

CAM SEKTÖRÜNDE SERA GAZI EMİSYONLARININ AZALTIMI İÇİN UYGULANABİLECEK MEVCUT EN İYİ TEKNOLOJİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şeyma KARAHAN ^{1(*)}, Kumru RENDE¹, Bilgin HİLMİOĞLU¹

¹TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze/ Kocaeli

ÖZET

Kaynakların giderek azalması, maliyetlerin artarak rekabet gücünün zayıflaması, emisyon kotaları, çevre sorunları ve özellikle iklim değişikliği kapsamında uluslararası yaptırımlar ve düzenlemeler; sanayi işletmelerinin alternatif üretim metotlarını ve mevcut en iyi teknikleri uygulamasını zorunlu kılmaktadır. Bilindiği üzere, imalat sanayi küresel emisyonların büyük bir kısmına neden olmakta olup sektörde kullanılan enerji büyük oranda sınırlı bir kaynak olan ve sera etkisi yüksek olan fosil yakıtlardan sağlamaktadır.

2012 yılında Dünya genelinde salınan toplam sera gazı emisyonlarının %82'sinin enerji tüketimi kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Bu tüketimin %15'ine tekabül eden 4.161 Tg CO₂e sera gazı emisyonunun ise endüstriyel üretim ve inşaat sektörü kaynaklı olduğu bilinmektedir (TÜİK, 2015). Enerjiyi en çok tüketen imalat sanayi sektörlerinden biri cam sektörüdür. Bu çalışma kapsamında cam sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltımı amacıyla IPPC tarafından yayınlanan referans doküman, çeşitli tesislerde yapılan incelemeler sırasında elde edilen bilgiler ve literatürde yayınlanmış diğer çalışmalar derlenmiştir.

Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, ülkemizde, cam sektöründen kaynaklanan CO₂ emisyonlarının azaltılmasına yönelik alternatif yöntemlerin belirli oranlarda uygulandığı fakat halen sektörden kaynaklı CO₂ emisyonu azaltım potansiyeli bulunduğu öngörülmektedir. Atık/hurda camların proste yeniden kullanım oranını artırmak ve henüz araştırma aşamasında olan yöntemleri uygulanabilir kılmak amacıyla çeşitli yatırım teşvikleri, kredi destekleri, izin ve lisans kolaylıklarının sağlanması sektöre önemli ölçüde destek sağlayacaktır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

İklim değişikliği, cam sektörü, sera gazı emisyonları, mevcut en iyi teknikler

ABSTRACT

Industrial enterprises have to adopt alternative production methods and best available techniques due to reduction of resources, increasing costs, weakening competitiveness, emission quotas, environmental problems, international sanctions and regimes. As it is known, the manufacturing industry causes large proportion of global emissions. The energy mostly consumed in the sector is from fossil fuels, which are limited resources and have high greenhouse effect.

(*) seyma.karahan@tubitak.gov.tr

In 2012, it is determined that 82% of the total greenhouse gas emissions (GHG) released worldwide is from energy consumption. 4.161 Tg CO₂e emissions (correspond to 15% of this consumption) originate from industrial and construction sectors. The glass sector is one of the most energy intensive sectors. This study is compiled by using the reference document published by IPPC, obtaining data during technical onsite visits and other studies published in the literature.

When the results of the study are evaluated, it is envisaged that alternative methods for reducing CO₂ emissions from the glass sector in our country are applied at certain rates but there is still potential for CO₂ emission reduction from the sector. Investment incentives, credit support and licensing facilities will provide substantial support in order to increase the reuse rate of cullets and to make the methods that are still in research stage feasible.

Key Words: Climate change, glass sector, greenhouse gas emissions, best available techniques

1. GİRİŞ

Son yıllarda uluslararası platformda iklim değişikliği ile ilgili geliştirilen politikalar ve buna bağlı teknolojik önlemler/gelişmeler ülkemizde yakından takip edilmekte ve aktif olarak çalışmalarda yer almaktadır. Ülkemiz, 24 Mayıs 2004 tarihinde gelişmiş ülkelerle birlikte Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin (BMİDÇS) hem Ek-I hem de Ek-II listelerinde yer almıştır. Ayrıca Kyoto Protokolü'ne 26 Ağustos 2009 tarihinde taraf olmuştur.

