işlemlerine tabi tutulmalıdırlar. Cam turune göre, kullanılan kuvars kumunun özellikleri de değişmektedir. Kuvars kumunun cam hammadde olarak kullanılmasında en etken kimyasal bileşenlerden bir tanesi Fe₂O₃ iken Türkiye'de üretilmekte olan bazı kuvars kumlarının Fe₂O₃ içeriği üretilecek camın turune bağlı olarak 0-010 ile % 0-110 arasında değişmektedir. Halbuki zuccaciye

kalitesindeki bir kum konsantresi için kabul edilebilir maksimum değer % 0.020'dir. Bu içenle belirli bir miktardan fazla olduğu zaman üretim sırasında Fe⁺² iyonları cama mavimsi, Fe⁺³ iyonları ise sarımsı yeşil renk vermektedir Tane boyu dağılımı ise + 500 mikron % 0.00, -106 mikron ise % 15 00 (en fazla) olmalıdır. (Tülümen, 1985)

Doğu Akdeniz Bölgesindeki kuvarsit yataklarında Fe₂O₃ içeriği % 0.100 ile % 0.500 arasında değişmektedir. Züccaciye kalitesi kuvarsit kumunun düşük Fe₂O₃ içeren orijinal kuvarsit cevher yataklarından üretilebileceği doğaldır. Uygulamadaki bu bilgilerin doğrultusunda Adana/Feke yöresinde bulunan kuvarsit yataklarının bazı zonlarının züccaciye kalitesinde konsantreler üretilebilecek rezervlere sahip olup, olmadığı bu çalışma ile belirlenmeye çalışılmıştır.

2.DENEYSSEL ÇALIŞMALAR

2.1 Minerolojik Analiz

Orijinal Jcuvarsit numunesinden hazırlanan örnekler önce polariz mikroskopta incelenerek mineraller belirlenmiştir. Aynı numunelerin kimyasal analizleri dikkate alınarak minerolojik bileşimin aşağıdaki gibi olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 1. Orijinal cevherin minerolojik analizi

Mineral türü	Miktar(%)
Kuvars	95.00
Ortoklas	4.00
Demir Mineralleri	0.10
Diğer Mineraller	0.90
Toplam	100.00

Belirlenen demir oksitin esas olarak serisitleşmiş maruz kalmış ortoklas tanelerinin kuvarsit boyamasına ve kübik yapılı psödomorf limonit tanelerine bağlı olduğu belirlenmiştir. Eser miktarda ise rutil, biyotit, ilmenit, opatit mineralleri tespit edilmiştir. Taneciklerin az köşeli yuvarlak olduğu, tanecikler arasında çimento olmadığı gözlenmiştir. (Arman, 1992; Özcan, 1991)

2.2. Kimyasal Analiz

Minerolojik analizi yapılan numunenin paraleli XRF spektrometresi ile kimyasal analize tabi tutularak cevherin kimyasal bileşimi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Orijinal numunenin kimyasal analiz sonuçları

Bileşen	(%)
SiO ₂	98.000
Al ₂ O ₃	1.020
Fe ₂ O ₃	0.100
TiO ₂	0.070
CaO	0.040
MgO	0.080
Na ₂ O	0.020
K ₂ O	0.400
K.K.	0.620

K.K.: Kızdırma kaybı

2.3. Zenginleştirme Çalışmaları

2.3.1. Boyut Küçültme

Züccaciye kalitesindeki bir konsantrenin tane boyut dağılımı belirli aralıkta olması gerektiği için boyut küçültme ve sınıflandırma çalışmaları yapılmıştır. Numune önce laboratuvar tipi çeneli ve konik kırıcılardan geçirilerek 20 mm'nin üzerindeki çakıl taneleri daha küçük boyutlara kırılmıştır. Konik kırmadan alınan numune Retsch Type SK 100 öğütücü ile - 500 mikron boyutuna öğütülmüştür.

2.3.2. Sınıflandırma

Değirmenden alınan numune 500, 425, 300, 106 ve 75 mikron elek setinde 15 dakika yaş olarak elenmiş ve elde edilen fraksiyonların % dağılımları ile her fraksiyon için Fe₂O₃ fraksiyonel % leri tespit edilmiştir (Çizelge 7).

2.3.3. Mekanik Yüzey Temizleme ve Şlam Atma

Denver marka laboratuvar tipi yüzey temizleme makinasında -500 mikron boyutundaki 1 kg numune % 64 kaü yoğunluğunda 2,3,4,5,6 ve 7 dakika

surelerle ayn ayn işleme tabi tutularak yıkanan örnekler mikroskopta saat camında incelenmiştir. 5 dakikalık ve daha fazla sürelerde yeterli temizlemeye ulaşıldığı gözlenmiştir. Bunun üzerine 1 kg'lık öğütülmüş örnekler çeşitli katı oranlarında 5 dakika süre ile yüzey temizleme işlemine tabi tutulduktan sonra 75 mikron göz açıklıklı elekten 10 dakika süre ile yıkanarak «lenmiştir. Elek üstünden numuneler alınarak Fe₂O₃'ün %'si belirlenmiştir. Deneysel koşullar ve analiz sonuçları Çizelge 3'de görülmektedir.

Çizelge 3. 'Mekanik Yüzey Temizleme Denev Sonuçları

Orijinal örnek		%		Yıkanmış Örnek	
Miktar (gr)	Fe ₂ O ₃ (%)	Katı (%)	Miktar (gr)	Fe ₂ O ₃ (%)	Verim (%)
1000	0.100	64	«90.8	0.045	89.08
1000	"	65	887.5	0.042	88.75
1000	"	66	850.7	0.039	85.07
1000	"	67	849.1	0.038	84.91
1000	"	68	850.3	0.039	85.03

K. Konsantre

2.3.4. Flotasyon

Yüzeyi temizlenmiş, şlamı atılmış numune laboratuvar tipi Denver flotasyon hücresinde % 66 katı yoğunluğunda beş dakika süre için kondusyonlama işlemine tabi tutulmuştur. Reaktif olarak demir minerallerinin yüzdürülmesinde yaygın olarak kullanılan Cyanamid firmasının ürettiği 801 AP(köpürtücü) ve 825 AP (kollektör) kullanılmıştır. PH kontrolünde H₂SO₄ kullanılmıştır. Reaktif miktarlarını belirlemek için kollektörün (825AP) % 10'luk çözeltileri hazırlandıktan sonra 150-400 gr/ton'a kadar değişen oranlarda beslenmiştir ve katı yoğunluğu % 24'e düşürüldükten sonra köpükte alınan tanecikler gözlenmiştir. Kollektör miktarının belirlenmesi için uygulanan deneysel koşullar ve gözlem sonuçları Çizelge 4'de görülmektedir.

