

Yayına Hazırlayanlar

A.Semih İŞEVİ

Melek ORHON



ŞİŞECAM

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
(Hizmete Özel)

Copyright © 2008 Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
(Hizmete Özeldir)

Yayına ait bilgiler

Sınıflama/Yer : UDC 666.1 (56) “2007” (063)=943.5 CAMİ 2008
Eser Adı : 22.Cam Problemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı
Yazar(lar) Adı : ed. A. Semih İşevi / Melek Orhon
Yayın Tarihi : 2008 Şubat
Yayımlayan : T.Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
Cilt/Sayfa : 117s., 19x27,5 cm
Dizi : Cam Araştırma Merkezi Kütüphane-Dökümantasyon Bölümü
Yayımları Sempozyumlar Dizisi; 22
Konu : 1. Glass Problems
2. Glass Technology
3. Congresses
ISBN : 978-975-94856-8-9

Baskı bilgisi

1. Baskı : Ocak 2008 (400 Adet)

Yapım : Sar Ajans Ltd. Şti.
Dizgi : Ümit U.
Tel. : (0216) 385 19 64
Faks : (0216) 385 19 78
e-posta : sarajans@gmail.com

Baskı : Ege Basım Ltd. Şti.
Üsküdar/İSTANBUL
(0216) 472 84 01



Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Cam Araştırma Merkezi

İş Kuleleri, Kule 3
34330 4.Levent/İSTANBUL

Tel : (0212) 459 55 50

Faks : (0212) 459 57 73

<http://www.sisecam.com.tr>

İntranet:<http://camport.sisecam.com.tr>

İntranet:<http://kutuphane.sisecam.com.tr>

Bir AR-GE Ürünü: F&D	7
Melek Orhon	
Yeni Yatırımlar ve Çevre İzinleri Süreci	8
Dilek Bolcan	
Gelişen Pazarlarda Şişecam Yatırımları ve Finansmanı	16
Aytaç Mutlugüller	
Forehearth Renklendirmede Gelişmeler, Alternatif Renklendiriciler	21
Arca İyiel - Banu Çopuroğlu - Tolga Uysal - Suat Doğanlarlı - Niyazi Ala Hüseyin Erduran - Ahmet Akıllıoğlu	
Pres-Blow Ürünlerde Üretim Hız Artışı Sağlanması	31
Ahmet Saraç – Savaş Saatçi	
E – Camı Üretiminde Sönmemiş Kireç Kullanımı	39
Hale Haybat – Ümit Akın – Nilgün Bayhan – Nilay Yamaç	
Yan Ürün Sodyum Sülfatın Saflaştırılması	47
F.Tamer Akköseoğlu – Dr. Hülya Özkan – Özlem Lale – Esra Gürışık	
Factors Determining Energy Efficiency of Glass Furnaces and Possibilities of energy saving E.G. by Aplication of Batch & Cullet Preheating	57
Ruud Beerkens	
Şişecam’da Enerji Tüketimi	60
Levent Kaya	
Glass, Energy, Environment and Climate Change	61
Guy Tackels	
Yeni Eritme Teknikleri	63
Atilla Ünsal – Fatih Çelik	
Nanoteknoloji ve Cam Teknolojisi Alanındaki Uygulamalar	71
Prof. Dr. Ertuğrul Arpaç	



Float Hatlarında Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanım Olanakları.....	84
Emin Kızılkaya	
Ayna Hattında Boyalı Cam Üretimi.....	93
Ercan Acar	
Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Yeni Nesil Yalıtım Camları.....	98
Haluk Güreren – Gül Pekışık – Hüseyin Ateş Parlar	
Sempozyum Program.....	113
Anahtar Sözcükler Dizini.....	116
Yazar dizini.....	117

ÖNSÖZ

Ortak aklımızın ve yazılı kültürümüzün önemli parçalarından biri olan Cam Problemleri Sempozyumlarının 22.si 16 Kasım 2007 tarihinde, İş Sanat Kültür Merkezi İstanbul salonunda, kurumumuzu bugünlere taşıyan büyüklerimiz ve 330 Şişecam çalışanının katılımıyla gerçekleştirildi. Tek bir salonda gerçekleştirilen sempozyumda toplam 15 bildiri sunulmuştur.

Sempozyumda sunulan bildirileri daha önceki sempozyumlarda olduğu gibi kitap kapsamında derleyerek, değerli bir belge olarak topluluğumuzun hizmetine sunmaktan mutluluk duymaktayız.

Topluluğumuzun en önemli bilimsel-teknolojik paylaşım ortamlarından biri olan Sempozyuma verdiklerikleri destek için başta Yönetim Kurulu Başkanımız Sn. Prof.Dr. Ahmet Kırman, Genel Müdürümüz Sn. Doğan Arıkan ve Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcımız Sn. Dr. Yıldırım Teoman olmak üzere, tüm katılımcılara ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

Editörler

A. Semih İşevi

sisevi@sisecam.com.tr

Melek Orhon

meorhon@sisecam.com.tr

BİR AR-GE ÜRÜNÜ: F& D

Cam Ev Eşyası Grubu ve Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı

Hazırlayan ve Sunan: **Melek Orhon**

meorhon@sisecam.com.tr

Paşabahçe Cam Sanayi A.Ş. Kırklareli Fabrikası A Fırını'nda soğuk tamir sonrası cam ev eşyası pazarında ürün gamında piramidin en üstünde yer alacak kaliteye sahip bir ürünün üretilmesine karar verilmiştir. Ürünün piyasada bu kategoride bulunan mamullerden daha üstün özelliklere sahip olması talep edilmiştir.

F&D camını geliştirme çalışmaları, camda olması istenen hedef özellikleri belirleyerek başlamıştır. Bu özellikler, yüksek bulaşık makinesi dayanımı ve üstün parlaklık olarak seçilmiştir. F&D camı, üstün nitelikli cam ev eşyası ürünleri için aşağıda sıralanan unsurlar hedeflenerek geliştirilmiştir.

- Bulaşık makinesi dayanımına sahip temel cam kompozisyonunun, ürünün istenilen renk, cam kalitesi, kimyasal dayanıklılık (özellikle bulaşık makinesi yıkama çevrimlerinin aşındırıcı özelliklerine karşı) ve fiziksel özelliklere (şekillendirme süreçlerine uygun viskozite vb) uygun olarak tasarlanması ve ergitilmesi,
- Standart Forehearth ve Feeder sistemlerimizle üretilen ürünlerde rastlanan ve bulaşık makinesi yıkamaları ile görünür hale gelen ince damarların yok edilmesi,
- Camın yüksek üretim kapasitesine sahip makinelerle incelik, parlaklık ve yüzey düzgünlüğü özellikleri ile şekillendirilmesi.

Bu hedefleri sağlayacak şekilde farklı kompozisyonlar tasarlanmış ve Cam Araştırma Merkezi laboratuvarlarında kapsamlı şekilde çeşitli testlere tabii tutulmuşlardır. İçlerinde uygun görülen kompozisyonlara sahip camların bulaşık makinesi dayanımlarının tespiti için, Denizli Cam Sanayi A.Ş. el imalatı pota fırınlarında bu kompozisyonlara sahip harmanlar eritilerek bardak halinde şekillendirilmişlerdir. Bu bardaklar, Şişecam Cam Araştırma Merkezi laboratuvarlarında bulunan ve Avrupa Standardı test metoduna göre 24 saat aralıksız çalışan bulaşık makinelerinde yıkanmışlardır. En yüksek dayanımı gösteren kompozisyonlar, üretilen ürünlerin şekillendirme ve çalışma gereklilikleri için fiziksel özellikleri de göz önüne alınarak optimize edilmiş ve "1969 AB Kristal Direktifi'ne" göre Kristalin kategorisinde olacak ve kurşun ihtiva etmeyecek şekilde bulaşık makinesi dayanımı yüksek olan hedef kompozisyon belirlenmiştir. Ayrıca kum yerine kuvarsit gibi yüksek kaliteli hammaddeler kullanılarak camın parlaklık ve renk açısından en yüksek değerlere sahip olması sağlanmıştır.

Bulaşık makinesi dayanımı belirleme çalışmaları sırasında, 100 çevrim sonunda ortaya çıkan damarlanma probleminin kaynağını belirlemek amacıyla mevcut üretim hatlarımızda farklı denemeler yapılmış ve damlanın kalıba düşmeden önce son aşamada refrakter malzeme ile temasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu durumun engellenmesi ve ayrıca şekillendirme sürecinde ısıl homojenite sağlayarak camdan beklenen kalite ölçütlerine ulaşmak için F&D fırın tasarımında platin feeder gibi özel dizayn edilmiş ve geliştirilmiş yöntemler uygulanarak üretime geçilmiştir.

Anahtar Sözcükler: yeni ürün, f&d

- GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR. -

YENİ YATIRIMLAR VE ÇEVRE İZİNLERİ SÜRECİ

Dilek Bolcan

dbolcan@sisecam.com

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Şişecam

Her geçen gün olumsuz etkilerini daha fazla hissettiğimiz çevre kirliliğinin kontrol altına alınması, bugün dünya ülkelerinin ortak politikası olmuştur ve ulusal politikalar arasında en çok düzenlemeye tabii alanlardan biridir.

Ortak bir ihtiyaçtan kaynaklanan çevre düzenlemeleri, uluslararası platformda eşdeğer karşılıklar bulmaktadır. Birçok ülkenin çevre mevzuatı benzer başlıklardan oluşmakta ve özellikle sanayi sektörlerini yakından ilgilendiren hükümler ve yükümlülükler içermektedir. İşletmelere, yaratacakları çevresel etkileri belirlemeden ve gerekli önlemleri alacaklarını taahhüt etmeden inşaat izni verilmemekte, taahhütlerin yerine getirilmediğinin belirlenmesi durumunda ise işletme izinlerinin iptaline varan cezalar verilebilmektedir. Bu nedenle, yatırım öncesinde ve sonrasında yapılması gerekenlerin iyi anlaşılması, çevreyi korumanın yanı sıra üretim faaliyetlerinin kesintisiz ve itibar kaybına uğramadan sürmesi açısından da önemlidir.

Dolayısıyla, yurtiçi ve yurtdışı yatırımlarımızla ilgili süreçte planlama aşamasından itibaren ele alınması gereken önemli bir konu, çevre mevzuatındaki yükümlülüklerin yerine getirilmesi için gerekli sürecin tanımlanması olup, sürecin önemli adımları ilgili çevre izinlerinin alınmasına ilişkindir.

Bu bildiriye, bir yatırımın planlama aşamasından devreye alma ve işletme aşamalarına kadar çevre mevzuatı kapsamındaki yükümlülüklerin yerini getirildiğini belgeleyen izinlerle ilgili süreç hakkında bilgi verilmektedir.

Anahtar sözcükler: *Çevre, mevzuat, izinler*

Bilindiği gibi Topluluğumuz oldukça yoğun bir yatırım süreci içerisindedir. Bu süreçte ele alınan birçok teknik, ekonomik ve idari konu arasında, yatırımların çevre boyutlarıyla ilgili konular da değerlendirilmektedir. Yatırımın çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve bu kapsamdaki yasal izin sürecinin tamamlanması, çevre korumaya katkının yanı sıra faaliyetlerimizin kesintisiz ve itibar kaybına uğramadan sürmesini sağlamaktadır. Söz konusu yasal süreçle ilgili gereklerin karşılanabilmesi için, sürecin eksiksiz tanımlanması önemlidir. Bu noktada, yeni yatırımların işletme öncesi ve sonrasındaki aşamalarda ele alınması gerekli düzenlemeleri ayrı süreçlerde değerlendirmek faydalı olacaktır.

1. Yatırım Öncesi

1.1. Çevresel Etki Değerlendirmesi

1969 yılında ABD’de yürürlüğe giren Ulusal Çevre Politikası Kanunu (National Environmental Policy Act) kapsamında dünya ile tanışan ve gerek ABD, gerek AB ülkeleri, gerekse diğer dünya ülkelerinde halen en etkin çevre yönetim aracı olarak yerini alan ve gün geçtikçe de bu yeri sağlamlaştıran Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED), ülkemizde 7 Şubat 1993 tarihinden bu yana uygulanmaktadır.

ÇED, belirli bir proje veya gelişmenin, çevre üzerindeki önemli etkilerinin belirlendiği bir süreçtir. Bu süreç, kendi başına bir karar verme süreci değildir; karar verme süreci ile birlikte gelişen ve onu destekleyen bir süreçtir. Yeni proje ve gelişmelerin çevreye olabilecek sürekli veya geçici potansiyel etkilerinin sosyal sonuçlarını ve alternatif çözümlerini de içine alacak şekilde analizi ve değerlendirilmesidir.

1.1.1. ÇED Raporu Süreci

ÇED Raporu, gerçekleştirmeyi planladıkları faaliyetleri sonucu, çevre sorunlarına yol açabilecek kurum, kuruluş ve işletmelerin çevreye yapabileceği tüm olumsuz etkileri göz önünde bulundurularak, çevre kirlenmesine sebep olabilecek artık ve atıkların ne şekilde zararsız hale getirileceğini ve bu hususta alınacak tedbirleri belirten rapordur.

ÇED Yönetmeliğine göre, ÇED Raporuna tabi kurum, kuruluş ve işletmeler özelliklerine göre iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta yönetmeliğin EK-1 listesinde yer alan veya Bakanlıkça “ÇED Gerekli”dir kararı verilen bir proje için özel bir formata göre hazırlanacak ÇED Raporu yer alır.