Ülkemizin 2015 yılı toplam sera gazı emisyonu CO₂ eşdeğeri olarak 1990 yılına göre %122 artış göstererek 475,1 Mton (arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık hariç) olmuştur. Toplam emisyonların %71,6'sı enerji, %12,8'i endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %12,1'i tarımsal faaliyetler ve %3,6'sı atık sektöründen kaynaklanmaktadır.

“Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı” sektöründe endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı kaynaklı emisyonlar incelendiğinde en büyük payı çimento (%86,5) oluşturmakta olup cam sektörü toplam emisyonların %1,3'ünü oluşturmaktadır (TÜİK, 2017). 2015 yılı TÜİK verilerine göre “Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı” sektöründe açığa çıkan yakıt kaynaklı eşdeğer CO₂ emisyonu miktarı 37,7 Mton'dur. Sektör, yoğun şekilde enerji kullanımı sebebiyle sera gazı emisyonlarına katkısı açısından önemli sektörlerden biridir (UNFCCC, 2017).

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 2014 yılı Cam Sektör Raporu'na göre, sektör, ülke ekonomimiz açısından büyük önem taşımakta olup inşaat, otomotiv, enerji, beyaz eşya, gıda, içki, meşrubat, ilaç, kozmetik, turizm (lokanta, ikram dâhil), mobilya, boru, elektrik ve elektronik gibi birçok sektöre ve ev kesimine girdi veren ürünleriyle temel sanayi alanlarından biridir. Yüksek sabit sermaye yatırımı gerektiren cam sanayinde enerji kullanımı da yükündür. Ölçek ekonomileri, yüksek kapasite ile çalışma zorunluluğu yaratmaktadır.

Dünya cam sektörü, yılda ortalama % 2-4 büyümektedir. Toplam cam üretiminin de yaklaşık 140 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Üretimin %45'ini cam ambalaj, %37'sini düz cam, %4'ünü cam ev eşyası, %3'ünü cam elyaf ve %10'unu diğer camlar oluşturmaktadır. Üretimin

bölgelere dağılımı ise %34 Asya, %30 Avrupa, %29 ABD’de ve %7 diğer bölgelerdir (BSTB, 2014). AB-28 ülkelerinde ise 2016 yılı verilerine göre yaklaşık 34 milyon ton cam üretilmiş olup, bu üretimin %29’unu düz cam, %61’ini cam ambalaj, %4’ünü cam ev eşyası, %6’sını cam elyaf ve diğer camlar oluşturmuştur (Glass Alliance Europe, 2017).

Türkiye cam sektörü 1935 yılında 3kt kapasite ile üretime başlarken, bu değer 2014 yılında 3,12 Mt ve 2015 yılında 3,08 Mt seviyelerine ulaşmıştır (TÜİK, 2015). Başta Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. (Şişecam) en büyük üretici olmak üzere, Güral Cam, Marmara Cam, İzocam, Toprak Cam, Schott Orim, Yıldız Cam, Star Grup, Kutaş, Hatipoğlu Cam, Gürsan Cam, Olimpia, Başkent, Dora Cam gibi birçok firmanın faaliyet gösterdiği Türkiye cam sektörü 4,7 milyon ton/yıl üretim kapasitesi ile (Türkiye ve yurtdışı) dünyada önemli bir konuma sahiptir (BSTB, 2014).

Cam sektörü, üretim girdilerinin tamamına yakınına yurtiçinde sağlayan, sermaye ve enerji yoğun, aynı zamanda da yüksek kapasite ile çalışma zorunluluğu olan bir sektördür. Şişecam, kurulu 6 üretim tesisi ile Türkiye’deki en büyük cam ev eşyası üreten işletme durumundadır. Şişecam cam ev eşyasında Avrupa’da ikinci, dünyada üçüncü; düz camda Avrupa’da ikinci dünyada beşinci (5 üretim tesisi); cam ambalaj alanında ise dünyada ve Avrupa’da dördüncü durumdadır (4 üretim tesisi). Şişecam yurt dışında yaptığı girişimler ile de bölgede önemli bir güç haline gelmiştir (Şişecam, 2015). Ayrıca, ülkemizde sektörde farklı ölçeklerde birçok işletme de faaliyet göstermektedir.