Çizelge 4. Kollektör miktarının belirlenmesi için yapılan deneysel koşullar ve sonuçları

Denev No	801 AP gr/ton	825 AP gr/ton	PH	Gözlemler (Yüzen)
1	150	150	2.5	Kuvars
2	<	200	»	Kuvars
3	»	300	»	Renkli Taneler
4	"	350	"	Kuvars+Renkli Taneler
5	'	400	**	Kuvars

Reaktif miktarları belirlendikten sonra sulfonat flotasyonu üç aşamalı olarak yapılmıştır. Üç flotasyon işleminden elde edilen artık ayrı ayrı süzülüp kurutulduktan sonra birleştirilmiştir. Elde edilen konsantreler de süzülüp kurutulduktan sonra tartılmıştır ve Fe₂O₃ analizi için örnek alınmıştır. Flotasyon deneylerinde katı yoğunluğu % 24 ve PH 2.5 olarak sabit tutulmuştur. Elde edilen flotasyon deney sonuçları ve nihai ürün kimyasal analizi sırası ile Çizelge 5 ve 6'da görülmektedir. Deneysel çalışmalar şekil 1' de görülen akım şemasına göre yapılmıştır.

Çizelge 5. Flotasyon deney sonuçları

İşlem	Artık	Reaktif	Tüketimi	(gr/ton)	Fe ₂ O ₃	Verim
	(gr)	801AP	825 AP	H ₂ SO ₄	<i>m</i>	J(%) (K)
Yıkama	150	-	-	-	0.039	85
I Flotn.	20	150	300	4990	0.025	83
II. Flotn	10	75	150	3320	0.021	81
III Flotn	10	75	150	3320	0.019	80

K. Konsantre

Çizelge 6. Elde edilen nihai ürünün kimyasal analiz sonuçları

Bileşen	%
SiO ₂	99.37
Al ₂ O ₃	0.27
Fe ₂ O ₃	0.019
TiO ₂	0.028
CaO	0.010
MgO	0.020
Na ₂ O	0.000
K ₂ O	0.013
K.K.	0.017

K.K.: Kızdırma Kaybı

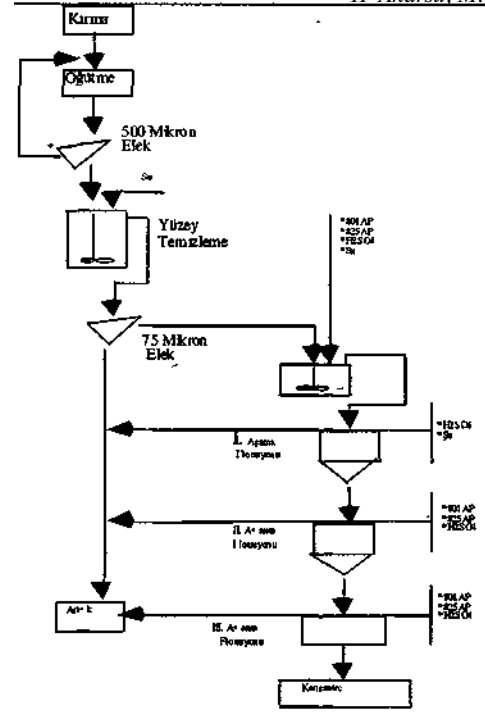
3.SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çizelge 7.den de anlaşılacağı gibi gerek öğütülmüş cevherde, gerekse konsantrede ağırlıklı boylanmanın -300+106 mikron aralığında olduğu görülmektedir. Züccaciye kalitesindeki kuru konsantre sınırlarları olan +500 ve -75 mikron boyutundaki miktarlar da kabul edilebilir limitler dahilindedir (Tülümen, 1985). Fe₂O₃ içeriğinin -106 mikron fraksiyonunda toplanmış olmasının bir avantaj olduğu ve dolayısı ile bu işlemler sonucu konsantredeki Fe₂O₃ % sinin 0.019'a düşürülebildiği görülmektedir, seçilen flotasyon koşullarının gerek reaktif tüketimi gerekse istenen özellikte yeterli verim ile bir konsantre kazanımında yeterli olduğu düşünülmektedir. Ulaşılan sonuçların uygulamada da kolaylıkla elde edilebileceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle bu çalışma ile oldukça tatmin edici deneysel sonuçlara ulaşılmıştır.

Yörede daha kaliteli züccaciye kalitesinde kuvars kumu bulunmadığından, ithalat yoluyla temin edilebilecek kumla, Feke konsantre kuvars kumunun karıştırılarak kullanılmasının maliyeti düşüreceği dikkate alınmalıdır, demir % 37 oranında demir içerdiğinden, cevherde rastlanan bu mineralin flotasyonla, gerekirse manyetik ayırma da ilave edilerek ayrılması gerekmektedir.

Çizelge 7. Öğütülmüş orijinal kuvars kumunun ve konsantrenin fraksiyonel dağılımları ve Fe₂O₃ %leri.

Elek Açıklığı (mm)	Orijinal		Konsantre	
	Dağılım (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Dağılım (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
+500	0.0	-	0.0	-
-500+425	0.1	0.06	0.1	0.06
-425+300	3.7	0.36	7.0	0.017
300+106	68.2	0.071	78.4	0.018
-106+75	13.2	0.106	10.5	0.023
-75	14.8	0.231	4.0	0.040
Toplam	1000	Ort: 0.100	100.0	Ort:0.019



Şekil 1. Züccaciye cam kumu hazırlama akım şeması.

4. KAYNAKLAR

- Akarsu, H., 1998. "Kuvarsitlerden Züccaciye Kalitesinde Cam Kumu Elde Edilmesi", Ç.Ü., Müh. Mim. Fak., Maden Müh. Böl., Yük. Lisans Tezi.
- Arman, B., 1992. "32 Adet Kuvars Kum Tasının Mineralojik İçeriklerinin", Türkiye Şişe Cam Fabrikaları (T.Ş.C.F.). A.Ş. Teknik Grup Yayını, Rapor No. 413/AC-2 <stanbul.
- Kuşçuoğlu, S., 1983. "Harman ve Cam Kurs Notları", T.Ş.C.F. Araştırma Müdürlüğü, <stanbul.
- Özcan, A., 1991. "Sedimanter Kuvarsit Numunelerinin Mineralojik İncelenmesi", Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Rapor No. 361.
- Tülümen, E., 1985. "Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Hammaddeleri T.Ş.C.F. A.Ş. Arastama Müdürlüğü Rapor No. 178. <stanbul.
- Yıldırım, M., Şahin, N., 1986. "Çel- Tarsus Kuvarsit Kuvars Kumu Zenginleştirme Çalışmaları", 1. (Türkiye) Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu Cilt 1. s.65-74.

Cam Ambalaj Atıklarının Değerlendirilmesi

B. Geniş, I. Toroğlu

Karaelmas Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü, 67100 Zonguldak

M. Özcan

Şişecarn, Çayırova Cam Kırığı Tesisi, 41407 Çayırova /Gebze

ÖZET: Günümüzde endüstrileşmenin getirdiği olumsuz sonuçların başında atık oluşumunda büyük artışların geldiği görülmektedir. Atık üreten toplum şeklinde niteleyebileceğimiz bu oluşumun olumsuz etkilerinin giderilmesine yönelik olarak başlıca iki yol benimsenmiştir. Bu atıklar ya imha edilmekte ya da yeniden değerlendirilmektedir. Bu çalışmada cam ambalaj atıklarının geri kazanımı konusu ele alınmış, atık camların geri kazanılmasında uygulanan yeni teknikler ve kazanılan ikincil hammaddenin değerlendirilme şekilleri hakkında bilgi verilmiştir. Türkiye ve Avrupa ülkelerindeki cam ambalaj atıklarının bugünü ve gelecekteki durumu irdelenmiştir.