Şişecam bünyesinde gerçekleştirilen/gerçekleştirilmesi olası faaliyetlere ilişkin ÇED Yönetmeliği kapsamındaki yükümlülükleri incelemek için öncelikle Ek 1 ve 2’deki faaliyet listelerine bakılmalıdır. Buna göre, örnek olarak bazı faaliyetler ve bu faaliyetler için Yönetmelik kapsamında başlatılması gereken süreç Tablo 1’de özetlenmektedir.

Tablo 1: ÇED Yönetmeliği kapsamında başlatılması gereken süreçler

Örnek Faaliyet Konusu	ÇED Süreci (Ek 1)	Seçme Eleme Kriterleri (Ek 2)
Termik güç santralleri ve diğer yakma sistemleri	Isıl güç>200 MWt	
Elektrik, gaz, buhar ve sıcak su eldesi ve/veya nakledilmesi için kurulan endüstriyel tesisler		✓
İnorganik kimyasalların üretimi	✓	
Tehlikeli ve özel işleme tabi atıkların ara depolandığı tesisler	Depolama kapasitesi>100 kg/gün	150 kg <Depolama kapasitesi < 1000kg
Kağıt, karton, mukavva üretim tesisleri	Üretim kapasitesi>200 ton/gün	Üretim kapasitesi<200/gün
Cam veya cam elyafı üretim tesisleri	Üretim kapasitesi>100.000 ton/yıl	Üretim kapasitesi<100.000ton/yıl
Açık maden işletmesi ve cevher hazırlama tesisleri	Çalışma alanı>25 hektar	Çalışma alanı< 25 hektar
Madenlerin çıkarılması		✓
Trafo merkezi, enerji iletim tesisleri	Gerilim>154 kV ve iletim hattı>15 km	Gerilim>154 kV

İkinci grupta ise, yönetmeliğin EK-2 listesinde yer alan projelere ÇED uygulanmasının gerekli olup olmadığının belirlenmesi amacıyla, proje sahibi, bir dilekçe ekinde Ek-IV' e göre hazırlayacağı üç adet Proje tanıtım dosyası ve eklerinde yer alan bilgi belgelerin doğru olduğunu belirtir taahhüt yazısını ve imza sirkülerini Bakanlığa sunar. Bakanlık, proje için hazırlanan proje tanıtım dosyasını Ek-IV de yer alan kriterler çerçevesinde toplam yirmibeş işgünü içinde inceler. Dosya kapsamındaki bilgi ve belgelerde eksikliklerin bulunması halinde bunların tamamlanmasını proje sahibinden ister. Bu süreç sonucunda ÇED Gerekli” veya “ÇED Gerekli Değildir” kararı verilir. ÇED gerekli değildir kararı alınan faaliyetler için 5 iş günü askıda ilan ve halkın bilgilendirilmesi yapılır ve 5 yıl içinde yatırıma başlanmalıdır.

ÇED Raporu hazırlanması gerektiren faaliyetler için; Bakanlık, planlanan faaliyetin belirtilen yerde gerçekleştirilmesinin Mevzuat açısından uygun olup olmadığına, ilgili kamu kurum ve kuruluşlar nezdinde yapacağı araştırma sonucunda karar verir. EK-1 listesinde yer alan faaliyetler için proje tanıtım dosyasının uygunluğu, halkın katılımıyla oluşturulan özel format yatırımcıya verilir ve bunun sonucunda hazırlanan ÇED Raporu Bakanlığa sunulur. EK-2 listesinde yer alan faaliyetler için ÇED gerekli kararı verilmişse, ÇED prosedürü uygulanır.

ÇED gerektiren faaliyetler için hazırlanan proje tanıtım dosyası Bakanlığa sunulur. Bakanlıkça uygunluk yönünden incelenir ve inceleme Değerlendirme Komisyonu (IDK) kurulur. IDK Genel Değerlendirme Toplantısı ilgili kurum ve kuruluş temsilcileri Bakanlık yetkileri ile proje sahibi ve/veya temsilcilerinden oluşur. Komisyonun Kapsam belirleme toplantısından önce, halkı yatırım hakkında bilgilendirmek, projeye ilişkin görüş ve önerilerini almak üzere proje sahibi tarafından projenin gerçekleştirileceği yerde Bakanlık ile mutabakat sağlanarak belirlenen tarihte, halkın katılımı toplantısı düzenlenir. Çevresel Etki Değerlendirmesi sürecinden önce proje sahibi tarafından, halkı bilgilendirmek amacıyla anket, seminer vb. çalışmalar yapılabilir. Komisyon çalışmalarından önce halkın katılımı sağlanmış olur. Komisyon tarafından projeye ilişkin olarak hazırlanacak olan ÇED Raporunun formatı belirlenir. Halkın Katılımı Toplantısındaki görüş ve öneriler de dikkate alınarak özel format ile Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporunu hazırlayacak çalışma grubu belirlenir. Halkın Katılımı, Bilgilendirme, Kapsam Belirleme ve Özel Format verme işlemleri, 12 işgünü içerisinde tamamlanır.

Özel formata uygun olduğu tespit edilen Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu, proje sahibi tarafından yeterli sayıda çoğaltılarak Bakanlığa sunulur. Bakanlık, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporunu incelemek ve değerlendirmek üzere yapılacak toplantının tarihini ve yerini belirten bir yazı ekinde raporu komisyon üyelerine gönderir.

Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporunu incelemek isteyenler, Bakanlık merkezinde veya İl Çevre ve Orman Müdürlüğünde duyuru tarihinden itibaren raporu inceleyerek proje hakkında Bakanlığa veya Valiliğe görüş bildirebilirler. Valiliğe bildirilen görüşler Bakanlığa iletilir. Bu görüşler komisyon tarafından dikkate alınır. İnceleme, değerlendirme sürecinin tamamlanmasından sonra bildirilen görüşler dikkate alınmaz.

Komisyon Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporunu, ilk inceleme değerlendirme toplantısından sonraki on işgünü içinde inceler ve değerlendirir. Komisyonun değerlendirmeleri, üyeler tarafından imzalanmış bir tutanakla saptanır.

Nihai ÇED Raporu ile diğer belgelerin Bakanlığa sunulmasını takiben, inceleme Değerlendirme Komisyonu'nun Rapor hakkındaki kararını esas alarak, Bakanlık “ÇED Olumlu Karar” ya da “ÇED Olumsuz Karar” verir. 5 iş günü askıda ilan edilir ve 5 yıl içerisinde yatırıma başlanmalıdır.

ÇED sürecinde her iki faaliyet grubu için de önemle üzerinde durulan konu, seçilen yerin mevcut çevre şartlarının yatırım nedeniyle olumsuz yönde etkilenmeyeceğinin ve yatırımın çevresel boyutlarının mevzuatın belirlediği kriterler esas alınarak yönetileceğinin taahhüt edilmesidir. Aksi durumda yatırıma izin verilmeyecektir.

1.1.2. Cam Üretimine ÇED Kapsamında Ele Alınan Çevre Boyutları

Cam üretim tesislerinin ÇED sürecinde ele alınan önemli çevre boyutlarından bir tanesi “Atık Gaz Emisyonları”dır. Cam üretimine özel olarak tanımlanan toz, NO_x, SO₂, HF ve HCl emisyonları esas olarak harman ergitme reaksiyonları nedeniyle oluşmaktadır. Hat üstü kaplama, baskı/boya kurutma gibi ikincil işlemlerden de organik gazlar ve ağır metaller gibi özel emisyonlar kaynaklanabilmektedir.

Bu emisyonlar ülkemizde 1986 yılından beri yürürlükte olan Endüstri Kaynaklı Hava Kirliliğinin Önlenmesi Yönetmeliğinde belirlenmiş limitlere tabidir. Bu Yönetmelikte Ekim 2004’de bir revizyon yapılmış ve revizyon sonrasında cam fırınlarını ilgilendiren iki önemli değişiklik yürürlüğe girmiştir;

- Toz emisyonu limit değeri düşürülmüştür (Yönetmeliğin revizyonundan sonra devreye alınan yeni cam fırınlarına uygulanmaktadır)
- NO_x emisyonuna limit değerler getirilmiştir (Mevcut fırınlara da uygulanmaktadır)
- Henüz bu değişiklikler nedeniyle yeni yatırımlarımızda, önemli bir sorun yaşanmamıştır. Ancak, özellikle toz emisyonunda rastladığımız kritik seviyeler nedeniyle, yakın gelecekte uygun tedbirlerin alınması gerekebilecektir.

Emisyonların yanısıra ÇED sürecinde ele alınan diğer çevre boyutları; proses atıksuları ve tehlikeli/zararlı kapsamındaki atıklardır.

Proses atıksuları: Kalıp veya füzyon soğutma, cam elyafı çekme ve kesme, rodaj, delik açma gibi ikincil işlemlerden kaynaklanan atıksuların mevzuata uygun bertarafı için, alıcı ortama deşarj edilmeden önce konvansiyonel arıtma yöntemleri uygulanarak arıtılması gerekmektedir.

Tehlikeli / zararlı atıklar : bakım-onarım işlemleri sırasında oluşan yağlar, proses atıksuları arıtma tesislerinin çamurları, rejeneratör temizliğinden çıkan cürufur ve kontamine ambalajların Fabrika sahasında izole alanlarda bekletilmesi ve lisanslı kurumlar aracılığıyla bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Söz konusu boyutlar, yeni yatırımlarla ilgili planlama ve işletme aşamalarında ele alınmakta ve mevzuat gerekleri yerine getirilmektedir.

2. Yatırım Sonrası

2.1. Deşarj İzni, Emisyon İzni ve GSM Açılma Ruhsatı

Yatırımların işletme aşamasına ilişkin Çevre İzinleri Süreci Atıksu deşarjlarının mevzuata uygun olduğunu gösteren “Deşarj İzni”nin ve emisyonların mevzuata uygunluğunu gösteren “Emisyon İzni”nin alınmasına yöneliktir.

Ayrıca, yatırımın işletme aşamasına ilişkin diğer izinlerle ilgili süreçte yer almasına rağmen Çevre İzinleriyle çakışan önemli bir yükümlülük “İşyeri Açma ve Çalıştırma Ruhsatı”nın alınmasıdır.

Ruhsata ilişkin Yönetmelik’te Gayrisihhi Müesseselerin (GSM) tanımı yapılmakta ve GSM lere verilecek açılma ruhsatlarının şartları belirlenmektedir.

- Faaliyeti sırasında çevresinde bulunanlara biyolojik, kimyasal, fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden az veya çok zarar veren veya vermesi muhtemel olan ya da doğal kaynakların kirlenmesine sebep olabilecek müesseseler Gayrisihhi Müessese olarak,
- Meskenlerden ve insanların ikametine mahsus diğer yerlerden mutlaka uzakta bulundurulması gereken işyerleri; Birinci Sınıf Gayrisihhi Müessese,
- Müessesenin faaliyeti gerektirdiği takdirde meskenlerden ve insanların ikametine mahsus diğer yerlerden, inceleme kurulunca teklif edilip yetkili idare tarafından uygun görülecek bir mesafede faaliyette bulunması gereken işyerleri ise, İkinci Sınıf Gayrisihhi Müessese olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu tesislerin örnekleri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2: Tesis örnekleri

I. Sınıf GSM	II. Sınıf GSM
Cam ve cam eşya üretim tesisleri	Camdan ayna vb üreten tesisler
İnorganik kimyasalların üretildiği tesisler	Kum ocakları, kum yıkama ve eleme tesisleri
Isıl gücü >20 MW olan termik santraller	Isıl gücü < 20 MW olan termik santraller
Karton ve mukavva üretim tesisleri	

1. sınıf GSM için tesis kurulmadan önce, Yer Seçimi ve Tesis Kurma İzni alınmalıdır. ÇED sürecine tabi tesisler için verilmiş ÇED Olumlu Kararı Yer Seçimi ve Tesis Kurma İzni yerine geçmektedir.

Tesis devreye girdikten sonra en fazla bir yıl içerisinde alınması gerekmektedir. Deşarjların ve emisyonların mevzuata uygunluğunu belgeleyen Deşarj İzni ve Emisyon İzni olmadan Açılma İzni verilmemektedir.

3. Çevre İzinleri Süreci

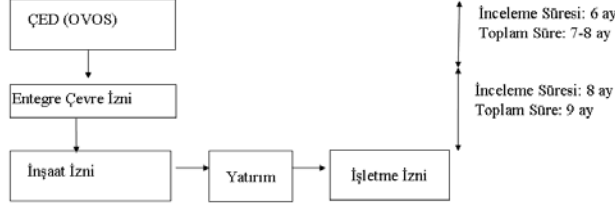
Yukarıda bahsedilen, yatırım öncesi ve sonrasındaki Çevre İzinleri Süreci Şekil 1’de özetlenmektedir.



Şekil 1: Çevre İzinleri Süreci

4. Yurtdışında Uygulanan Çevre İzinleri Süreci

Rusya ve Bulgaristan yatırımlarımız dikkate alındığında, Rusya'daki uygulamanın Türkiye'dekine benzer bir süreç olduğunu söylemek mümkündür. Bulgaristan'da uygulanan süreç biraz daha farklı olup, Şekil 2'de özetlenmektedir.



Şekil 2: Yurtdışında uygulanan Çevre İzinleri Süreci

Yasal inceleme sürelerine uyulması durumunda izin süreci bir ile bir buçuk yılda tamamlanabilmektedir. Yetkili mercinin tutumuna bağlı olarak bu süre biraz daha azaltılabilmektedir. Kapasite artışına yönelik yatırımlar için de benzer süreç uygulanmaktadır.

Bulgaristan'daki yasal süreçte, ülkemizde ve Rusya'da uygulanmayan ancak bütün AB ülkelerinde uygulanmaya başlanan bir başka iznin, Entegre Çevre İzni'nin alınması söz konusudur.