2016 yılı toplam cam ve cam ürünleri ihracatı yaklaşık 954 milyon ABD Doları olup bu değer bir önceki yıla göre %8,5 azalmış, ithalat ise aynı seviyelerde kalmıştır. Türkiye cam sanayisinin en çok ihraç ettiği ürünler arasında sofa ve süs eşyası, düz cam ve fiberler bulunmaktadır. Tablo 1’de yıllar itibariyle cam ihracat ve ithalatı karşılaştırmalı olarak verilmektedir (ITC, 2017).

Tablo 1. Cam Sektörü Dış Ticareti (Bin \$) (ITC, 2017)

Yıl	İthalat	İhracaat	İhr/İth (%)
2012	643.240	955.747	149
2013	816.982	993.181	122
2014	877.176	1.063.084	121
2015	780.398	1.042.265	134
2016	799.351	953.816	119

Cam üretim prosesinde ergitme teknolojisi uygulandığından, cam ergitme fırınları sürekli olarak faaliyette olup bu durum üretimi kesintisiz hale getirmektedir. Türkiye’nin lokomotif sektörlerine girdi üreten cam sektörünün gelişimi; ürün yelpazesinin, katma değerli ürünlerin ve üretimde verimliliğin artırılmasına bağlıdır.

Cam sektöründe CO₂ emisyonları enerji tüketimi ve ham madde kullanımından açığa çıkmaktadır. Cam üretim prosesinde, enerji yoğun şekilde tüketilmekte olup özellikle ergitmede kullanılan enerji, toplam enerji ihtiyacının %75’inden fazlasını oluşturmaktadır. Ayrıca üretim esnasında kireçtaşı, dolomit ve soda külü gibi karbonatlı ham maddeler kullanıldığından üretim esnasında

kalsinasyon prosesi sonucu CO₂ emisyonları açığa çıkmaktadır. Cam üretiminin artması ile birlikte emisyon seviyelerinde de artış gözlenmektedir.

2. CO₂ EMİSYONLARININ AZALTILMASI İÇİN ALTERNATİF YÖNTEMLER

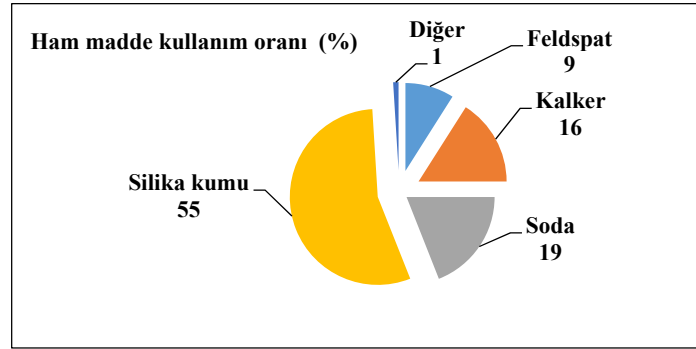
Cam sektörüne yönelik uygulanabilecek mevcut en iyi teknikler (MET) için 2001 yılında GLS-BREF olarak bilinen referans doküman yayımlanmış olup doküman 2013 yılında revize edilmiştir. Dokümanda belirli kabuller yapılmış olup çeşitli alan/konularda veri eksikliklerinin yapıldığı belirtilmektedir. Tablo 2'de mevcut en iyi teknikler özet halinde sunulmaktadır.

Tablo 2. Cam sektöründe mevcut en iyi teknikler (GLS-BREF, 2013; Koyuncu vd., 2015)