ABSTRACT: Today, waste mountains are the most important result of the deformed industrialization. Our waste producing society approaches in two different ways to eliminate the problem. Disposal and revaluation of the material and products from the waste. This paper aims to explain recent glass recovery techniques and reuse of recovered materials. Also, future trends of glass packaging waste in Europa and Turkey is analysed in detail.

1. GİRİŞ

Günümüzde sanayileşmiş ve kalkınmakta olan ülkelerin karşılaştığı en önemli sorunlardan biri "çevre kirliliğidir". Ülke gereksinimlerini, kalkınma ve sosyal yaşantının getirdiği talepleri karşılamak için sanayi sürekli yeni ürünler üretmek durumundadır. Ancak bu talepler karşılanırken temiz ve az atık üreten teknoloji ve ürünlerin seçimi, doğayı ve insan sağlığını tehdit etmeyecek hammaddelerin tercih edilmesi, doğal kaynakların yüksek verimlilikle kullanılması ve üretilecek ürünlerin işlevlerini tamamladıktan sonra kirlilik kaynağı olmayacak şekilde yemden değerlendirilebilmesi artık evrensel bir sorumluluktur.

insanların sosyal ve ekonomik faaliyetleri sonucunda oluşan ve "çöp" adı verilen katı atıklar uygun şekilde ele alınmadıklarında insan sağlığını ve doğayı olumsuz yönde etkilemektedir. Katı atıklar imha edilecek çöp olan kısımların yanı sıra her zaman gen kazanılarak hem çevre korunmasına hem de ekonomiye katkıda bulunacak bir kısım da içermektedir. Bu amaçla katı atıklar, genellikle ambalaj (metal, cam, kağıt ve plastik) atıklarıdır. Bu yeniden değerlendirilebilir atıklar uygun proseslerle üretimde ikincil hammadde olarak hazır hale getirilirler. Bunlardan cam ambalaj atıkları

halen dünyada birincil hammaddelerin yanında üretimde en yüksek miktarda kullanılan malzemelerdir (Gülhan, 1998).

Dünyada tahminen yılda 20 milyon ton civarında cam ambalaj atığı ikincil hammadde olarak kullanılmak üzere geri kazanılmaktadır.

Atıkların geri dönüştürülmesi yönündeki çabalar, genellikle toplanması ve kullanılması basit teknolojiler gerektiren atıklar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Buna en çarpıcı örnek olarak evsel atıklardan olan cam ambalajlar gösterilebilir (Zanbak ve Tugal, 1997). Kullanılmış cam ambalaj atıkları tüketim sonrası çöple birlikte atık olarak intikal ettiği depolama sahalarında diğer malzemelerle birlikte değerlendirilmek üzere elle ayrılmaktadır. Bu geri kazanım faaliyeti hurda fiyatları üzerinde oldukça etkilidir. Hurda malzemeler genellikle cam metal, kağıt ve plastikten oluşmakta ve kullanıcıların talep ettikleri spesifikasyonlara sahip olmadıkları takdirde ekonomik değer taşımamaktadır.

Bu tür atıklar hemen hemen tek kullanımdan sonra oluşurlar. Yani kaynak eldesi açısından bir problem yoktur. Günümüz teknolojisi ile bu atıkların %80'i geri dönüştürülebilmekte ve hatta artan talep ve uygun teknolojilerle cam üretiminin ikincil

hammaddesi olan cam kırığının payı girdi içinde %100'e ulaşabilmektedir (Dalmijn, 1986). Yani cam ambalaj kuramsal olarak sonsuz kez geri dönüştürülebilir bir malzeme olarak, birincil hammadde katılmasına gerek olmadan kullanılabilir.

Günümüzde atıkların yeniden değerlendirilmesiyle aşağıdaki faydalar sağlanmaktadır (Alyanak, 1992):

- Enerji ve hammadde kaynaklarından tasarruf edilmektedir,
- Bertaraf edilecek atık miktarı azaldığından daha az depolama hacmi ve daha az atık sahası gerekmektedir,
- Üretim sırasındaki emisyon ve deşarj yüksek oranda düştüğünden çevre kirlenmesi önemli oranda azalmaktadır.

2. CAM AMBALAJ ATIKLARININ GERİ KAZANIMI

2.1 Cam Üretim Tarihçesi

Cam insanlık tarihi kadar eski bir maddedir. Geçmiş 5000 yıl önce Mezopotamya ve Mısır'a kadar ulaşır. XI. yy başlarına doğru Haçlı Seferleri'nin etkisi ile Suriye kaynaklı olarak Venedik'te Murano adasında cam imalatı gelişmiştir. Bundan sonra cam endüstrisinin gelişmesi çok hızlı olmuştur. XVI; yy'da cam vitray sanatı geliştirilmiş, XVII. yy'ın sonlarına doğru "flint" (günümüzde en çok kullanılan renksiz cam) gibi özel camlar yapılmış, XIX. yy da optik cam keşfedilmiştir. I. Dünya Savaşı sonrasında cam sanayinin gelişmesi hızlanmış ve yeni cam teknolojileri ortaya çıkmıştır (Arslan, 1998).

Türk camcılığı, klasik camın merkezi olan Suriye'nin toprakları içinde bulunuşu nedeniyle Selçuklu ve Osmanlı dönemine dayanmaktadır. Türkiye'de modern anlamda ilk cam fabrikası Cumhuriyet devrinde kurulmuştur. 1935 yılında Paşabahçe Cam Sanayi kurulmuş ve aynı yılın sonunda da Paşabahçe Fabrikası işletmeye alınmıştır. Günümüzdeki cam sanayi bu fabrika kökenli olarak gelişmiştir. Günümüzde otuzun üzerinde şirket ve fabrikaya sahip olan bu müesseseler, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. olarak işlevini sürdürmektedir. Örneğin; ilk düz camı üreten Çayırova Fabrikası 1961'de, ısıya dayanıklı laboratuvar ve ev gereçleri üreten Teknik Cam 1968'de, sınav kapları üreten Topkapı Fabrikası 1969'da, renksiz ve renkli düz cam üreten Trakya Cam 1981'de, ev eşyaları üreten Kırıkkale Fabrikası

1984'de kurularak gelişmelere öncülük etmiştir. Ayrıca Şişecam, Türkiye'deki araştırmaların önemli bir kısmını; cam teknolojisi araştırmalarının da tamamını yürütmektedir (Arslan, 1998).

Günümüzde cam birçok alanda kullanılmaktadır. Halen enerji ve doğal kaynakların geçmişe göre daha kıt olmasından dolayı cam malzemenin geri dönüşümü ekonomik ve etik açıdan gereklidir. Ayrıca, enerji ve doğal kaynakların çevrecilik açısından ele alınması cam endüstrisinde cam kırığına olan talep artışının başlıca sebebidir. Çevrenin korunması ve malzeme hazırlama işleminin verimli ve ucuz olarak yapılabilmesi cam geri dönüşümünün büyük desteği bulunmaktadır (Dalmijn, 1986).