4.1. IPPC Direktifi ve Entegre Çevre İzni

Bulgaristan yatırımı sırasında karşılaştığımız Entegre İzin kavramı, bir AB direktifi olan IPPC (Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol) direktifi uyarınca AB ülkelerinde uygulanmaktadır.

Entegre Çevre İzni ile çevre izinlerinin bütüncül bir yaklaşımla birleştirilmesi ve yatırım gerçekleştirilmeden önce çevre izinleriyle ilgili sürecin tamamlanması hedeflenmektedir.

Entegre İzin sürecinde öncelikle, Tesisin bütün çevresel boyutlarını ortaya koyan detaylı bir başvuru yapılmaktadır. Başvurunun değerlendirilmesiyle ilgili süreçte çevre boyutlarının mevzuata uygunluğu için kullanılacak yöntemler sorgulanmakta ve "Mevcut En İyi Tekniklerin (Best Available Techniques-BAT) uygulanması istenmektedir.

Çevre boyutlarının ve çevre etkilerinin azaltılmasına yönelik tedbirlerin önem kazandığı bu noktada, cam üretiminin önemli çevre boyutlarından biri olarak tanımlanan emisyonlara uygulanan limitlerin ülkemizdekine kıyasla farklılığı dikkat çekicidir. Bu kapsamda;

Toz ve NO_x emisyonları için Bulgaristan'da ve diğer AB ülkelerinde uygulanmaya başlanan limitler, ülkemizdekilere oranla çok daha kısıtlayıcıdır. Toz limiti ülkemizdekinden % 60, NO_x limiti ise yaklaşık %80 daha düşüktür. Dolayısıyla, baca gazı arıtma sistemleri olmaksızın bu limitleri yakalamak mümkün görülmemektedir.

Benzer bir durum finans kurumlarıyla ilişkilerimiz de geçerlidir. IFC, EBRD gibi finans kurumları AB ülkelerinde uygulanan limitlerden biraz daha rahat fakat oldukça yakın değerler içeren standartlar oluşturmakta ve uygulanmasını istemektedir. Bu nedenle, dış finans desteği alınacak projeler ile AB üyesi veya üyelik sürecinde olan ülkelerde planlanan projelerde, emisyon azaltmaya yönelik yatırım kalemlerinin mutlaka öngörülmesi gereği doğmaktadır.

4.1.1. IPPC Yönergesine İlişkin Ülkemizdeki Gelişmeler

Yönergenin ülkemiz mevzuatına kazandırılması ve uygulama şartlarının oluşturulması amacıyla Çevre ve Orman Bakanlığı bir proje yürütmektedir. Projenin sponsorluğunu Hollanda yapmaktadır. Hollanda'nın Avrupa Birliği'ne aday ülkelere uyum sürecinde yardımcı olmak amacıyla yürüttüğü programlarca desteklenen Proje'nin "Kapsam Oluşturma" konulu ilk aşaması 2003-2004 yılları arasında iki yıllık bir sürede tamamlanmıştır. Tamamlanan aşamada hedef; Yönerge esasları dikkate alınarak mevcut durumun tariflenmesi ve temel gerekliliklerin belirlenmesi olmuştur. Bu çalışma sonunda, ülkemizde yürürlükte olan mevzuat ve uygulamanın Yönerge esaslarına uygun olmadığı çevre izinlerinin ve izinleri veren kurumların çeşitliliği ortaya konduğunda, Yönerge hükümlerine uyum amacıyla aşağıdaki konular üzerinde durulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

- Çevre izinlerinin birleştirilerek tek izin haline getirilmesi
- İzinin tek bir kurum tarafından yerel bazda verilmesi ve otoritenin Çevre ve Orman Bakanlığı olması
- ÇED ve IPPC konularının birlikte değerlendirilmesi
- Yönerge hükümleri ile ilgili konuların mutlaka Çevre Kanunu'nda yer alması, mevzuattaki diğer düzenlemelerin revize edilmesi
- Yönerge kapsamındaki faaliyetlerde Mevcut En İyi Tekniklerin (Best Available Techniques-BAT) uygulanması gereğinin mevzuatın bir parçası olması

Projenin, "IPPC Yönergesinin Türkiye'de Uygulanması" konulu ikinci aşaması 2006 yılında başlamış olup 2007 yılı sonunda bitirilmesi planlanmaktadır. Bu aşamanın hedefi, IPPC uygulamasına yönelik bir aksiyon planının hazırlanması (2007 - 2012 yılları arasındaki beş yıllık süre için), politika ve stratejinin belirlenmesi, gerekli kurumsal yapının oluşturulması, IPPC İzni konusunda görev yapacak Bakanlık elemanları ile gerekli kapasitenin oluşturulması olarak benimsenmiştir. Uygulama aşamasında ele alınacak konularla ilgili çalışma gruplarında Şişecam Çevre Grubu elemanları da yer alacaktır.

Projeye ilişkin gelişmeler dikkate alındığında, 2008 yılından itibaren Yönergenin uygulanması için gerekli altyapının oluşturulmasının ve mevzuat değişikliğine dair önemli adımların atılmasının, 2012 yılından itibaren de IPPC İzni uygulamasına geçilmesinin hedeflendiğini söylemek mümkündür.

5. Sonuç

Yurt içinde veya yurt dışında gerçekleştirilecek yatırımlarla ilgili başlangıç noktalarından önemli bir tanesi; Çevre İzinleri sürecinin doğru tanımlanmasıdır.

- Bu bağlamda, yatırım yapılacak ülkenin çevre mevzuatının iyi anlaşılması önemlidir.
- Yatırım planlanırken ve yatırımla ilgili çalışma programı hazırlanırken çevre izinleriyle ilgili maksimum süreler göz ardı edilmemelidir.
- Mevzuata uygunluk için gerekli önlemler ile bu önlemlere ilişkin mali boyutları önceden belirlenerek yatırım bütçesine dahil edilmelidir.
- Emisyon ve atıksularla ilgili arıtma maliyetleri yüksek olduğundan, Projeye ilgili yatırım bütçesi oluşturulurken, doğru öngörölmüş maliyet kalemlerinin bütçeye eklenmesi çok önemlidir. Aksi durumda bütçe aşımı ile karşılaşılması kaçınılmaz olacaktır.

Yatırımlarla ilgili planlama ve işletme aşamalarında çevre mevzuatına ilişkin sürecin iyi tanımlanması, çevreyi korumanın yanı sıra, mevzuat gereklerine uygun, kesintisiz ve itibar kaybına uğramadan süren bir üretim faaliyeti için önemlidir.

GELİŞEN PAZARLARDA ŞİŞECAM YATIRIMLARI VE FİNANSMANI

Aytaç Mutlugüller

amutluguller@siseecam.com.tr

Finansman Başkan Yardımcılığı / Şişecam

Cumhuriyetimizin ilk yıllarında yaşam bulan Toplumumuz günümüze çok zorlu süreçlerden önemli aşamalardan geçerek ulaşmıştır.

Kuşkusuz bu süreç ülkemizin ve dünyanın geçirdiği gelişim sürecinden bağımsız değildir.

Hepimizin çok iyi bildiği gibi Toplumumuzun gelişim sürecinde 4 önemli tarihsel dönüştürme evresi bulunmaktadır.

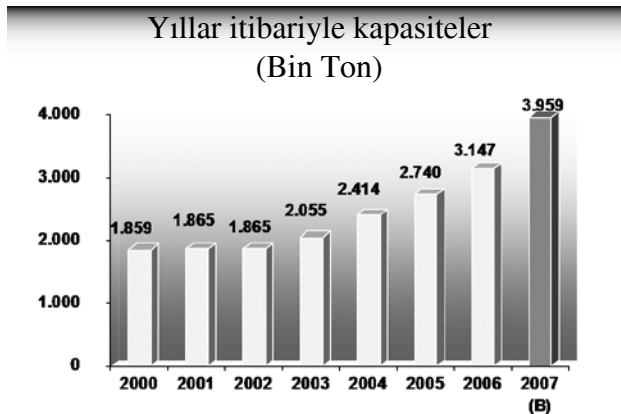
Gelişim Süreci

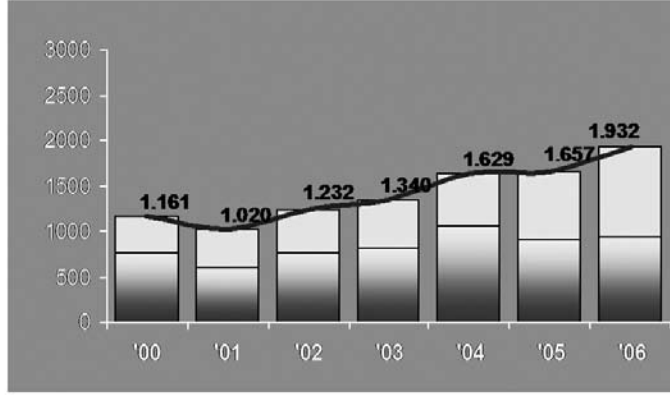
- 1935 – 1960 Kuruluş ve Gelişme
- 1960 – 1990 Teknoloji Hakimiyeti ve Dışa Açılma
- 1990 – 2000 Büyük Yatırımlar ve Yeniden Yapılanma
- 2000'ler Bölgesel Liderlik ve Vizyon

2000'li yıllara ulaştığımızda gerçek anlamda bir “Dünya Şirketi” olmanın bütün olanaklarına sahip olan Toplumumuz daha geniş bir coğrafyada “Lider Cam Üreticisi olma”, bazı ürün gruplarında “Dünya oyuncularını” arasında yerini geliştirme, dünya cam sektöründeki konumunu yükseltme çabalarını yoğunlaştırmıştır.

Yakın bölgemizdeki ülkelerin potansiyelleri değerlendirilerek vizyon yeniden belirlenmiş, yaşamsal coğrafyamız olarak tanımlanan bölgelerde yatırımlara başlanmıştır ve çok kısa sürede üretime geçilmiştir.

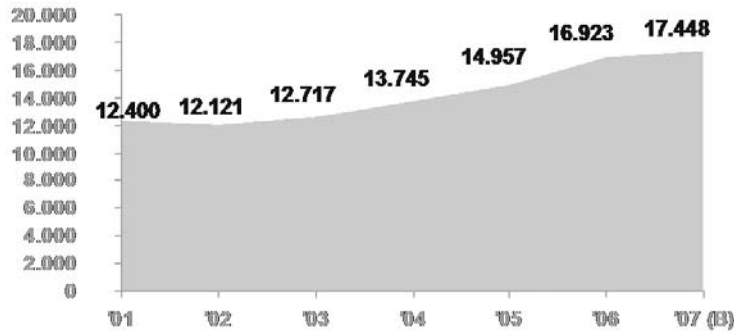
Anahtar Sözcükler: *Finansman, Yatırım*





Yurtdışı sabzılar
Yurtiçi sabzılar

İşgücü



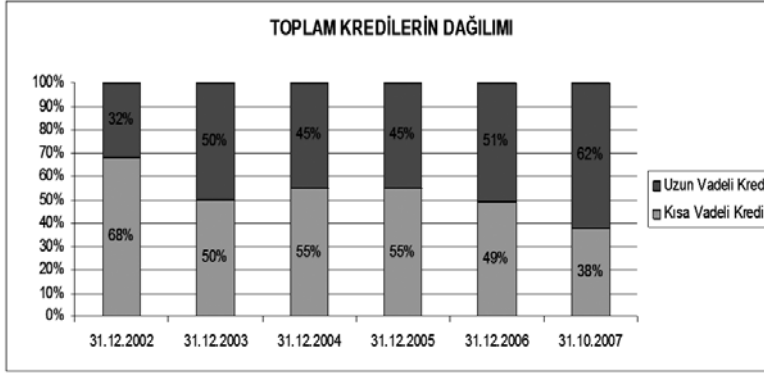
Hepimizin çok iyi bildiği önemli süreçleri vurgulamaktaki amacım, finansman gelişiminin de bu süreçlere paralel bir yol izlediğini vurgulamaktır.

Üretim ve pazarlama faaliyetlerine paralel olarak Şişecam Topluluğu yurtiçi ve yurtdışı mali piyasalarda, banka ve finans kurumları nezdindeki itibarını önemli ölçüde arttırmıştır. Kaynak sağlama ve nakit yaratma gücümüzün sınırlı olduğu süreçler çok gerilerde kalmıştır.