	İyileştirme Alanı	MET
ENERJİ TÜKETİMİNİN AZALTILMASI	Ergitme Teknikleri	Rejeneratif fırınlar (yüksek kapasite) <ul style="list-style-type: none"> • Arkadan ateşlemeli • Çapraz ateşlemeli Konvansiyonel reküperatif fırınlar (orta-düşük kapasite) Oksi-yakıt ergitme (orta-düşük kapasite) Elektrikle ergitme (orta-düşük kapasite, özel cam) Kombine fosil yakıt/elektrikle ergitme Kesikli hammadde ergitme Isı kaybını engellemek için fırın izolasyonu Yanma kontrol tekniklerinin uygulanması <ul style="list-style-type: none"> • Fırın sıcaklığı • Besleme miktarı • Hava akışı • Yakıt/hava oranını • Alevin vb. izlenmesi
	Yanma/Yakma Teknolojileri	Glas Flox yüksek sıcaklık yakma sistemi (yeni teknoloji) Oksi yakıtlı fırınlarda cam kırığı (Atık Cam Kullanımı) ve Yarı-Mamül Ön Isıtıcıları (yeni teknoloji) Daldırılmış Yanma/Ergitme Teknolojisi (yeni teknoloji)
	Atık Cam/Cam Kırığı Kullanılması	Proses esnasında hatalı üretim veya kalite kontrolden geçmeyen ürünlerin tekrar ergitilerek hammaddeye eklenmesi Atık camların toplanması
	Enerjinin Geri Kazanımı	Atık ısı kazanlarının kullanılması Rejeneratif veya reküperatif fırınların kullanılması Mümkün olduğunda kojenerasyon tesislerinden gelen güç ve buharın kullanılması Potansiyel atıkların yeniden kullanılması

2.1. Cam sektöründe alternatif ham madde kullanımı

Cam üretim prosesinde harman hazırlanmasında yaygın olarak temelde soda, kalsit, dolomit (kalsiyum karbonat, magnezyum karbonat), silika kumu ve feldspat kullanılmaktadır. Yardımcı ham maddeler olarak ise sodyum sülfat, krom, kömür, alüminyum trihidrat, vb. maddeler kullanılır. Cam ambalaj üretiminde kullanılan ham madde oranları Şekil 1'de sunulmaktadır.



Şekil 1. Cam ambalaj üretiminde kullanılan ham maddeler (Kovacec vd., 2011)

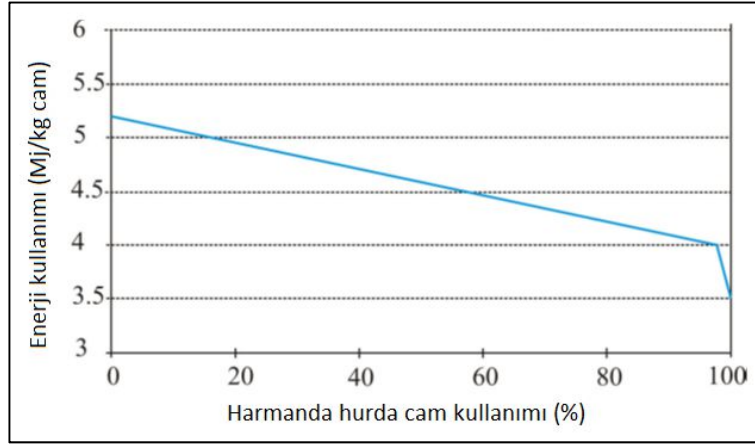
Cam üretim prosesinde ham madde olarak hurda cam da kullanılabilir. Avrupa Cam Ambalaj Federasyonu (FEVE) 2014 yılı verilerine göre AB28 ülkelerinde atık camların geri dönüşüm oranı %74 civarındadır. 2014 yılında Avrupa Birliğinde 11,6 milyon ton üzerinde atık camın geri dönüşümü sağlanmış olup toplanan atık camların büyük bir bölümü proseste geri kullanılmıştır. Böylece 12 milyon ton ham madde tasarrufu sağlanmış ve CO₂ emisyonlarında 7 milyon ton azalma olmuştur. Ülkemizde ise 2014 yılında atık camların geri dönüşüm oranı %14 civarındadır (FEVE, 2014). 24.08.2011 tarih ve 2805 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği”nde ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplanması konusunda; tüm kurumların yükümlülükleri açıkça ifade edilmektedir. Atık camların yıllık geri dönüşüm oranı her yıl artış gösterme olup bu oran 2020 yılında %60 olarak hedeflenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3 Atık cam yıllık geri kazanım hedefleri (%) (AAKY, 2011)

Yıllar	Cam
2016	52
2017	54
2018	56
2019	58
2020	60

Teorik hesaplara göre camın %100 olarak geri dönüşümü sağlanabildiğinden üretim prosesinde ham madde olarak %100 hurda cam kullanılabilir. Harmana eklenen hurda cam, fabrika içi döngüden veya fabrika dışındaki geri dönüşüm proseslerinden temin edilebilir. Ancak pratikte bu değerler; üretilmesi istenilen cam ambalajın kalitesi, fırın tasarımı ve renginden dolayı biraz daha düşüktür (Kovacec vd., 2011).