15 yıl kadar önce başlayan cam kırığı hazırlama işlemlerindeki yüksek teknoloji gelişmeler halen devam etmekte olup, erişilen seviye günümüzde cam endüstrisinin talep ettiği kalitede ikincil hammadde hazırlayabilecek durumdadır. Önce de belirtildiği gibi günümüzde birçok cam ambalaj (şişe ve kavanoz) fabrikası yeşil cam üretiminde %80'in üzerinde cam kırığı kullanılmaktadır. Ayrıca günlük, haftalık hatta aylık periyotlarda %100 cam kırığı kullanan cam ambalaj fırınları bulunmaktadır.

2.2 Cam Üretimi

Cam, ışık geçirgenliği, dayanıklılığı, sıvılarla reaksiyona girmemesi (inert oluşu), ısıya karşı direnci, sıcakken şekillendirme kolaylığı, ısı değişimlerinden az etkilenmesi vb. sebeplerden dolayı günlük yaşamımızın pek çok alanında kullanılmaktadır.

2.2.1 Ana hammaddeler

Bunlar camın ana bileşimini oluşturan yani birincil hammadde ve cam kırığından oluşan harman denilen karışıma genellikle %1'in üzerinde giren bileşenlerdir. Birincil hammadde olarak kum, kuvarsit, kalker, dolomit, feldspat, soda, boraks, asit borik, kolemanit, potasyum karbonat ve ikincil hammadde olarak da cam kırığı bu grupta yer alır. Cam kırığına cam ambalaj üretiminin esas hammaddesi denilebilir. Çünkü girdide oransal olarak (en azından Batı Avrupa'da) birincil hammaddeyi geçmiştir. Üretimde %40-60 oranında cam kırığı ilavesi hem cam kalitesini artırmakta hem de maliyeti azaltmaktadır (Smith, 1976). Bu nedenle günümüzde cam kırığı artan bir miktarda üretimde

kullanılmaktadır. Ayrıca cam ambalajın kolayca geri dönüştürülebilir olması bu gelişmeye önemli bir ivme kazandırmıştır (Guttman, 1997).

Fırına beslenen harmanın %80'i cam kırığından oluştuğunda %20'lik bir ertitme enerjisi tasarrufu sağlar. Yani; her 1 ton cam kırığı, 1.2 ton birincil hammadde (kum, soda, kireçtaşı) tasarrufu sağlar. Ancak katışıklar bakımından çok «dar spesifikasyonların sağlanması gerektiğinden bu oranlarda çalışmak için yüksek kalitede cam kırığına ihtiyaç vardır

2.2.2 Yardıma hammaddeler

Genellikle harmanda %1'in altında yer almakta olup, camda istenen bazı özelliklerin elde edilmesi için kullanılırlar (Arslan, 1998).

2.3 Cam Ambalaj Üretiminde Cam Kırığı Kullanımı

Üretimde kullanılacak hurda camlar eğer fabrika içi kırık ise üretime katılmadan önce boyutları küçültülür. Bu kırılan camlara "cam kırığı" (CK) denir. Eğer cam üretiminde tüketim sonrası cam ambalaj atığı (CAA) kullanılacaksa bunlar; plastik, kağıt, metal ve seramik gibi malzeme katışıkları içermemeli, renklerine göre flint (renksiz cam), bal rengi ve yeşil olarak ayrılmalıdır. Cam kırığı hazırlama işlemlerinden sonra, tanklar ertitme işlemine hazırdır. Sektörde böylece elde edilen ikincil hammaddeye fırına hazır cam kırığı (FHCK) denir. Cam kırıklarının ertitme sıcaklığı ve süresi birincil kaynaklara (kum, kireç ve soda) göre daha düşük ve kısa olduğundan cam kırığı ile üretimde %20'nin üzerinde hammadde ve enerji -tasarrufu sağlanabilmektedir. Ayrıca soda ve kireçtaşının karbonat olması bunların ertitme sırasında dekompoze olmasına neden olmakta ve CO2 gazı açığa çıkmaktadır. Oysa CK kullanımında böyle bir durum oluşmadığından hem sera gazı emisyonu söz konusu olmamakta hem de 1.2 ton yerine 1 ton girdi yeterli olmaktadır.

Atık camlar ya da cam kırıkları, ertitme işleminin yapılacağı fırına harmanın içine katılarak beslenir. Cam kırıklarının saflığı, birincil hammaddenin saflığı kadar önemlidir. Eğer birincil hammaddenin manyetik ayırımı iyi yapılmamış ise cam kırıkları birincil hammaddeye göre daha yüksek oranda demir içerebilir. Bu da ürünün kalitesini renk bakımından olumsuz yönde etkiler.

Genel kural olarak; üretimde kullanılacak her %10'luk cam kırığı ilavesi, enerji sarfiyatını %2-3 oranında düşürmektedir. Buna karşın üretim için hazırlanan kompozisyona %60'dan fazla cam kırığı ilave edildiğinde bu durum geçersiz olabilir. Cam kırığının ön ısıtılması potansiyel enerji sarfiyatını azaltır. Bu tür sistemlerde ön ısıtmada cam kırıkları 400 °C'nin üzerinde ısıtılır. Cam kırıkları, fırına şarj işlemi yapılmadan hemen önce ilave edilir. Harmana büyük miktarlarda cam kırıkları katmak gerekirse harmanla birlikte ön ısıtma yapmak da mümkündür (Clasen, 1989).

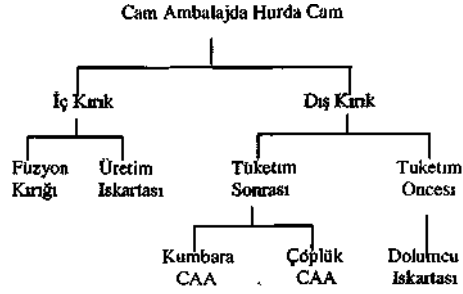
Günümüzde fırına hazır cam kırığı kalitesinin yükseltilmesi çalışmalarına katışık ve kirliliklerin uzaklaştırılmasının yanında ince tane fraksiyonların pulverize edilmesi yoluyla da çözüm bulunmuştur. Bu yolla elde edilen cam tozu başta taş olmak üzere birçok cam hatasını elimine eder ve kullanılan fırının ömrünü artırır (Guttman, 1997). Ancak öğütme işleminin yüksek maliyetli oluşu bu alanda yaygınlaşma olmamasının en önemli nedenidir.

Özetlemek gerekirse hammadde olarak ikincil kaynakların kullanılması durumunda aşağıdaki olumluluklar sağlanır:

- Oransal olarak hava kirliliğinde %20, su kirliliğinde %50'lik bir azalma görülür,
- Geri dönüştürülen her 1 ton cam 1.2 ton birincil hammadde tasarrufu sağlar,
- Ortaya çıkan atık miktarı ve buna bağlı olarak da atık depolama saha gereksinimi azalır,
- 1 ton cam kırığının ertitilmesi için gereken enerji 1 ton hammaddenin ertitilmesi için gereken enerjiden %25-30 oranında daha az olduğundan bu oranda enerjiden tasarruf sağlanır,
- Cam kırığının teorik olarak sonsuz kez geri dönüştürülebilir olması da önemli bir diğer avantajdır (Anon, -).