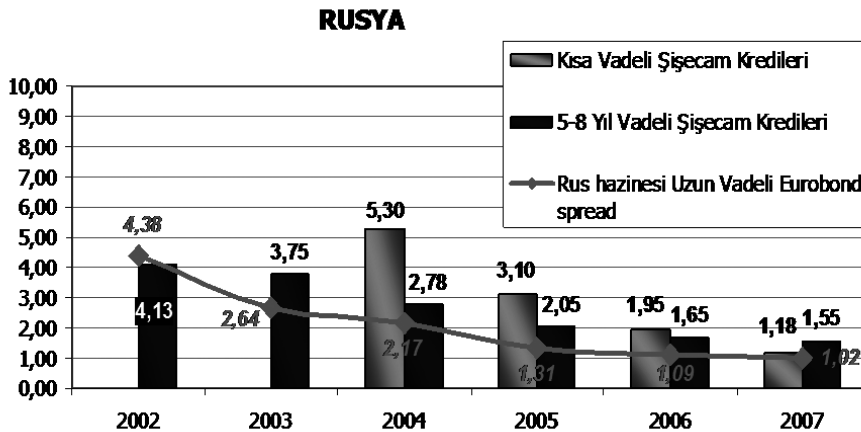
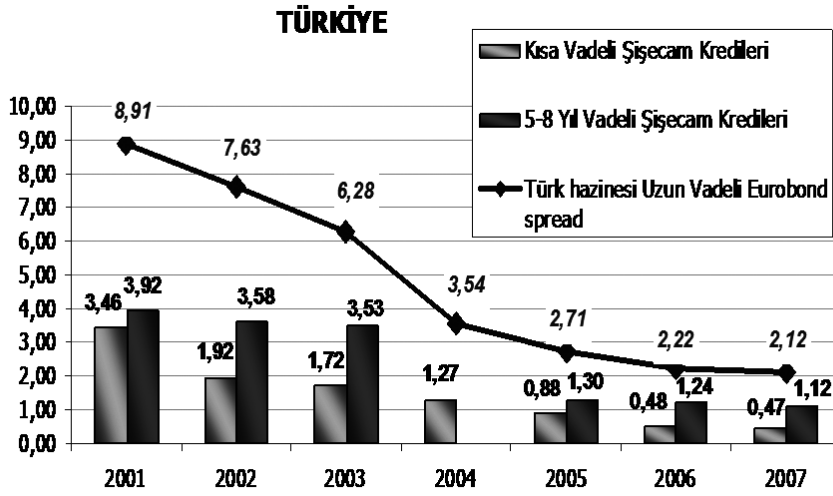
Topluluğun finansmanındaki iyileşme ve gelişmeler aslında reel alandaki faaliyetlerimizin parasal değerlere yansımından kaynaklanmaktadır.

Şişecam'ın uluslararası finans piyasasındaki itibarı; ülke düzeyinde ve yurtdışındaki yatırım, üretim ve pazarlama faaliyetlerinin bu kurumlarca algılanma ve değerlendirilmesinden kaynaklanmaktadır.

Bu süreçte; ihracatımız hızla artmış yurtiçi satışlarımız güçlenmiş, vadesi gelen yükümlülüklerimiz zamanında tasfiye edilmiş ve mali yapımızın güçlenmesi için borç kompozisyonu uzun vadeli krediler lehine değişim göstermiştir.



Bugün ulaştığımız nokta az seçenekli, sınırlı kaynaklı finansal kurumlarla çalışma sürecinden çok uzakta dünyanın en önde gelen finans kurumlarıyla çalışma yeteneğine ve olanağına sahip, rekabetçi fiyatlamalar yapabildiğimiz finans kurumlarının çalışabilmek için birbiriyle yarıştığı düzeydedir. Aşağıdaki grafikte yıllar itibariyle mali yapımızın güçlenmesine paralel olarak kredi maliyetlerimizin aşağıya çekildiğini görmekteyiz.





Kuşkusuz bu süreçteki reel faaliyetlerimizin en büyük destekçisi ana ortağımız Türkiye İş Bankası A.Ş.'dir. Kuruluşumuzdan bugüne kadar Türkiye İş Bankası, gerek yatırımlarımızın finansmanında gerekse işletme sermayesi ihtiyaçlarımızın finansmanında zaman zaman sermaye katkısı ile her zaman yanımızda olmuştur.

Yatırımlarımızın finansmanında tarihsel olarak katkı sağlayan bir diğer önemli kuruluştan IFC (International Finance Corporation)'den kısaca söz etmekte yarar görüyorum.

IFC'nin finansman gelişimimizdeki rolü sadece uzun vadeli kaynak temin etmekle sınırlı kalmamış, zaman zaman da yatırım projelerimize öz kaynak katkısında bulunarak ortaklık da yapmıştır. 1979 yılından günümüze kadar gerçekleştirdiğimiz gerek yurtiçi gerekse yurtdışı yatırımlarımızın finansmanında IFC aracılığı ile çok ciddi tutarlarda uzun vadeli yatırım kredisi temin edilmiştir. IFC kendi kaynaklarından sağladığı kredilerin yanı sıra sendikasyon liderliği ile de katkıda bulunmuştur. Bu aşamada Grubumuz diğer dünya lideri konumundaki sendikasyon bankaları ile tanışma ve ilişkilerini geliştirme sürecini IFC ile birlikte yakalamıştır.

IFC gerek kendi kaynaklarından gerekse sendikasyon liderliği ile günümüze kadar yaklaşık 1 milyar \$ tutarındaki yatırım projelerimizin finansmanında 600 milyon \$ tutar ile uygun maliyetli uzun vadeli kaynak sağlamıştır.

Yatırımların finansmanında uzun vadeli kaynaklar çok önemli rol oynamaktadır. Genel olarak finansman stratejimiz yatırımların % 50–60 aralığında uzun vadeli kredi ile bakiye kısmının ise öz kaynakla finanse edilmesi şeklindedir. Uzun vadeli kredilerdeki geri ödemesiz dönem işletmeler üzerindeki baskıları azaltmakta, işletme sermayesi ihtiyaçlarının kontrol altına alınmasını sağlamaktadır.

Bunun yanı sıra finansman gelişim sürecimizde diğer uluslararası finans kurumlarıyla işbirliğine başlanarak farklı finansman modelleri geliştirilmiştir.

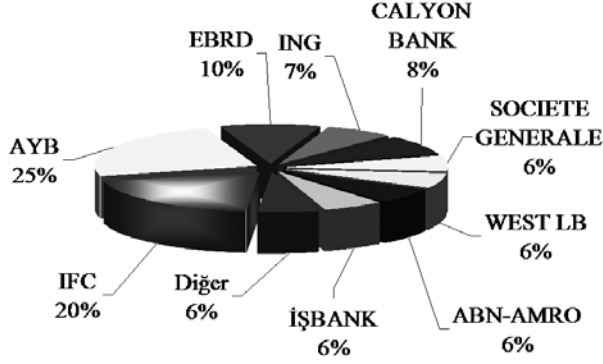
1998 yılında JP Morgan önderliğinde gerçekleştirdiğimiz "Private Placement" şeklindeki uzun vadeli kredi anlaşması bir ilktir. Dünyanın en büyük sigorta şirketleri ve yatırım fonları bu kredide finansman sağlamışlardır.

Buna ilaveten European Investment Bank (EIB), ülkemizde ilk defa Şişecam ile çalışmaya başlayarak bir ilke imza atmıştır. T.C. Hazinesi veya başka bir garanti olmaksızın doğrudan kaynak temin edebilen tek kuruluş Şişecam'dır. Bu vesile ile diğer özel sektör kuruluşlarının da önünü açmada önemli bir katkıda bulunmaktadır.

Günümüzde Şişecam tek bankalı dönemlerden çok uzaklaşarak kreditor riskini minimum düzeye indirmiş, rekabetçi fiyatlama yapabilen ve portföyünde 16 dünya bankası bulunan bir Grup kimliğine kavuşmuştur.

Yurtiçi ve yurtdışında gerçekleştirdiğimiz yatırım projelerinin tamamına yakın bölümü IFC, EBRD, EIB'nin doğrudan kendi kaynaklarından veya liderliklerindeki sendikasyon bankalarından sağlanan uygun maliyetli uzun vadeli kredilerle finanse edilmektedir. Aşağıdaki tabloda son yıllarda gerçekleştirdiğimiz yatırım projelerin finansmanı için sağlanan orta ve uzun vadeli kredilerin görünümü yer almaktadır.

Yatırım kredileri dağılımı (31.10.2007)



Portföyümüzdeki bankalarla olan ilişkilerimiz sadece uzun vadeli kredi sağlamakla sınırlı olmayıp, işletme sermayesi ihtiyaçlarımızın karşılanmasında da önemli rol oynamaktadır.

31 Ekim 2007 itibariyle toplam brüt kredi riskimiz 951.2 milyon \$'dır (Net kredi riski 688,6 milyon \$).

Gelişen finansman sürecimiz bize bazı konularda bağlayıcı birtakım koşulları da beraberinde getirmektedir. Finansman kurumları yatırım projelerini değerlendirirken sadece yatırımların karlılığına bakmamaktadır. Yatırım projelerinin değerlendirilme kriterleri tamamen değişmiştir. Örneğin, projenin yerel çevre standartlarının yanı sıra uluslararası çevre standartlarına uyan proje olup olmadığına veya bu projelerin toplumsal katkılarının neler olduğu gibi kriterlere de bakmaktadırlar.

Birçok farklı sektöre sunduğumuz geniş ürün yelpazemiz istikrarlı büyümemiz ve güçlü mali yapımız ile hayati coğrafyadaki bölgesel liderliğimizi sürdürmeye devam edeceğiz.

FOREHEARTH RENKLENDİRMEDE GELİŞMELER, ALTERNATİF RENKLENDİRİCİLER

Arca İyiel – Banu Çopuroğlu – Tolga Uysal

aiyiel@siseecam.com – bcopuroglu@siseecam.com – tuysal@siseecam.com

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Şişecam

Suat Doğanlarlı – Niyazi Ala

sdoganlarli@siseecam.com – nala@siseecam.com

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Kırklareli Fabrikası / Cam Ev Eşyası

Hüseyin Erduran – Ahmet Akıllıoğlu

herduran@siseecam.com – aakillioglu@siseecam.com

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası / Cam Ev Eşyası

Özet

Forehearth'ta camın renklendirilerek ürün çeşitliliğini arttırmak amacıyla tasarıma yönelik renk ve ürün kalitesini mevcut düzeyden iyileştirici, geçiş sürelerini kısaltıcı yönde geliştirme çalışmaları yüksek ivme ile artmaktadır. Bu konuda Şişecam'da Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü, Cam Ev Eşyası ve Cam Ambalaj grubunda çalışmalar devam etmektedir.

Tasarımın geliştirilmesi kapsamında besleme deliği merkezi ile ilk karıştırıcı sırası eksenini arasında camın kalma süresi önemli tasarım kriterlerinden biridir. Hattan çekilecek ürün tonajları arasındaki fark besleme yerini ve biçimini etkilemektedir. Renkli üretim sırasında yaşanan problemlerin çözümüne yönelik çalışmalar verim artırma yönünde sürdürülmektedir. Ergitme bölgesinde, gereksinime göre sıcaklık ayarlarının yapılabilmesi için bek sayısı ve çapı belirlenmektedir. Birçok hatta mevcut olan dip akıtmanın kampanya boyunca etkin kullanılması yönünde de çalışmalar devam etmektedir.

Forehearth renklendirici malzemelerinin yurtdışındaki alternatif üreticilerden sağlanması yanı sıra yerli üreticilerle de iletişime geçilerek lojistik kolaylık avantajı değerlendirilmektedir.

2006 yılı sonunda ilk çalışmaları başlayan bir proje kapsamında, bir müşteri tarafından talep edilen 6 farklı renkli ürünün üretilebilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla renk konsantresi ve frit üretici firmalarıyla iletişime geçilerek talep edilen ametist, sarımsı yeşil, yeşil, mavi, violet ve füme renklerin olası üretim zorlukları ve fiyat bilgileri sağlanarak karşılaştırılmış; renklendiriciler firmalardan istenerek bunların kimyasal kompozisyonları belirlenerek renk numuneleri hazırlanmış ve probleme neden olma potansiyelleri değerlendirilmiştir.

Hedef olarak verilen numunelerin renk ve kimyasal analizleri yapılmış, kritik renklendirici miktarları belirlenmeye çalışılmıştır. Söz konusu renklerin olası üretim zorlukları laboratuvarında test edilerek çözüm yolları araştırılmış, violet renk için renklendirici üreticisi firmalar istenilen özellik için yönlendirilmiş ve hazırlanan renk konsantresinin istenilen renk özelliğine göre besleme miktarı belirlenmiştir. Aynı şekilde füme renk için de hedefe uygun besleme miktarı deneysel çalışmalarla tespit edilmiştir. Üretim sırasında karşılaşılan renk ve kalite problemlerinin çözümüne yönelik çalışmalar yapılmıştır.

PK ve PM’de üretilen renklere ait üretim için gelen renklendiricilerin analiz ve testleri yapılmış, renklendirici üreticisi firmanın onay amaçlı gönderdiği ürün ile karşılaştırması yapılarak uygun görülmüştür.

PK fabrikasında forehearth’ta renklendirme çalışmaları kapsamında mevcut kullanılan renklendiricilere alternatif malzemelerin PK-D2 hattında denenmesine yönelik renkli ürün projesi kapsamında üretilen 6 farklı rengin (ametist, sarımsı yeşil, yeşil, mavi, violet ve füme) yanı sıra maryland mavi ve georgia yeşil renklerin de konsantre yerine frit kullanılarak denenmesine karar verilmiştir. Bu kapsamda mevcut frit miktarlarına göre hesaplamalar yapılmış olup yukarıda belirtilen renklerin üretim sıraları da belirlenmiştir.

Söz konusu renklere ait konsantre ve fritler eşit koşullarda PK-D2 hattında denenerak değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Forehearth renklendirme, konsantre, Frit

1. Giriş

Ana camda renklendirme, rensiz camın ana tank fırınında oksitler yardımıyla renklendirilmesi ve son onlu yıllarda gelişen teknolojilerle camın üretimin son aşamasında, henüz sıcak ve akışkan iken, forehearth’da renklendirilmesi ile uygulama bulmuştur. Ana tank içinde, harmandan renklendirme çoğu zaman metal oksitlerle yapılırken, forehearth’ta farklı yöntemlerle üretilmiş renklendiriciler yardımıyla (renk konsantresi ya da frit) camın renklendirilmesi sağlanabilmektedir.