Hurda camın ergitilmesi için gerekli enerji miktarı; hurda camın kimyasal reaksiyonlarının tamamlanmış olması ve eşdeğer ham maddelere oranla daha düşük kütleyle (%20) sahip olması sebepleriyle daha azdır (BGMC, 2004; FEVE, 2017; GLS BREF, 2013; Kovacec vd., 2011). Bu nedenle harmanda hurda cam kullanımı, ergitme fırınında yakıt kullanım oranını düşürerek enerji tasarrufu da sağlar. Genel olarak fırın beslemesinde kullanılan her %10’luk ilave hurda cam, fırın enerji tüketimini %2,5-3,3 oranında düşürmektedir (Şekil 2). Aynı zamanda çevre kirliliğinin engellenmesine de katkı sağlanmaktadır.



Şekil 2. Harmanda hurda cam kullanımında enerji tüketimi (Kovacec vd., 2011)

Tablo 4'te 1 kg cam üretimi için gerekli enerji değerleri sunulmaktadır.

Tablo 4. Cam ambalaj üretiminde atık cam kullanımında elde edilen enerji tasarrufu (Kovacec vd; 2011)

Enerji Tüketim Türleri	(kJ/kg cam)
Normal harmanda soda-kireç-silika camının ergitilmesi için gerekli teorik ergitme enerjisi	2550
Harman ayrışma gazlarının enerji içeriği	176
Thermal duvar ve baca gazı kayıpları	2074
Cam ambalaj fırınında normal harman kullanımında toplam enerji tüketimi	4800
%100 atık cam kullanımında soda-kireç-silika camının ergitilmesi için gerekli teorik ergitme enerjisi	1750
Thermal duvar ve baca gazı kayıpları	1850
Cam ambalaj fırınında atık cam kullanımında toplam enerji tüketimi	3600
%100 atık cam kullanımında sağlanan tasarruf miktarı	1200

Çevresel etkiler açısından değerlendirildiğinde; yakıt kullanım oranının düşmesi ile birlikte, CO₂, SO_x ve NO_x ve PM emisyonlarında da azalma sağlanmaktadır. Bununla birlikte karbonat ve sülfür içeren ham maddelerin tüketimi de azaldığından cam oluşum reaksiyonu sırasında açığa çıkan CO₂ ve SO_x emisyonları da azaltılmış olur (BGMC, 2004; GLS BREF, 2013).

Özetle hurda cam kullanmanın baca gazı emisyonlarına etkileri aşağıda ifade edilmektedir.

- CO₂ emisyonlarında azalma; Daha az yakıt tüketimi ve harmanda daha az karbonatlı bileşikler
- NO_x emisyonlarında azalma; Daha düşük ergitme enerjisi ve sıcaklıklar
- SO_x emisyonlarında azalma; Daha az yakıt tüketimi ve harmanda daha az karbonatlı bileşikler
- Flor ve klor emisyonlarında azalma; Daha düşük sıcaklıklar (Kovacec vd., 2011)

2.2. Cam sektöründe atık ısının geri kazanımı

Atık ısının geri kazanımı tüm sektörlerde olduğu gibi cam sektöründe de önemli miktarda yakıt tasarrufu ve emisyon azaltımı sağlamaktadır.

Rejeneratif fırınlar. Mevcut en iyi teknikler arasında yer alan rejeneratif fırınlar, ülkemizde camın ergitilmesinde atık gazlardaki ısı enerjisinin, tutuşma öncesi havanın ön ısıtılması amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle hava ön ısıtma sıcaklığı (port sayısına bağlıdır) 1200-1350°C aralığında olup bazen 1400°C'ye kadar çıkabilmektedir. Rejeneratif fırınlar 2 farklı odaya sahip olup bir oda tutuşturma işleminden çıkan atık gazlarla ısıtılırken diğerinde gelen tutuşturma havasına ön ısıtma yapılır. (GLS BREF, 2013).