2.3.1 Cam Kırığı Kaynakları

Cam kırığı kaynakları (hurda camlar) en başta işletme içi ve dışı kırıklar olmak üzere iki ana başlık altında toplanır. Dış kırığa ekolojik kırık da denir. Sınıflandırma Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Cam kırığı kaynakları şeması.

Şekil Fden görüleceği gibi başlıca kaynaklar şunlardır:

- Kentsel atıklar (cam ambalaj atıkları halinde),
- Füzyon atığı camlar ya da tamirdeki fırınların camları,
- İmalat makinelerinden çıkan iskarta cam kırıkları,
- Soğutma sonunda ayrılaa iskarta cam tankları,
- Ambar kırıkları (iç kırık),
- Dolumculardan gelen iskarta cam kırıkları,
- Kumbara kaynaklı cam ambalaj atıkları,
- Çöplük kaynaklı cam ambalaj atıklarıdır

2.3.2 Cam Kırığı Kullanımının Dezavantajları

Üretimde cam kırığının kullanılması ile elde edilen avantajlar olduğu gibi dezavantajlar da vardır. Bu dezavantajlara bakıldığında şu hususlar göze çarpar (Smith, 1976):

- Cam kırığı kullanımının başlıca dezavantajı; cam üreticilerinin kendi ürettikleri kompozisyondaki camları kullanmak istemeleridir. Çünkü istenmeyen bileşenlerin; özellikle demir ve alüminyum gibi metallerin normal üstü varlığı ve bunların harmana katılması sadece üretilen cama değil aynı zamanda fırına da olumsuz etki yapabilir.
- Cam ambalaj atığı bol ve ucuz olmasına rağmen, toplama, ayırma, hazırlama ve depolama yerlerinden cam ambalaj üretim tesislerine nakliyatı maliyeti çok artırır. Cam kırığı; düşük ekonomik değeri olan hurda cam olarak tanımlanmakta ve geri dönüşümü için çevreci ekonomik özendirilmelere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Kaynağında ayrı olarak toplanan cam malzeme cam ambalaj üretiminde bazı sorunlara yol açabilir. Bunların başında; malzemenin taşlı ve

uygun boyut dağılımında olmaması, metal katışıklarının üst sınır değerlerini aşması gelmektedir. Bu nedenle hazırlama işlemlerinin yapılması gerekmektedir.

2.4 Üretimde Kullanılan Cam Kırıklarında Aranılan Özellikler

Harmanın ergimesini etkileyen faktörler incelendiğinde fırına katılma şeklinin yanı sıra;

- tane boyut dağılımı ve
- bileşen ve kimyasal kompozisyon

belirleyici bir rol oynamaktadır.

Yani cam kırığının fırınlarda ticari olarak kullanılabilmesi için kimyasal kompozisyonu açısından uygun, flint, bal ve yeşil gibi renk ayırımı yapılmış, kirliliklerden, organik ve metalik katışıklardan arındırılmış, uygun şekilde boyutlandırılmış olmalıdır.

Çizelge 1. FEVE* standartları.

Katışıklar	Sınır Değeri (g/t)
Organikler (plastik, kağıt, mantar, deri, lastik)	600**
Anorganikler (taş, seramik, porselen, refrakter)	50
Manyetik metaller	5
Nonmanyetik metaller (alüminyum kapaklar, ringler)	5
Ağır metaller	-
Tane Boyutu (tavsiye edilen)	<50mm < 5 mm max %5
Nem	<%3

* Fédération Européenne du Verre d'Emballage

** Plastikler 100g/t

Cam üretiminde cam kırığı kullanımının artışına paralel olarak, fırına en uygun özeEikte cam kırığı hazırlayabilen tesisler artık yaygın bir biçimde kurulmaktadır. Çizelge 1'de cam endüstrisinin talep ettiği cam kırığı spesifikasyonları görülmektedir.

Bu standartlar, cam kırığının ergimiş camın kalitesini bozmaksızın harmana katılacak miktarı önemli oranda artırabilmek için Cam Ambalaj Üreticileri Avrupa Birliği (FEVE) tarafından önerilmektedir.

Diğer taraftan bileşiminin farklı olması nedeniyle soda-kireç camına (ambalaj camı) katılması mümkün olmayan cam türleri şunlardır (Anon, -):

- Isıya dayanıklı camlar,
borosilikat cam (sert cam)
laboratuvar camı
mikroskop camı
- Renklendirilmiş düz cam (pencere camı)
- Otomotiv camı
- TV tüpü camı

2.5 Fırına Hazır Cam Kırığı Hazırlama Kapasiteleri ve Süreci

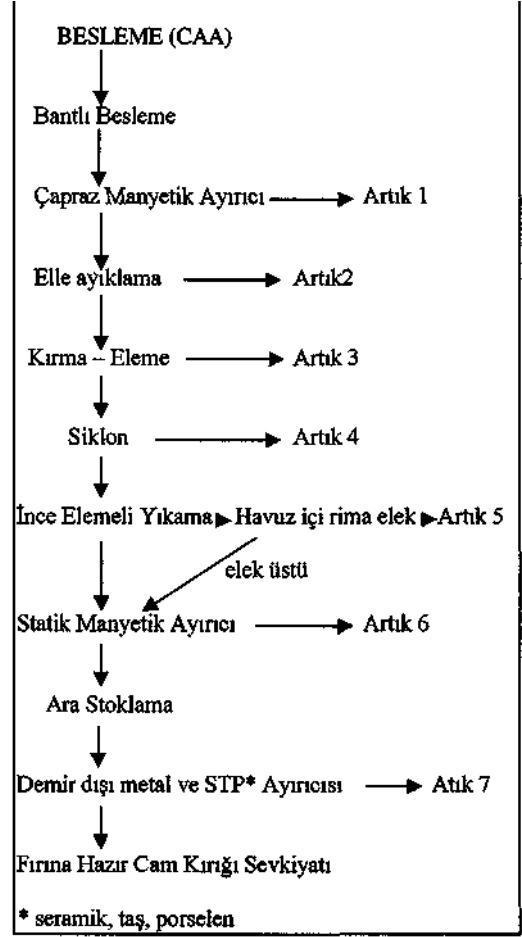
Tesis kapasitelerinin Batı Avrupa'da 250 000 ton/yıl düzeyine ulaşmış olmasına karşın Türkiye'de mevcut beş tesis içinde üç vardiyalı çalışma düzeninde 50 000 ton/yıllık değer ile Çayırova Cam Kırığı Tesisi en yüksek kapasiteye sahiptir. Diğer tesisler 4-8 ton/h'lik fırına hazır cam kırığı çıktısı sağlayacak düzeydedir.