Forehearth’ta renklendirme yönteminin getirileri:

- Müşteri taleplerine kısa sürede yanıt verme,
- Miktarın az olduğu, tüm fırının renklendirilmesine gereksinim olmadığı durumlarda
- Farklı renkli ürünlerin aynı anda, aynı fırında eldesi
- Farklı renkli camların bir arada kullanılabilmesi
- Ürün çeşitliliği ile rekabet avantajı
- Düşük hacimli üretim ile stok maliyetinin azaltılması olarak sıralanabilir.

Belirtilen avantajları yanı sıra cam kütlelerinin renklendirilmesinde her iki metodun yetersiz kaldığı durumlar vardır. Örneğin ağır metallerin oksitleriyle (cama kırmızı renk veren CdO, sarımsı yeşil renk veren, UV absorpsiyonu da sağlayan Cr+6 gibi) üretilen camların insan sağlığı açısından tehlikeli olması nedeniyle bu ürünlerde yiyecek-içecek saklanamamaktadır.

Şişecam Cam Ev Eşyası grubunda üretilen renkler aşağıda sıralanmıştır:

- Mavi tonları (kobalt mavi, maryland mavi, turkuaz, füme-mavi)
- Yeşil tonları (yeşil, georgia yeşil ve tonları, zümrüt yeşili, sarımsı yeşil)
- Pembe***¹, somon*** tonları
- Mor**, violet**, ametist**
- Füme
- Siyah ***

1: “*” Üretimde zorluk derecesini göstermektedir.

Bunların dışında Şişecam Cam Ev Eşyası grubu dışında üretildiği bilinen renkler ise:

- Sarımsı kahve
- Ölü yaprak yeşili (dead leaf)
- Lantanidlerle üretilen renkler
 - Floresan renkler
 - Farklı tonlarda somon, pembe, violet..
- Tek oksitli renklendiricilerle karışım renkleri eldesi olarak sıralanabilir.

Tek oksitli renklendiricilerin istenilen oranlarda karıştırılmasıyla çok çeşitli renkler edilebilir ve özgün renkler ortaya çıkarılarak rekabet avantajı sağlanabilir.

Bilindiği kadarıyla, yukarıda yer alan renkler renksiz cam üretilen fırınların forehearth'larında üretilmektedir. Renksiz camların da, forehearth atmosferinin de oksidan olması nedeniyle indirgen koşul gerektiren renklerin (bal rengi gibi) üretimi yüksek tonajda üretim yapılan mevcut ticari hatlarda olanaklı görülmemektedir.

Şişecam CEE grubu ile yapılan çalışmalardaki deneyimlere göre yukarıda sıralanan getirilerine karşın foreharth'tan renklendirmenin zorlukları da vardır, bunlar:

- Çekişin renksiz üretime göre düşürülmesi (siyah, somon, pembe ve violet gibi renklerde %20-40 arası)
- Özellikle Se içeren renklerde rengin işletme koşullarından etkilenmesi, atmosfer koşullarında oluşabilecek farklılığın renk tonunu değiştirmesi
- Zor eriyen (Cr, Ni) ve habbe potansiyeli olan (Se, Mn) renklendiricilerde çekiş artışı ve işletme koşullarının değişimiyle cam hatalarının artma riski
- Yoğunluğu yüksek renklendiricilerde (siyah gibi) renksiz cama geçiş süresinin uzunluğu olarak sıralanabilir.

Renkli cam üretilen forehearth'lar renksiz hatlara göre:

- Renklendirme Ünitesi (CEE, ithal sağlanabilir)
- Karıştırıcılar (forehearth genişliği ve kapasitesine göre)
- Renklendirici besleme bölgesinde çift sıra bek
- Renklendirme bölgesinde kanal bloğu olarak AZS elektrodöküm, üstyapıda zirkon-mullit refrak ter kullanımı
- Dip akıtma sistemi (renksiz cama geçişte süre avantajı)
- Cam kırığı geri dönüş sistemi (renksiz cam ile karışmaması için farklı olmalı) açılardan farklıdır.

Renklendirme ünitesi yurtdışından (ABD) alınabildiği gibi, CEE grubu mevcut renklendirme sisteminin projeleri ile bu sistemi yurtiçinde de ürettirmiştir. 1996 yılında PK-C fırını hatları için alınan renklendirme ünitesi projesi ile başlayan bu çalışma kapsamında 1997 yılından günümüze kadar 6 adet sistem yapılmış olup problemsiz olarak çalıştırılmaktadır. Renklendirme ünitesinin yurt içinde yaptırılmasıyla yurtdışından alınan teklife göre maliyetinde 1/6 gibi çok yüksek fark olmuştur.

Renklendirme forehearth'larında üretilecek renge göre seçilecek refrakter malzeme (kanal bloğu, üstyapı refrakteri) ve karıştırıcıların sayısında hattın kapasitesi önemli olup, toplam refrakter maliyeti yaklaşık %20 arttırmaktadır.

Ancak, forehearth karıştırıcılarının renksiz üretimde kullanımının özellikle refrakter kaynaklı hataların dağıtılması ya da giderilmesi üzerinde etkin olduğu bilinmekte ve renkli hatta renksiz cam üretimi yapılması durumunda karıştırıcıların kullanımının cam kalitesi üzerinde olumlu etkisinin olacağı unutulmamalıdır.

Bununla birlikte forehearth renklendirici malzemesinin (frit) yurtiçinden sağlanması konusunda çeşitli firmalarla ortak çalışmaya başlanmış olup test amaçlı numunelerin değerlendirilmesine başlanmıştır.

2. Renklendirme Forehearth Tasarımı

1985 yılında patent sahibi firmaların desteği ile Şişecam bünyesinde başlayan forehearthda renklendirme, 1990 yılından itibaren kendi saha deneyimlerimizin de katılması ile standartlaştırılarak, günümüzde sayısı 25'e varan renklendirme hattında geniş bir renk ve üretim kapasitesi aralığında uygulanmaya devam etmektedir.

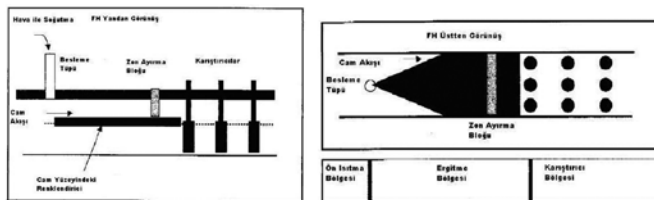
2.1. Renklendirme Forehearth Tasarımı

Forehearth'ların en temel görevi çalışma havuzunu geçerek şekillendirme makinesine gidecek camın ısı olarak koşullandırılmasıdır.

Yeni bir renkli forehearth'ın tasarımı ve yerleşimi aşağıdaki kriterlere göre belirlenmektedir:

- Hat çekişi, ton/gün
- Üretilecek cam renk/leri
- Kullanılacak renklendirme malzemesi ve besleme oranı
- Fabrika sahasında mevcut yer kısıtları
- Uygun renkli forehearth camla temas ve üst yapı refrakterlerinin seçimi
- Camın forehearthın belli bölgelerinde kalma süresi

Genel olarak renklendirme bölgesi olmayan forehearth'larda ısıtma/soğutma ve dengeleme adı verilen iki bölge bulunmaktadır. Renkli üretim yapılan forehearth yapılarında ise ısıtma/soğutma ve dengeleme bölgelerinin öncesinde renk yapıcı maddelerin beslenmesi, ergimesi ve homojen halde karıştırılabilmesini sağlayan ek bir bölgeye gerek duyulmaktadır. "Renklendirme bölgesi" olarak adlandırılan bu kısım üç alt bölümden oluşmaktadır. (Şekil 1)



Şekil 1: Renklendirme Forehearth'ı Şematik Gösterimi

- Ön-Isıtma Bölgesi : Çalışma havuzundan renklendirici besleme noktasına kadar.
- Eritme Bölgesi : Renklendirici besleme noktasından 1. sıra karıştırıcılara kadar.
- Karıştırıcı Bölgesi : 1. sıra karıştırıcılardan son sıra karıştırıcılara kadar olan bölgedir.

2.1.1. Ön-Isıtma Bölgesi

Renklendiricinin eritilebilmesi ve gerekli uygun sıcaklık değerlerinin sürekliliği için yeterli yakma kapasitesi ve kontrol olanağı sağlanmaktadır. Yakma kapasitesinin artırılmasının gerektiği durumlarda çift sıra bek kullanılmaktadır.

2.1.2. Eritme Bölgesi

Eritme bölgesinde, cam yüzeyi üzerine serilen renklendirici tamamen eriyerek yapısındaki gaz içeriğinden kurtulmaktadır.

Renklendirici camdan daha yoğun olmakla birlikte özel şekilli (ince yassı plakalar şeklinde) üretilerek geniş yüzey alanları sayesinde cam yüzeyinde kalarak forehearth yakma sisteminden en hızlı şekilde gerekli ısıyı alıp içerdiği gazlardan kurtulmalı, 1. sıra karıştırıcı hizasına gelinceye kadar ana cam akımı ile karıştırılabilecek özelliklerde renkli bir sıvı haline gelmelidir.

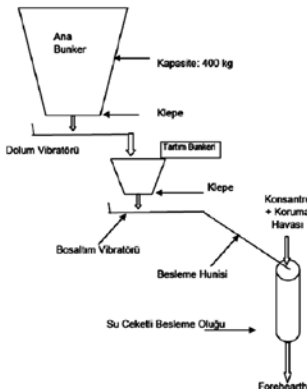
Eritme bölgesinden yanma gazlarının uygun şekilde uzaklaştırılması ve uygun baca koşullarının sağlanması özellikle indirgen renk koşulları için önemlidir. Renklendirici erirken, yanma atmosferindeki oksijen oranının hassas oransal kontrolü ve yakma sisteminin yeterli ısı kapasitede olması dikkat gerektiren temel unsurlardır.

2.1.3. Karıştırıcı Bölgesi

Eriyen renklendiricinin, renk damarları veya habbe oluşturmada ana cam akımı ile uygun şekilde karıştırılmasının sağlandığı bölgedir. Forehearth “karıştırıcı kapasitesi”ni tanımlayan en temel kontrol değişkenleri cam derinliği, toplam karıştırıcı grubu sayısı ve her gruptaki karıştırıcı sayısıdır. Üretilen renk ve üretim kapasitesi doğrultusunda karıştırıcı grup sayısı ve karıştırıcı tipine karar verilmektedir.

2.2. Renklendirici Besleme Ekipmanı Tasarımı

Forehearth’da renklendirme yapılabilmesi için aşağıda detayları verilen ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. (Şekil 2 Besleme Ekipmanı Şematik Gösterimi)



Şekil 2: Besleme Ekipmanı şematik gösterimi

2.2.1. Renklendirici Aktarım Sistemi

Cam üretim katından forehearth yanındaki stok bunkerine renklendiricinin beslenmesini sağlayan sistemdir. Kovalı elevatör, pnömatik tüp veya manuel olabilir. Ticari olarak satılan otomatik sistemler de bulunmaktadır.

2.2.2. Tartım Sistemi

Başlıca üç görevi vardır.

- Stok bunkerinden renklendiriciyi alır. (Bunkere renk malzemesi beslemesi manuel veya otomatik sistemlerle olabilir)
- Kontrollü bir şekilde renklendiriciyi tartar ve/veya yayar. Renk besleme volumetrik(vidalı besleyici) veya gravimetrik olabilir (kantar veya "load cell" kullanır, kontrol hassasiyeti daha yüksektir.
- Tartılan renklendiricinin forehearth üzerinde yerleşik besleme sistemine sürekli akış halinde vi brasyonlu tüp konveyörle kesintisiz aktarımını sağlar.

2.2.3. Besleme Sistemi

Forehearth içerisine renklendiriciyi besleyen sistemdir. Forehearth üst yapısında bulunan bir veya daha çok besleme deliğinden (daire, elips gibi çeşitli şekil ve çaplarda) cam yüzeyine tartım sistemince gönderilen renklendiriciyi aktarır. Tipik olarak forehearth refrakter üst yapısı içerisine giren su veya hava soğutmalı metal bir tüp ve dağıtıcısı şeklindedir. Besleme tüpüne verilen soğutma havası, forehearth yanma atmosferine etki ederek özellikle indirgen renklerde renk oluşumuna olumsuz etki edebilir. Yeterli soğutma olmaması durumunda ise besleme tüpü zarar görerek renklendiricinin tüp içerisinden akmasına engel olacağından soğutma havası önemli bir işletme değişkenidir, uygun bir vana veya damper sistemi ile hava debisi ve basıncının kontrol edilmesi gereklidir.

2.2.4. Karıştırıcı Sistemi

Erimiş renklendiricinin cam içerisinde homojen dağılımını sağlamak amacı ile kullanılır. Başlıca bölümleri;

- Refrakter karıştırıcılar (helezon, paddle tip veya kombinasyonu olabilir)
- Hava soğutmalı paslanmaz çelik tutucu mekanizması ve ısı kalkanı
- Karıştırıcı grubu kaldırma mekanizması
- Hız kontrollü elektrik motoru ve karıştırıcı tahrik mili
- Karıştırıcı grubu destek çerçevesi

2.2.5. Kontrol Sistemi

Başlıca üç görevi bulunmaktadır.

- Karıştırıcı hız ve yön kontrolü. Yüksek sıcaklık sebebi ile karıştırıcı hava soğutma fanlarının kontrolünü de yapar.

- Renklendiricinin besleme ve akış kontrolü. İşletmecinin renklendirici besleme hedef değerleri ve tartım sıklığını kontrol eder. Tartım sistemi, vibro besleyici, tüp konveyör gibi her birimin bağımsız kontrolü ile ayarlarının yapılmasını sağlar.
- Komple besleme sisteminin hata uyarılarının izlenmesi işletmeciye gerekli uyarıların aktarılmasını sağlar.