Rekuperatif fırın. Rekuperatif fırınlar daha çok düşük kapasiteli üretimler için uygun olmasına rağmen 400 ton/gün'e kadar büyük kapasiteli üretimler için de kullanılmaktadır. Rekuperatif fırınlar ülkemizde cam elyaf üretiminde kullanılmaktadır. Rekuperatör benzer şekilde genellikle daha küçük kapasiteli fırınlarda ısı geri kazanımı için kullanılır (GLS BREF, 2013).

Kojenerasyon sistemleri. Kojenerasyon sistemleri ile atık ısıdan elektrik veya sıcak su elde edilebilmektedir. Ülkemizde 1997-1998 yıllarında Şişecam A.Ş tarafından 55 MW kurulu gücünde 3 adet santral devreye alınmıştır. Söz konusu santraller ile yılda 400 milyon kWh elektrik ve 80 bin ton buhar üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 2009 yılı sonuna kadar 244 MW gücünde 2 adet kojenerasyon tesisi de devreye alınmıştır (Şişecam, 2017).

2.3. Oksi-yakıt ergitme

Bu yöntemde yanma havası ile oksijenin (%90 veya üstündeki safsızlık) yer değiştirmesi ile yanıcı atmosferden azotun çıkarılması sağlanır. Böylece neredeyse tamamı karbondioksit ve su buharından oluşan atık gazların hacmi yaklaşık üçte iki oranında azaltılır. Bu nedenle, atmosfer azotunu alevlerin sıcaklığına kadar ısıtmak gerekmediğinden enerji tasarrufu da sağlamak mümkündür. Ayrıca termal NO_x'in oluşumu da büyük ölçüde azaltılmaktadır.

Ancak, oksijen yakıtlı fırınlar için Ar-Ge ve iyileştirme çabaları halen devam etmekte olup tesis sayısı fazlaştıkça bu teknik daha fazla yaygınlaşabilecektir. Özellikle düz cam ve cam ev eşyaları gibi bazı alt sektörler için potansiyel olarak yüksek mali riski olan ve gelişmekte olan bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Tekniğin uygulanabilirliği büyük oranda tesisin bulunduğu yerle ilgili olup ekonomik açıdan rekabetçiliği büyük oranda enerji tasarrufu ölçeğine (ve alternatif maliyet düşürme tekniklerinin göreceli maliyetlerine) bağlıdır.

Ülkemizde cam ev eşyası sektöründe kapasitesi küçük bir fırında oksi yakıt teknolojisi kullanılmaktadır (GLS-BREF, 2013; Koyuncu vd., 2015).

2.4. Fosil yakıt ve elektrikle ertitmenin bir arada kullanımı

Bu uygulama, genellikle cam sektöründe fosil yakıt kullanımının olduğu fırınlarda kullanılmakta olup ertitme fırının yanlarında veya tavanında bulunan elektrolardan geçen elektrik akımı ile gerçekleştirilir. Elektrolar, elektrik takviyesi esnasında özellikle tanktaki cam eriğinin düşük katmanında ek ısı sağlarlar. Elektrik takviyesi, ertitme fırınında bölgesel olarak ekstra ısının cam eriğine verilmesi metodudur.

Yüksek oranda elektrik takviyesi, uzun vadede temel düzeyde bir üretim için yüksek işletim maliyeti nedeniyle kullanılmamakta olup genellikle toplam enerji girişinin %5-20'si elektrik takviyesinden karşılanabilmektedir. Değişik düzeydeki elektrik takviyesi, yeşil ve amber camdaki düşük ısı transferi nedeniyle renkli camlarda sıklıkla kullanılır. Elektrik takviyesi, fırının direk emisyonunun azaltılması için de kullanılabilir (GLS-BREF, 2013; Koyuncu vd., 2015).

3. SONUÇ DEĞERLENDİRME

Cam sektörü, üretim ve ihracatta ulaştığı rakamlar ve yarattığı katma değer göz önüne alındığında ülkemiz imalat sanayinde önemli bir yere sahiptir. Bunun yanında çok sayıda ürünün kullanıldığı birçok sektörde beklenen gelişmelere paralel olarak büyüme potansiyeline sahip bu sektörde enerji tüketiminde ve hurda cam kullanımında gerçekleştirecek iyileştirme çalışmaları iklim değişikliği ile mücadele açısından da önemli sonuçlar doğuracaktır. Bu kapsamdaki çalışmalar aynı zamanda üretim maliyetlerini de düşüreceğinden sektörün uluslararası alanda rekabet gücünü de arttıracaktır.