Belirtildiği gibi tüketim sonrası toplanmış cam ambalaj atıkları genellikle demir ve demir dışı metal malzemeden kapaklar, taş parçaları, plastik kapak, folyolar, kağıt etiketler vb. katışıklar içerdiğinden doğrudan cam ambalaj üretiminde kullanıma uygun değildir. Cam endüstrisinin talebini karşılamak için cam kırığı kirlilik ve katışıklardan arındırılmak üzere hazırlama tesislerinden yararlanılır. Şekil 2'de Şişecam Çayırova Cam Kırığı Tesisi'ne ait akım şeması görülmektedir. Bu tesislerde genel olarak cevher hazırlama tekniklerinden yararlanan dört ana ayırma grubu işlemler uygulanır. Bu ayırma işlemleri:

- Elle ayıklama,
- Mekanik, manyetik, pnömatik ayırma,
- Yıkamalı, ince elemeli ayırma,
- Otomatik ayırma.

Manyetik Ayırma

Stok sahasındaki atıklar beleme bandı ile ayırma bandına aktarılır Manyetik ayırıcı bu bantın üzerinde durur, çapraz olarak hareket eden mıknatıs bandı vasıtasıyla serbest demir parçaları uzaklaştırılır. Cam ambalaj atıkları içindeki demirden malzeme ayrılmaz ise flint cam limit dışı yeşilimsileştirdiğinden renk kalitesi düşer



Şekil 2. Şişecam Çayırova Cam Kırığı Tesisi akım şeması.

Elle Ayıklama

Banttaki iri parçalı kağıt, plastik, taş, seramik, porselen, farklı renkteki cam parçaları vb. katışıklar elle ayıklama (tavuklama) ile uzaklaştırılırlar. Özellikle iri taş ve seramik parçalar bu aşamada kolaylıkla ayrılır.

Kırma

Kırıcı seçiminin uygun cam kırığı eldesinde önemi büyüktür. Çünkü tane boyutu fırının enerji sarfiyatında oldukça etkilidir. Genelde çekiçli kırıcılar kullanılır ve çıkış açıklığı ortalama 10-25 mm'dir. Kırma işlemi ile CAA'nın parçalanarak katışıklardan serbestleşmesi sağlanır.

Son zamanlarda çeneli ve tambur kırıcıdan oluşan ikili kombinezon ile %15-20'ler düzeyindeki istenmeyen ince fraksiyon oranının kolayca %5'in altına düşürülmesi sağlanmıştır.

Titreşimli Eleme

Kırıcıdan çıkan ürün elenerek, +40 mm ve -5 mm'lık tane fraksiyonları üründen ayrılır. İnce fraksiyon uygun kalitede ise paçal yapılarak firma verilebilir. Kalite düşük ise artık olarak çöpe atılır. İri fraksiyon kırma devresine boyut küçültme için geri beslenir.

Pnömatik Ayırma

Siklon, cam kırığı içerisindeki mantar, plastik kapaklar, metal ve folyo (kalay ve alüminyumdan) ile kağıt etiket parçaları gibi hafif katışıkları uzaklaştırmak için kullanılır.

İnce Elemeli Tamburda Yıkama

Sisteme beslenen malzeme sadece kumbaralardan geliyorsa bu işleme gerek olmayabilir. Ancak çöplük camı ise kullanılmalıdır. Böylece toz, toprak ve çamurdan ileri gelen kirliliklerin su ile yıkanarak uzaklaştırılması sağlanır.

Otomatik Demir Dışı Metal Ayırma

Demir dışı metallere (kalay ve alüminyum gibi) yapılmış küçük ring ve folyo parçalar bu aşamada ayrılır.

Otomatik Opak Malzeme Ayırma

Camın ışık geçirgenliği özelliğinden hareketle, kızılötesi ışın kullanılarak porselen, taş, plastik vb. opak malzemelerin cam kırığından ayrılması sağlanır (Clasen, 1989). Şimdilerde ışın yerine sayısal görüntü işleme kameralarının kullanılması ile hem ayırma randımanı artırılmış hem de renk ayrımı aynı üniteye gerçekleştirilebilir olmuştur.

2.6 Otomatik Ayırma Donanımlarında Gelişmeler

Avrupa'da cam kırığı üretiminde kullanılmakta olan teknolojilerin gelişmesi genel olarak değerlendirildiğinde şu aşamalar gözlenir:

- 70'lenn başından 80'lere dek çoğu iç kırık çok azı da temiz dış kırık olan cam kırığı girdisi kullanılmakta olduğundan kırma ve yıkama gerekli kalite düzeyi için yeterliydi.
- 80'lenn başından itibaren dış kırık artışı ile birlikte gerekli kalite için elle ayıklama devreye sokulmuştur.

- 80'lerin ortasında hızla artmaya başlayan dış kırık metal ayırma işlemine başvurulmasını gerekli kılmıştır.
- 90'ların başından itibaren ise artık cam kırığı birincil hammaddeye göre esas girdi haline geldiğinden taş, seramik, porselen (TSP) gibi opak katışıkları ayrılması kaçınılmaz olmuştur. Bunun sonucu olarak da TSP separatörleri hazırlama sürecinin standart üniteleri haline gelmiştir.

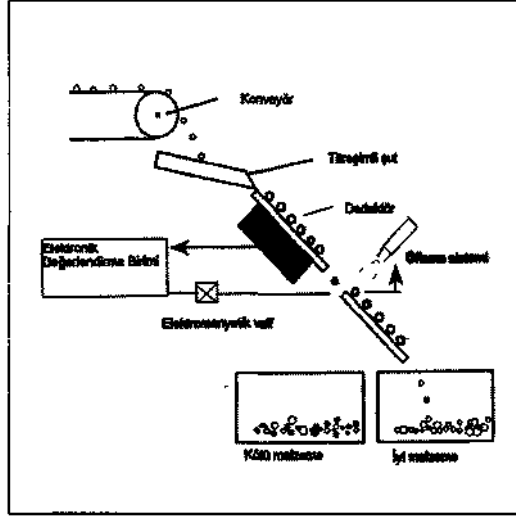
Günümüzde renk ayrımının otomatik olarak yapılmaya başlaması ile teknolojik seviye, tam otomatik hazırlama tesisi aşamasına gelmiştir.

Cam kırığındaki diğer malzeme katışıkları etkisiyle cam ambalaj ürününde meydana gelmekte olan iskarta, harmandaki cam kırığı oranı paralelinde arttığından, Batı Avrupa'da cam kırığının şişe fırınlarında girdi olarak kullanımında büyük bir artış meydana gelmiştir. Bu da fırına hazır olma ölçütlerinin sıkıştırılması gereğini doğurmuştur. Sonuçta piyasada üç kalite derecesini ifade eden spesifikasyonlar geçerli olmuştur. Sadece elle ayıklama ile manyetik ve mekanik ayırma işlemleri ile yapılmakta olan hazırlama süreçlerinden geçen cam ambalaj atıklar üçüncü derecede kalitede fırına hazır cam kırığı (FHCK) ortaya çıkarabilmektedir. Oysa ilaveten otomatik ayırma ile donanmış tesislerde otomatik ayırma düzeyine göre kolaylıkla birinci ve ikinci derece FHCK üretimi gerçekleştirilmektedir. Otomatik ayırma donanımları opto, elektro, pnömo, mekano yapısal özellikleri olan üniteler olup son zamanlarda mikroçipli görüntü işleme sürecinden de yararlanmaya başlamış olan ileri teknoloji donanımlardır. Bu tür makinalara bir örnek olarak S+S Metallsuchgeraete und Recyclingtechnik GmbH'nin ünitesi Şekil 3'de gösterilmiştir.