3. Tasarımda Yapılan ve Yapılacak Gelişmeler

Yeni renkli hatların tasarımında mevcut işletme koşullarını iyileştirecek, renk geçiş sürelerini kısaltacak, rengin daha homojen karışmasını sağlayacak, değişik cam derinlikleri (düz taban/kademeli taban), besleme deliği şekli ve pozisyonu ile refrakter malzemeleri üzerinde denemeler yapılmıştır.

3.1. Cam Derinliği ve Dip Akıtma Uygulaması

Özellikle renkliden renksiz cama geçiş süresini kısaltmak amacıyla çeşitli forehearth renklendirme bölgesi cam derinliklerinde ve dip akıtma uygulanarak yapılan geliştirme çalışmalarında çok koyu renkler dışında pratik uygulamada belirgin bir fark görülmemiştir.

Şişecam bünyesinde CEE renklendirme hatlarında hem tabanı düz hem de kademeli cam derinlikli ve dip akıtmalı hatlar mevcuttur.

Özellikle dip akıtmanın, uygun tasarım ve belirli bir minimum günlük cam akıtma kapasitesi sağlanması durumunda, forehearth tabanında biriken renk kaynaklı inhomojenite ile birlikte ergitme kaynaklı damar hatalarının giderilmesinde de faydalı olacağı düşünülmektedir. Yaşanan üretim sorunlarının giderilmesinde faydalı bir araç olan dip akıtmanın işletimi kolay ve en az bakım ihtiyacı oluşturacak şekilde tasarlanmış olması gereklidir, bu konuda işletmelerimizde farklı firmalara ait dip akıtma sistemleri denenmektedir. Dip akıtmadan alınan camın üretim kaybı olarak görülmemeyerek problem yaşanan dönemler dışında da periyodik olarak çalıştırılması, gerek cam kalitesinin korunmasını sağlayacak, gerekse zaman zaman yaşanan tıkanma problemini ortadan kaldıracaktır.

3.2. Refrakter İyileştirmeleri

Yüksek sıcaklıklarda çalışılan ön ısıtma/eritme bölgesi forehearth atmosferinde, renk malzemesinden kaynaklanan bor buharlarının aşındırıcı etkisi, gerek camla temas gerekse forehearth üstyapı (bek ve kapak taşı) refrakterlerinin (hat çekişi, renk malzemesi besleme oranı ve içeriğine bağlı olarak) 4-5 senelik aralıklarla yenilenmesini gerektirmektedir.

Renklendirme uygulamalarının başladığı ilk yıllarda 2 yıla kadar düşen üstyapı yenileme süreleri, refrakter üreticisi firmalarla yapılan görüşmeler, hat üstü denemeler ve CAM'da yapılan laboratuvar çalışmalar sonucu iyileştirilmiştir. En uygun üstyapı refrakter malzemesi olarak zirkon mullit kalite belirlenmiştir. Forehearth camla temas refrakterleri olarak ise elektrodöküm AZS kalite malzeme kanal taşları, ön ısıtma, ergitme ve karıştırıcı bölgelerinde daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Söz konusu refrakterlerin farklı renklendirici malzemelere (frit ve renk konsantresi) karşı dayanımı CAM'da karşılaştırmalı deneylerle test edilmektedir.

3.3. İşletme Koşulları

- Sıcaklık ölçen ekipmanların (termokupl veya fiberoptik) uygun kontrol noktalarına yerleştirilmeli ve her kontrol bölgesi bir önceki bölgenin çıkış sıcaklık değerini referans alarak kontrol edilmelidir.
- Üretim sırasında renk malzemesinin ergime karakteristiğinin sürekli görsel takip ve değerlendirmesinin yapılması gereklidir. Bu amaçla forehearth üst yapısında uygun yerlerde gözetleme delikleri bulundurulmalıdır.

4. Renkli Bardak Üretimi – CEE İçin Yapılan Çalışma

4.1. Cam Renklendiriciler

Forehearth’da renklendirme ile camın renklendirilmesi gerek rekabet gerekse ürün çeşitliliği açısından çok önemlidir. Cam Ev Eşyası ve Cam Ambalaj fabrikalarımızda camın forehearth’da renklendirilmesinde iki çeşit malzeme kullanılmaktadır. Bu amaçla frit ve renk konsantresi kullanılarak cama renklendirici eklenir ve forehearth işletme koşullarının uygun duruma getirilmesi ve karıştırıcılar yardımıyla cam istenilen oranda renklendirilmiş olur.

4.1.1 Renk Konsantresi

Camın F/H ‘da renklendirilmesinde kullanılan iki farklı tip renklendiriciden biri olan renk konsantresi, çok ince tane boyutunda olan yüksek oranda renklendirici içeren malzemenin ergitilmeden karıştırılarak bağlayıcı yardımıyla bir araya getirilmesiyle oluşur.

Camlaşmamış bir malzeme olan renk konsantresinin üretiminde bağlayıcının çok kritik rolü vardır. Bağlayıcı, konsantre cama atılır atılmaz bölgesel ve geçici olarak cam birleştiği ile renklendirilen camın arasındaki füzyon sıcaklığını düşürerek konsantrenin renklendirilen camda kolayca ve hızlıca yayılmasını sağlar. Aynı zamanda renklendirilen camın temel karakterini de değiştirmeyecek kadar seyrelmelidir.

4.1.2 Frit

Cam yapıcı ve ergitici oksitlerle, yoğun renk verici metal oksitlerin bir araya gelerek homojen bir şekilde karıştırılması ve ortalama 1300 0C sıcaklıkta ergitilerek daha sonra çeşitli yöntemlerle (hızlı soğutma ya da pul formunda üretim) ufak parçalar haline getirilmesi ile oluşan camsı malzemeye frit adı verilmektedir. Frit, camsı yapıda bir malzeme olmasına karşın, kompozisyonu, üretim şekli ve özellikleri açısından endüstriyel camlardan farklılık gösterir.

F/H’da renklendirmede kullanılan fritin özellikle nikel ve krom gibi erime sıcaklığı çok yüksek olan elementleri içermesi durumunda alkali ve bor barındıran yapıda olmasının ergimemiş partikül riskini azalttığı bilinmektedir. Özellikle bor, ergitici ve cam yapıcı özelliği sebebiyle soda ile birlikte frit kompozisyonlarında sık olarak kullanılmaktadır.

F/H’da renklendirmede camın kısa sürede ve homojen olarak renklendirilmesi söz konusudur. Bu nedenle, renklendirici olarak kullanılan fritin F/H sıcaklığında düşük viskoziteye sahip, kolaylıkla eriyebilir özellikte olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, ek olarak frit miktarının da üretilecek camın kalitesi ve enerji tasarrufu açısından en aza indirilmesi uygundur. Hedeflenen rengin en az frit eklenerek elde edilebilmesi amaçlandığından, frit kompozisyonları yüksek seviyelerde renk verici metal oksitleri içermektedir.

4.2. Cam Ev Eşyası (CEE) İçin Yapılan Çalışma

2006 yılı sonunda CEE grubu tarafından talep edilen 6 farklı (ametist, sarımsı yeşil, yeşil, mavi, violet ve füme) renkli bardak üretimi projesi kapsamında müşteri tarafından iletilen numunelerin incelemesi yapılmış ve renk konsantresi üreten bir firma ve frit üreticisi başka bir firmadan uygun renklendirici teklifleri istenmiştir. Firmalar termini çok kısa olan bu talep için çalışmış ve yaklaşık 1 ay içerisinde talep edilen 6 renk için uygun buldukları renklendiricilerle üretilmiş numuneler göndermişlerdir.

Söz konusu numuneler Cam Araştırma Merkezi’nde incelenmiş ve firmalar orijinal numunelere uygunluk konusunda yönlendirilmiştir. Talep edilen renklerden üretimde habbe, hata ya da renk kararlılığında zorluk yaşanma riski olan violet, ametist ve sarımsı yeşil renkler için renklendiriciler karşılaştırılmış, üretimde probleme neden olma potansiyelleri değerlendirilerek firmalardan gereksinim duyulan iyileştirmeler talep edilmiştir. Bununla birlikte, fiyat bilgileri de sağlanarak renklendiriciler karşılaştırılmıştır.

Söz konusu renklendiriciler firmalardan istenerek bunların kimyasal kompozisyonları belirlenmiştir. Firmalar tarafından ve ATGMY Renk grubu tarafından belirlenen renklendirici besleme oranlarına göre renk numuneleri hazırlanmış, üretimde kullanılması gereken uygun besleme oranları tespit edilmiştir.

Müşteri tarafından talep edilen renklerin renklendiricileri ile renklendirici üreticisi firmaların renk numuneleri karşılaştırılarak bir rapor hazırlanmış ve üretimin yapılacağı fabrikalar olası riskler ve uygunsuzluklar konusunda uyarılmıştır.

Renkli üretimler sırasıyla mavi (1 Nisan), ametist (12 Nisan), yeşil (17 Nisan) (PK) ve füme (02 Mayıs), violet (28 Mayıs), sarımsı yeşil (20 Haziran) (PM) olarak gerçekleşmiştir. Üretim sırasında karşılaşılan renk ve üretim problemlerinin çözümüne yönelik çalışmalar yapılmıştır. Yeşil renkli ürün için yeni renk çalışması başlatılmış, ancak mevcut renk ile üretime devam edilmesi müşteri tarafından uygun görülmüştür. Violet üretiminin başlamasının ardından renk tonu hedefe göre daha pembemsi olmasına karşın işletme koşullarında yapılan değişikliklerle renk hedefe yaklaştırılmıştır.

PK ve PM’de üretilen renklere ait üretim için gelen renk konsantrelerinin analiz ve testleri yapılmış, renklendirici üreticisi firmanın onay amaçlı gönderdiği ürün ile karşılaştırması yapılarak uygun görülmüştür.

PK fabrikasında forehearth'ta renklendirme çalışmaları kapsamında mevcut kullanılan renklendiricilere alternatif malzemelerin PK-D2 hattında denenmesine yönelik renkli bardak projesi kapsamında üretilen 6 farklı rengin (ametist, sarımsı yeşil, yeşil, mavi, violet ve füme) yanısıra maryland mavi ve georgia yeşil renklerin de konsantre yerine frit kullanılarak denenmesine karar verilmiştir. Bu kapsamda mevcut frit miktarlarına göre hesaplamalar yapılmış olup yukarıda belirtilen renklerin üretim sıraları da belirlenmiştir. Deneme forehearth'ında deneme üretimi sırasında dikkat edilmesi gereken frit karışımının hazırlanması, işletme koşulları ve numunelerin değerlendirmesi konusunda PK ile CAM birlikte çalışmıştır.

Renk konsantresi ve fritlerin eşit koşulda karşılaştırılmasının yapılabilmesi amacıyla frit denemelerinin ardından söz konusu renklerin üretiminde kullanılan renk konsantreleri ile de D2 forehearth'ında deneme üretimi yapılmıştır.

5. Sonuç

Küreselleşmede yeni ürün pazarında avantaj sağlayan renkli camlarda üretim esnekliği ve üretim hızı nedeniyle tercih edilen forehearth'da renklendirme yöntemi birçok cam üreticisi tarafından uygulanmaktadır. Renklendirme sırasında karşılaşılabilecek problemlerin üretim öncesinde belirlenip çözümüne yönelik çalışmaların yapılması üretim kalitesi ve müşteri memnuniyeti açısından çok önemlidir.

Son yıllarda gerek forehearth tasarımındaki gelişmeler sayesinde, gerekse bilimsel çalışmalar ve deneyimlerle elde edinilen bilgiler ışığında, farklı renkler ve renkli üretim miktarı katlanarak artmaktadır. Önümüzdeki yıllarda rekabette büyük üstünlük sağlayacağı öngörülen renkli camlar ve üretim yöntemleri konusunda çalışmalar devam etmektedir.

6. Kaynak

"Forehearth'da Renklendirme ve Renklendirici Üretimi" ATGMY Mavi Rapor No: 751, Ocak 2007

PRES-BLOW ÜRÜNLERDE ÜRETİM HIZ ARTIŞI SAĞLANMASI

Ahmet Saraç - Savaş Saatçi

asarac@siseecam.com – ssaatci@siseecam.com

Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası / Cam Ambalaj

Kavanoz üretiminde IS makinesine devir verilmesinde en önemli kısıt, yüksek şekillendirme hızında ısının müldebak kalıbından yeterince uzaklaştırılmaması sonucu ürün kafasında meydana gelen deformasyonlardır. Ürün kafasında meydana gelen deformasyonu ortadan kaldırmak amacıyla müldebakların üzerine kanallar ve ebüşör müldebak yuvasında bu kanallara denk gelecek şekilde delikler açılmıştır. Ayrıca müldebaklara verilen havanın debisini arttırmak için faraş kesit alanı büyütülmüş ve faraşların içerisinden basınçlı hava verilmiştir.