Bu çalışma kapsamında özellikle hurda camın harman hazırlamada kullanılması ve camın ertitilmesi esnasında rejeneratif/rekuperatif fırınların kullanılması, sektörde öne çıkan ve yakıt tasarrufu sağlayan teknikler arasında ilk sırada yer almaktadır.

Ülkemizde bilindiği üzere atık camların toplanması konusunda "Ambalaj atıklarının kontrolü yönetmeliği" çıkartılmıştır. Bu yönetmelik kapsamında atık camların daha etkin şekilde kaynağında ayrıştırılarak daha verimli şekilde toplanması beklenmektedir. Camın ham madde olarak proses esnasında kullanılması yeşil cam için %90 mertebelerine kadar çıkmaktadır. Bu değer GLS-BREF dokümanına göre cam ambalaj için ortalama %70 (iç+dış kaynaklı); düz cam için %20 (iç kaynaklı) ve cam ev eşyası için %40 (iç kaynaklı) mertebelerindedir.

Sektörde yapılan incelemeler sonucunda, mevcut en iyi ertitme tekniklerinin ülkemizde uygulanarak sektör genelinde yaygınlaştığı görülmüştür. Ayrıca ülkemizde cam sektöründe ertitme fırınlarına yönelik araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) birimi kurulmuş olup, fırın tasarımı konusunda çalışmalar halen devam etmektedir. Düz cam üreten tesislerde birim enerji tüketimi GLS-BREF dokümanında istenilen değerlere çok yakındır.

Artan yoğun rekabet ve fiyat baskısı nedeniyle cam sektörü; katma değeri yüksek ürünlerin üretimi, verimlilik artışı, maliyet düşürme ve müşteri tatmini konularında yoğun çalışmalarına devam etmelidir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de cam üreticileri geleneksel ürünlerin yanı sıra katma değeri yüksek işlenmiş cam ürünlerine ağırlık vererek yeni ürünlerle yeni pazarlar yaratmalıdır. Bu nedenle sektör için rekabet gücünün artırılması bakımından Ar-Ge çalışmaları daha da önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

- AAKY., 2011. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarihi: 24.08.2011 Resmi Gazete Sayısı: 28035
- BGMC, 2004. Glass Recycling-Life Cycle Carbon Dioxide Emissions, British Glass Manufacturers Confederation-Enviros Consulting Ltd
- BSTB., 2014. Cam Sektörü Raporu (2014/1), T.C., Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü
- FEVE., 2014. The European Container Glass Federation, <http://feve.org/about-glass/statistics/>, Erişim tarihi: 01 Eylül 2017.
- Glass Alliance Europe., 2017. <http://www.glassallianceeurope.eu/en/industries>, Erişim tarihi: 01 Eylül 2017
- GLS-BREF, 2013. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB) at the European Commission's Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies), <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>
- ITC, 2017. International Trade Center. <http://www.intracen.org/itc/market-info-tools/trade-statistics/>, Erişim tarihi: 01 Eylül 2017
- Kovacec, M., Pilipovic, A., Stefanic, N., 2011. Impact of Glass Cullet on the Consumption of Energy and Environment in the Production of Glass Packaging Material. *Recent Researches in Chemistry, Biology, Environment and Culture*, 187-192
- Koyuncu, İ., Yüksel, İmer, D., Şengür, R., Güçlü, S., Ulutaş, F., Karahan. Ş., Aydemir, Çelikiylmaz, G., 2015. İklim Değişikliği ve Cam sektörü, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, ANKARA, pp. 79-137.
- TÜİK., 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, National Greenhouse Gas Inventory Report 1990-2015
- Annual Report for submission under the “United Nations Framework Convention on Climate Change”
http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/10116.php
- Şişecam., 2015. 2015 Şişecam Faaliyet Raporu, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş
- Şişecam., 2017. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş, <http://www.sisecam.com.tr/tr/faaliyet-alanlarimiz/diger/enerji> Erişim tarihi: 08 Eylül 2017
- UNFCCC, 2017. United Nations Framework Convention on Climate Change, CRF Tabloları,
http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/10116.php Erişim tarihi: 08 Eylül 2017