Otomatik Ayırma Donanımlarının Çalışma İlkeleri

Demirli ve demir dışı metallere, taş, seramik ve porselenler ile renk ayrımı aynı donanımda yapılabilmektedir. Arıtılması gereken cam kırığı bir bant konveyörle vibrasyonlu oluğa beslenir. Bu oluk vasıtasıyla malzemeler eğimli tarama alanının üzerinden akar. Tek tabaka halindeki malzeme eğik cam yüzeyinden akarken bir dedektör tarafından taranır. Kontrol ünitesindeki mikroçipler geçer geçmez parçaları belirleyip, opak malzemeyi bir üfleme mekanizması vasıtasıyla camdan ayırır.

dedeksiyon için lazer veya enfraruj ışınları kullanılmaktadır.



Şekil 3. S+S metal ve kirlilik separatörü (Anon, 1995).

2.7 Atık Camların Yeni Kullanım Alanları

Dünyada uzun bir süredir hurda camlar, inşaat sektöründe kullanım alanı bulmuştur. Bu kullanım alanlarının ilki ve en önemlisi, tuğla veya beton parçalarının hurda camlarla karıştırılmasıyla üretilen bina panelidir. Cam dolgulu bina panelleri darbeye dayanıklı ve düşük su adsorpsiyonuna sahiptir. Cam yünü ve zımpara üretiminde de artan bir biçimde talep vardır (Smith, 1976).

Türkiye'de ise özellikle düz cam kırıkları binalarda dış yüzey kaplama malzemesi olan cam mozaik halinde kullanılmaktadır.

3. TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA CAM GERİ DÖNÜŞÜMÜ

3.1 Türkiye'de Durum

Türkiye son yıllarda hızla bir tüketim toplumu haline gelmiştir. Artan tüketime paralel olarak oluşan atıklarda da (özellikle ambalaj atıkları) büyük oranda bir artış gözlenmektedir. Türkiye'de üretilen camlar; ambalaj camı, düz cam, züccaciye ve elyaf camıdır.

Bunların içinde en büyük miktarı %35 ile ambalaj camı alır. Her bir cam üretim sırasında geri kazanılabilmektedir. Ancak tüketim sonrası geri kazanım sadece cam ambalajda mümkün olmaktadır. Toplamda henüz cam şişe kumbara sisteminin yaygınlaşmamış olması cam ambalaj atıklarının üçte iki oranında şehir çöplüklerinden temin edilmesine neden olmaktadır. Buralarda kazmacı tabir edilen toplayıcılar tarafından çuvallara doldurulan atıklar daha sonra hurdacılar, oradan da işleme tesislerine gelmektedir. Ülkemizde cam ambalaj atıklarının geri kazanımı, Şişecam Ambalaj Grubu'na bağlı Çayırova ve Mersin Cam Kırığı Tesisleri ile Gruba bağlı çalışan üç özel tesiste gerçekleştirilmektedir.

1986 yılında İstanbul'da başlayan kaldırım kenarı toplama bugün Ankara, İzmir, Bursa, Adana, Mersin, izmit ve Antalya büyükşehir belediyelerine dek genişlemiştir. Ayrıca Ege, Akdeniz ve Kocaeli Belediyeler Birliği kapsamındaki birçok belediye sınırları içine de cam şişe kumbarası konulmuştur. 2000 adeti geçen kumbaralarla yılda toplanan cam ambalaj atığı miktarı 4000 tonu geçmektedir.

Önemli miktarda yatırıma rağmen kumbaralar aracılığıyla CAA toplanması yıllık cam geri dönüşümünün %10'una varabilmektedir. Kumbara performansları Batı Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında, bu ülkelerde 5-10 kat daha yüksek dolma verimliliği elde edilmektedir. Bunun tek sebebi; halkın gönüllülük esasına dayalı bu faaliyete olan katılım düzeyinin düşüklüğüdür. Bu durumun giderilmesi için de son dönemde eğitim ve tanıtım çalışmaları giderek artırılmaktadır.

Ancak ekonomiye katkısı yönüyle konu incelendiğinde, cam ambalaj geri dönüşümünde ilk küçük adımların atıldığı 1970'lerin başından 1998 yılı sonuna kadar 550 bin ton cam ambalaj atığının yeniden şişe haline getirildiği görülmüştür. Böylece iki milyar adedin üzerinde şişe ile ifade edilen bu değerle doğal kaynaklarda 1998 fiyatları ile 500 milyar TL'lik bir milyon ton'a yakın hammadde tasarrufu sağlanmış, bu mertebede de doğal çevre korunmuştur. Çizelge 2'de geri kazanılabilir atık maddeler içindeki cam miktarları görülmektedir.

Çizelge 2.11lere göre geri kazanılabilir maddeler içinde cam miktarı, (DİE, 1993).

İller	Temmuz (ton/ay)	Aralık (ton/ay)
Adana	4.69	23.07
Ankara	12.52	16.41
Bursa	22.18	30.23
Diyarbakır	8.00	29.06
Gaziantep	21.01	15.71
İskenderun	25.79	24.23
İstanbul	15.91	15.70
İzmir	24.70	23.65
Kayseri	8.80	12.34
Konya	12.88	21.16
Samsun	16.73	31.22

3.2 Dünyada Durum

Batı Avrupa'da 1989 ve 1996 yılları arasında toplanan camların geri kazanım oranlarının giderek arttığı gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3.1989 ve 1996 yılı Avrupa cam geri kazanım oranları (Anon, 1997).

Yıllar	1989		1996	
	Miktar (1000 ton)	Ulusal Geri Kazanım Oranı (%)	Miktar (1000 ton)	Ulusal Geri Kazanım Oranı (%)
Avusturya	98	39	216	88
Belçika	140	44	222	75
Danimarka	33	32	126	70
Finlandiya	-	-	32	62
Fransa	700	28	1.500	52
Almanya	1.300	37	2.737	79
Yunanistan	-	-	40	26
Manda	7	8	36	38
İtalya	600	26	750	34
Hollanda	245	48	375	82
Norveç	-	-	46	76
Portekiz	27	13	117	44
İspanya	232	20	521	37
İsviçre	-	-	134	76
İsviçre	155	46	283	91
İngiltere	228	14	441	23
Türkiye	-	-	72	20*
Toplam	3.340	29 (ortalama)	7.648	57 (ortalama)

*Geri dönüşüm oranı

3.2.1 Almanya

1972'de Federal Almanya'da atık depolama yasasının sonucu olarak toplanan ve yeniden üretime sokulan camlar 1973'den 1978'e kadar 60.000 ton'dan 400 000 ton'a ulaşmıştır. Bunun sebeplerinden biri de

1973'deki petrol krizinden dolayı enerji fiyatlarındaki artıştır. Almanya'da 1975 ve 1989 yılları arasında cam kırığı hazırlama teknolojisindeki gelişmeler devam etmiştir. 1990 yılında geri kazanılan cam miktarı 1.5 milyon ton olurken 1990'ların sonuna doğru 2.5-3 milyon ton düzeyine ulaşmıştır.