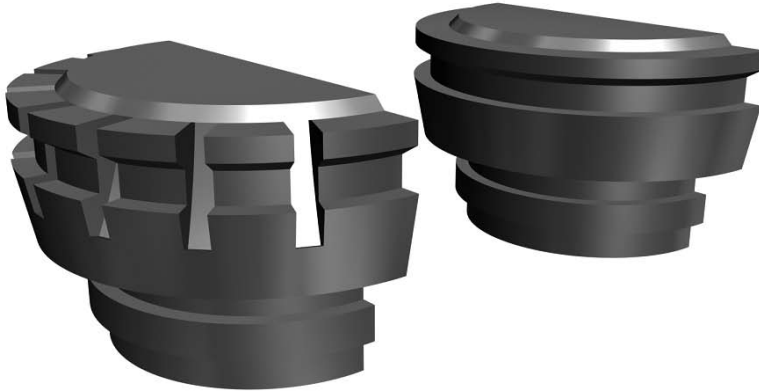
Yapılan bu işlemler sayesinde müldebak üzerindeki kanallardan içeriye giren kalıp soğutma havası müldebaktaki ısının taşınarak ebüşör üzerindeki deliklerden dışarıya atılmasını sağlamıştır. Müldebak kalıbının etkin şekilde soğutulması sonucu kafadaki deformasyonlar ortadan kaldırılmış olup kavanoz üretiminde %10-25 devir artışı sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kalıp, Müldebak, Ebüşör, Pres-Blow, Üretim iyileştirme

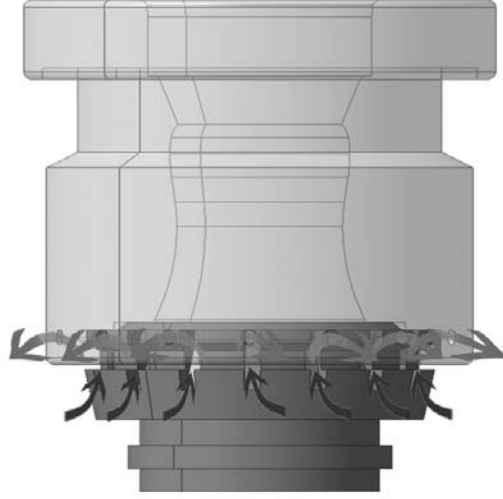
1. Müldebak kalıbının etkin soğutulması:

Pres-Blow ürünlerde devir artışını kısıtlayan en önemli parametre ürünün kafasının etkin soğutulmamasıdır. Kafanın geniş bir yüzey alanı olması, Blow-Blow prosese göre daha devirli olması ve damlanın daha sıcak olması, son olarak da proses gereği ebüşörde kafanın en son oluşturulması ile kafanın kalıpla olan temas süresinin kısa olması sonucu ısının yeterli miktarda alınmamasıdır. Müldebak kalıbını daha etkin soğutmak ve üretim hız artışını sağlamak için yapılanlar:

1.1. Kanal açılması: Müldebak kalıplarına kanallar açılarak (Şekil 1) soğutma yüzey alanı %7 büyütüldü ve bu havanın sirkülasyonun sağlanması için bu kanallara denk gelecek şekilde ebüşör kalıplarına delikler delindi (Şekil 2).



Şekil:1

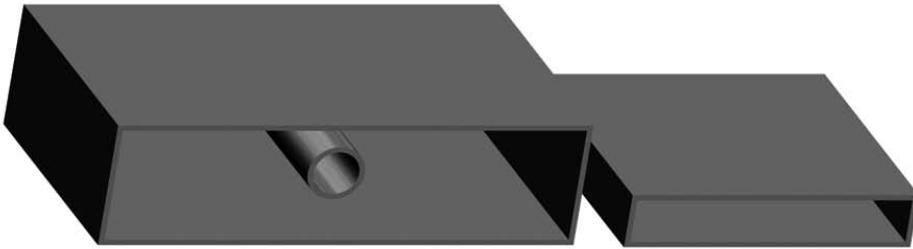


Şekil:2

1.2. Faraş dizaynı: Etkin soğutmayı sağlayabilmek için daha yüksek debide soğutma havası gereksinimi duyuldu. Yüksek debiyi sağlamak için yapılanlar:

1.2.1. Kesit alanı büyütülmesi: 500 mm² (10x50mm) olan faraş kesit alanı 1992 mm² (24x83mm) olarak yaptırıldı ve soğutma havası debisi yaklaşık %300 oranında artırıldı (30m³/saat eski tip, 118m³/saat yeni tip).

1.2.2. İçerisinden basınçlı hava verilmesi: Faraş kesit alanı daha fazla büyütülemediğinden dolayı gerekli olan ekstra debi, faraşın içine yerleştirilmiş ve iç çapı 10mm olan borudan 2,6 bar basınçlı hava verilerek elde ediliyor. Borudan verilen basınçlı havanın debisi yeni tip faraşın verebildiği debiden %2,5, eski tip faraşın verebildiği debiden %300 oranında fazladır (121 m³/saat). Şekil 3'te yeni tip ve eski tip faraşın karşılaştırmalı resmi verilmektedir.



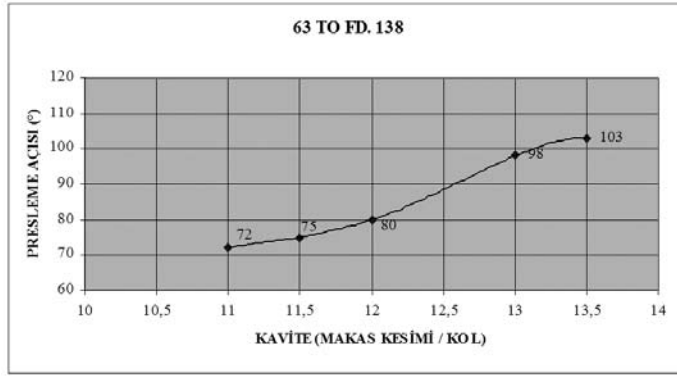
Şekil:3

2. Zamanlama ayarları: Müldebak kalıbının etkin bir biçimde soğutulması öncelikli olarak kafanın dış yüzeyini soğuttuğundan dolayı tek başına yeterli gelmemektedir. İç yüzey yeteri kadar soğutulamadığından göçük ağız hatası oluşma riski meydana gelmektedir. Bu riski önlemek için ebüşör kontakt süresi uzatılıp mastör temas süresi (presleme süresi) uzun tutularak iç yüzeydeki ısı alınmaya çalışılmıştır.

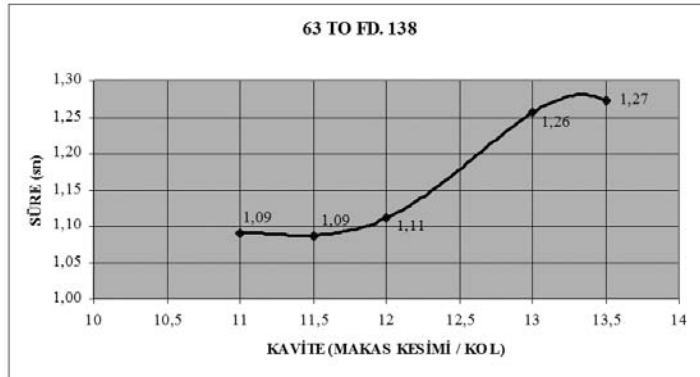
2.1. Presleme süresi: 63 TO FD. 138 kafa standardına sahip ürün için kaviteye bağlı değiştirilen presleme açısı ve süresi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Kavite	Presleme Açısı (°)	Presleme Süresi (sn)
11	72	1,09
11,5	72	1,04
12	75	1,04
13	98	1,26
13,5	103	1,27

Aşağıda verilen grafiklerden; şekil 4'te kavite-presleme açısı, şekil 5'da kavite-presleme süresi arasındaki ilişkiler görülebilir.



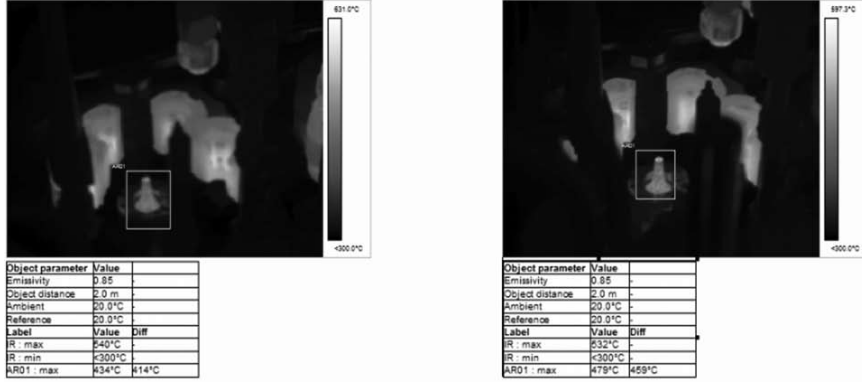
Şekil:4



Şekil:5

Ebüşör kontakt süresinin uzatılması reheat ve finisör kontakt sürelerini azalttığından ve devirli çalışıldığında finisörde ısının alınması gerektiğinden dolayı finisör kontakt süresi de uzun tutuluyor. Bu sürelerin uzun tutulması, parizonun iç ve dış sıcaklık farkının alındığı reheat süresinin kısa olmasına neden oluyor. Fakat devirli çalışıldığında kontakt sürelerinin kısa olması sıcaklık farkını azaltıyor ve reheat süresinin uzun olmasına gerek kalmıyor.

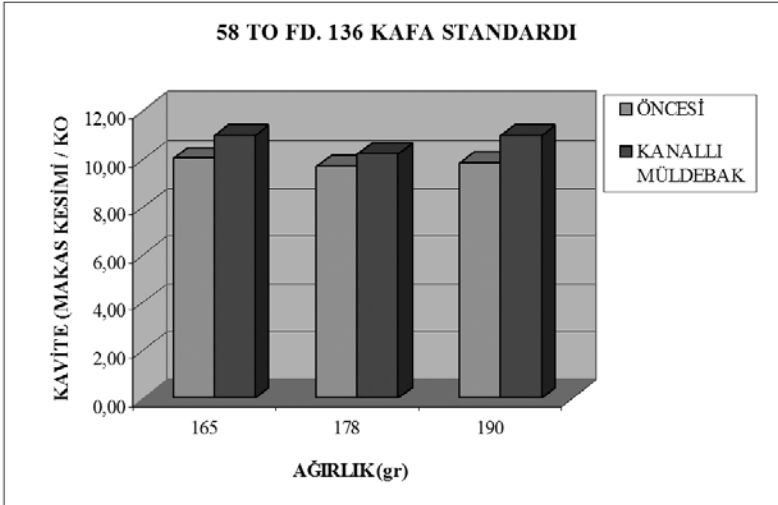
2.2. Mastörle alınan ısı: Termal kamera ile yapılan ölçümler neticesinde mastörlerde 45-50°C arası sıcaklık artışı olduğu görülmüştür. Bu artış parizonun iç yüzeyinden daha fazla ısı alındığını göstermektedir. Şekil 4'te aynı kolda önce normal ayarlar daha sonra yeni ayarlar girilerek çekilen termal kamera resimleri gösterilmiştir. Soldaki resim ebüşör kontakt süresi kısa olan eski çalışma ayarlarının mastör sıcaklığını göstermektedir (434°C), sağdaki resimde ise ebüşör kontakt süresi uzun tutulan çalışma ayarlarının mastör sıcaklığını (479°C) göstermektedir.



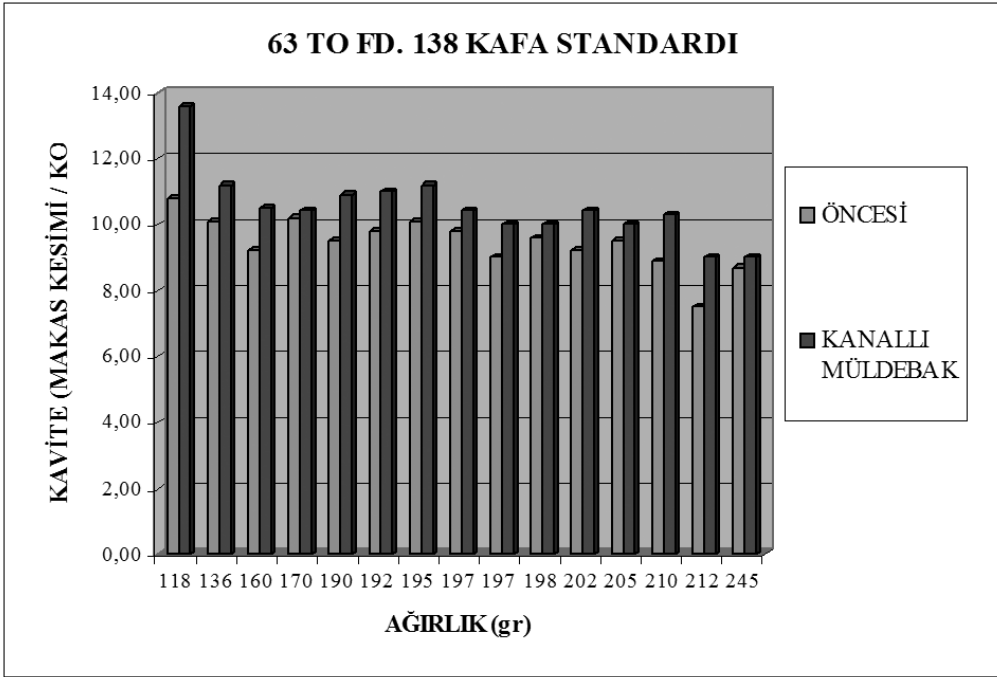
Şekil:6

Sonuçlar

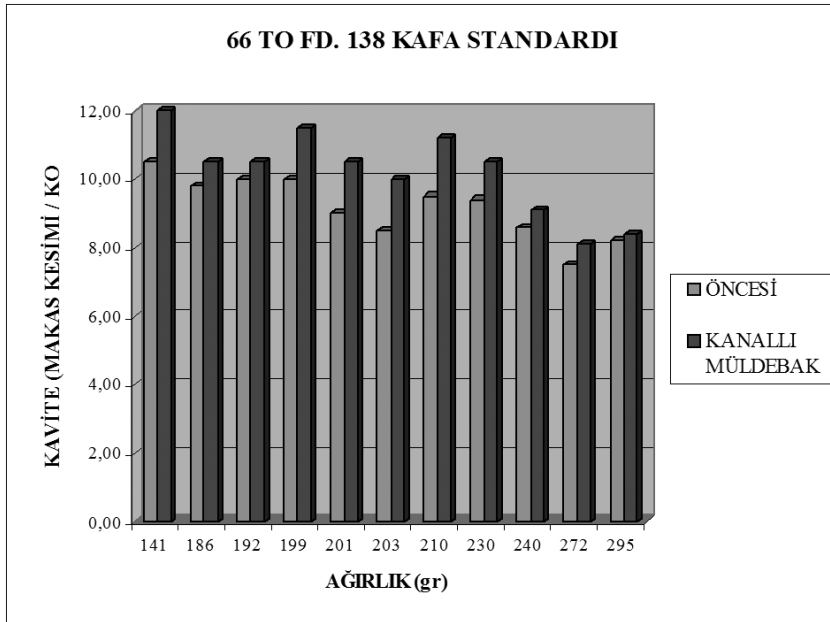
1. Müldebaklara kanal açılmasının üretim hız artışına etkisi: Müldebak kalıplarının etkin bir biçimde soğutulabilmesi için kalıplara açılan kanallar 58 TO FD. 136, 63 TO FD.138, 66 TO FD. 138 ve 28 TO FD. 130 kafa standardı olan ürünlere uygulanmış ve %2-25 arasında hız artışı sağlanmıştır. Kafa standartlarına göre elde edilen devir artışları aşağıda verilen grafiklerde gösterilmiştir.