3.2.2 Hollanda

Hollanda'da geri kazanım, 1921'de Maltha Firması'nca kurulan tesis ile başlar. 1930'larda atık cam ticaretine başlayan şirket 1956'da atık camı ayırmaya ve yıkamaya başlamıştır. 1989'da kumbaralarda biriken cam miktarı yılda 205.000 ton olmuştur (Clasen, 1989).

3.2.3 İngiltere

Geri kazanılan camların ortalama %25'i şişelerdir. Kullanılan şişelerin en az %60'ı yeşil renktedir. Bazen bu oran %90'a da varmıştır. Cam kumbaraları ilk defa 1977'de kullanılmaya başlanmıştır. 1986'da hükümetin aldığı kararla dört yıl içerisinde cam kumbaraların sayısı 2500'den 5000'e, 1990'dan 1995'e kadar 10.000'e çıkmıştır. Günümüzde ise bu rakam, 22.000'e ulaşmıştır ve her 2800 kişiye 1 kumbara düşmektedir, İngiltere'de geri dönüştürülen cam kırığı miktarı yıllık 450.000 ton'a ulaşmıştır (Anon, 1997).

3.2.4 ABD

ABD'nin cam geri dönüşüm oranına bakıldığında Batı Avrupa'da %50'yi aşan düzeye rağmen %25-30'luk bir düzeyin sürdürülebildiği görülmektedir. Bunun sebeplerinin başında Amerikalıların çevreye karşı duyarlılıkları gösterilebilir. Ayrıca geniş bir coğrafya da etkendir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğa ve çevre ile ilgili diğer konular da dahil olmak üzere cam geri dönüşümü konusundaki düşünce, felsefe ve yaklaşımı hazırlayan olay ve olgular yeryüzünde yaratılmış maddi varlığın dörtte birinin yok olduğu E. Dünya Savaşı'na kadar uzanmaktadır. Savaş sonrası tahribatın telafisi ve hızlı kalkınma çabaları doğal kaynak kullanımını aşırı artırmıştır. Bu durum hem UNESCO Teşkilatı'nın insan ve çevresi araştırmalarına yönelik Stokholm Konferansları'nın verilmesine ve 1973'de de Roma Kulübü'nün

tanınmış raporu Büyümenin Sınırları'nın hazırlanmasına yol açmıştır.

5. KAYNAKLAR

Yapılan araştırma ve bilinçlendirme çalışmaları insanoğlunun ihtiyaçlarının sınırsız, buna karşılık doğal kaynakların sınırlı olduğu şeklindeki tespiti ortaya çıkarmıştır. Bu felsefe ve düşüncelerle ulaşılan temel yaklaşım doğanın korunmasının esas olduğu yönünde olup, bu bağlamda ortaya çıkan tüm ana politikalar şimdiye dek yürütüldüğü gibi doğa ile çatışma ve doğayı sömürme yerine, çabaların doğa ile uzlaşma ve doğayı geliştirme yönünde olması şeklinde belirmiştir. Yenilenemeyen doğal kaynaklardan tasarruf etmenin yolları her tür madde ve enerji kullanımının kaynağa azaltılması ile başta ambalaj malzemeleri olmak üzere atık haline gelmiş malzemenin malzeme ve enerji şeklinde geri kazanılmasıdır. Bu kapsamda diğer ambalaj malzemelerinin yanı sıra cam malzemesinin geri kazanılarak üretimde ikincil malzeme olarak hammadde yerine kullanılması bu alandaki önemli öncelikler arasında en başta gelenidir.

Bu doğrultuda 1970'lerin başından itibaren Türkiye'deki Şişecam tarafından yürütülen geri dönüşüm faaliyetleri 90'lı yılların ortasından itibaren yeni bir strateji ile mümkün olan en yüksek miktarda ekolojik cam kırığı kullanımı vizyonu doğrultusunda ortaya konmuştur. Bu vizyon gerçekleştirilecek yatırımlarla cam geri dönüşüm lojistiğinin gelişmesini etkileyen iki kanaldan kumbara kanalının yaygınlaştırılması yönünde 2300 adet olan kumbara sayısının 2001 yılı sonuna kadar 4000 yeni ilave ile 6300 adede çıkartılmasını öngörmektedir.

Tüm bu çalışmaların yanı sıra cam geri dönüşümünü artırmada en önemli etkenin malzeme geri dönüşümüne dahil olan toplumsal faktörlerin kendine düşen görev ve sorumluluklarını yerine getirmesi olduğundan, merkezi yönetim, yerel yönetimler, dolmuşlar, atık oluşturucu kentli ve çevre ile ilgili sivil toplum kuruluşları, üniversiteler kendi katkı ve işbirliklerini ortaya koymak zorundadır. Merkezi yönetim, özellikle T.C. Çevre Bakanlığı, 30^10 bin ton/yıl çevresinde canı ambalaj atığının gömülmesine neden olan sıhhi depolama uygulaması yapan belediyelerin transfer istasyonlarına en kısa zamanda malzeme geri kazanım birimlerinin eklenmesini sağlamalıdır

- Alyanak, I. (1992) Tehlikeli ve zararlı atıkların yönetimi ve teknik önlemler. *Tehlikeli ve Toksik Atıkların Yönetimi Bildiriler Kitabı (ed. Kara)*, Eskişehir, s.47-65.
- Anon (—) Glass recycling. *Hazardous Waste Disposal Guide*, Oregon State University.
- Anon (1991) Optical sorting for stones, ceramics and porcelain. *Glass International*, pp.38.
- Anon (1995) New dimensions in cullet processing. *Glass Production Tech. Int.*, pp.39-41.
- Anon (1997) European glass recycling in 1996. *Glastech. Ber. Glass Sei. Techc*, Vol.70, No.12, pp.392.
- Arslan, A. (1998) *Cam Sektöründe Kaliteye Etkiyen Faktörler*. Diploma Çalışması, ZKÜ Müh. Fak., Zonguldak, 168 s.
- Clasen, G.A. (1989) Recycling development and technology update. *Glass*, pp.217-220.
- D.İ.E. (1993) İstatistik verileri.
- Dalmijn, W.L. (1986) Glass recycling possibilities and limitations. *Glass International*, pp.51-56.
- Gülhan, M. (1998) *Atık Camların Geri Kazanımı*. Yüksek Müh. Tezi, H.Ü.F.B.E., Ankara, 62 s.
- Guttman, P.F. (1997) Raw materials for primary glass manufacture. *Ceram. Eng. Sei. Proc*, Vol.18, No.1, pp.66-75.
- Smith, P. I. S. (1976) *Recycling Waste*. Scientific pub. Ltd.
- Zanbak, C. ve Tugal, LB. (1997) *Tehlikeli Atıkların Yönetimi-Ulusal Çevre Eylem Planı*. Devlet Planlama Teşkilatı.