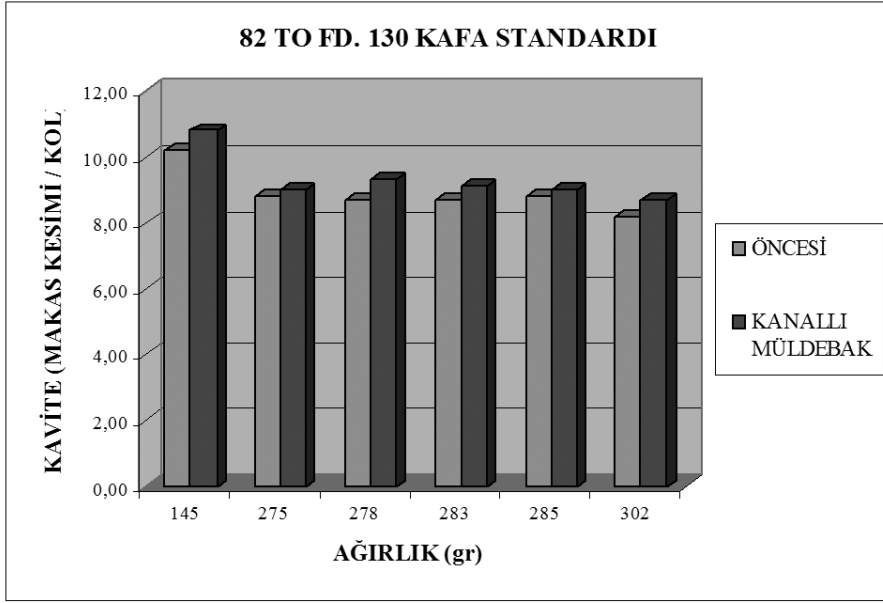
Şekil:7



Şekil:8

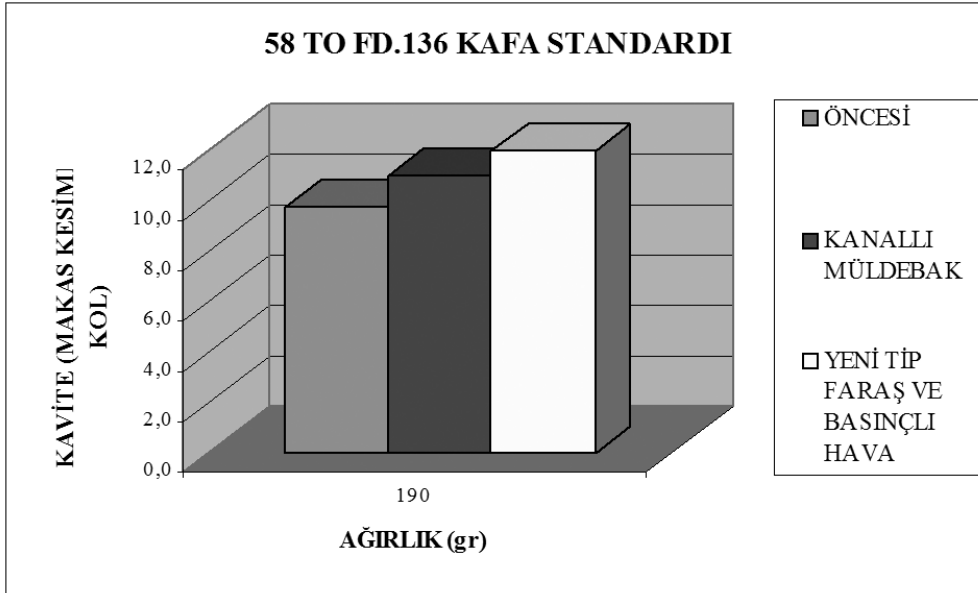


Şekil:9

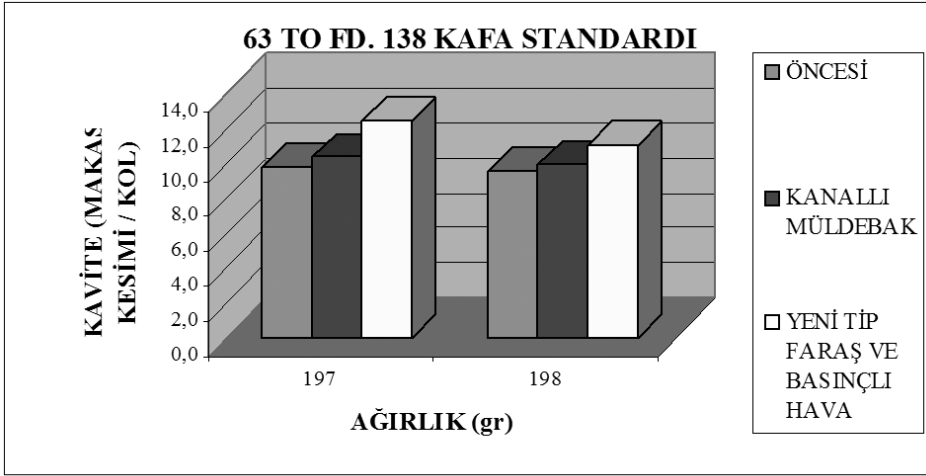


Şekil:10

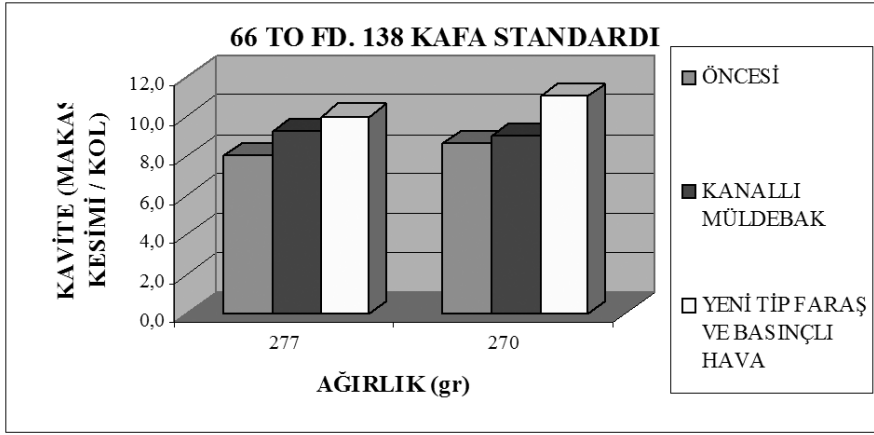
2. Faraş kesit alanının büyütülmesi ve basınçlı hava verilmesinin üretim hız artışına etkisi: Faraş kesit alanının büyütülmesi ve basınçlı hava verilmesi ile müldebak kalıbı soğutma havasının debisini arttırarak müldebak kalıbının daha etkin bir biçimde soğutulmasını amaçlayan çalışma 58 TO FD. 136, 63 TO FD. 138, 66 TO FD. 138 ve 82 TO FD. 130 kafa standardına sahip olan ürünlere uygulanmış ve %8-25 arasında hız artışı sağlanmıştır. Kafa standartlarına göre elde edilen devir artışları aşağıda verilen grafiklerde gösterilmiştir.



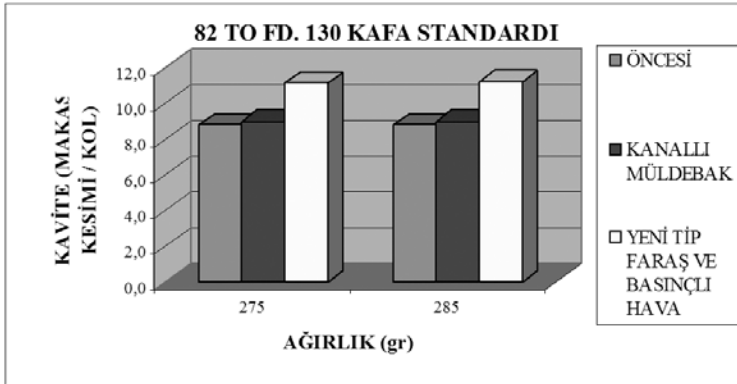
Şekil:11



Şekil:12



Şekil:13



Şekil:14

Ürün kafa standartlarına göre elde edilen ortalama üretim hız artışları: Aşağıda verilen tablodan 7, 8, 9 ve 10 numaralı şekillerin devir artış yüzdeleri “Sadece kanallı müldebak”, 11, 12, 13 ve 14 numaralı şekillerin devir artış yüzdeleri “Kanallı müldebak”, “Yeni tip faraş ve basınçlı hava kullanımı” ve toplam artış miktarı da “Toplam” satırlarında incelenebilir.

		Kafa Standardı			
		58 TO FD. 136	63 TO FD. 138	66 TO FD. 138	82 TO FD. 130
Ortalama üretim hız artışı (%)	Sadece kanallı müldebak	9	11	12	5
	Kanallı müldebak	12	5	10	2
	Yeni tip faraş ve basınçlı hava	9	16	15	24
	Toplam	22	22	26	27

3. Yapılan üretim hız artışları ile elde edilen faydalar:

- 3.1.1. Maliyet düşürülmesi
- 3.1.2. Müşteri isteklerinin kısa sürede karşılanması
- 3.1.3. Fırın kapasite kullanımının artırılması



E – CAMI ÜRETİMİNDE SÖNMEMİŞ KİREÇ KULLANIMI

Hale Haybat - Ümit Akın - Nilgün Bayhan

hhaybat@sisecam.com – uakin@sisecam.com – nbayhan@sisecam.com
Cam Elyaf Sanayii A.Ş. / Kimyasallar

Nilay Yamaç

nyamac@sisecam.com
Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü / Şişecam

Cam üretiminde CaO kaynağı olarak genellikle ~%56 CaO içeren kalker kullanılmaktadır. Ancak termokimyasal olarak kalkerli harmanın erimesi daha fazla ısı gerektirmekte ve kalker taneciklerinin bozunma süresine bağlı olarak erime gecikmektedir. Kalkere alternatif olarak minimum % 93 CaO içeren sönmemiş kireç (burnt-lime) kullanımı, ergimeyi hızlandırarak erime kapasitesini artırması dolayısıyla, m² den çekilen cam miktarının artması ve/veya ergitme bölgesinde yakıt sarfiyatının azalması gibi üretim prosesindeki olumlu etkileri nedeniyle tercih edilmektedir.

Kalkerin kireç fırınlarında ~ 900 °C de kalsine edilmesiyle elde edilen sönmemiş kirecin stabil kompozisyona sahip olabilmesi; kontrollü ve sabit koşullarda üretilmesini, alınacak azami tedbirler çerçevesinde taşınmasını ve stoklanmasını gerektirir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, yakıt maliyetlerimizi düşürmek amacıyla üretimde kalker yerine sönmemiş kireç kullanımının denemesi kararı alınmıştır.

Sönmemiş kireç kullanımı Şişecam’ da ilk olması nedeniyle, uygulama öncesinde kapsamlı bir ön çalışmanın yapılmasını gerektirmiştir. Bu çerçevede sönmemiş kireç analiz yöntemi belirlenmiş, kireç firmalarından temin edilen numunelerle laboratuvar boyutunda kullanılabilirlik çalışmaları yürütülmüş ve kullanım koşulları belirlenmiştir. Tedarikçi firma ile birlikte yürütülen iyileştirme çalışmaları sonucunda üretimde denenmiş ve alınan olumlu sonuçlar neticesinde kullanımına geçilmiştir.

Sönmemiş kirecin ergimeyi kolaylaştırıcı etkisi uygulamanın ilk safhalarında gözlemlenmiş ve fırın taban sıcaklıklarının yükselmesiyle yakıt tüketimi azalmıştır. Sabit çekişte sönmemiş kireçli harman tüketimi kalkerli harmana göre %10 azalmış, kemer sıcaklıkları düşmüş, kg cam başına yakıt tüketiminde ~ %16 oranında düşüş gerçekleşmiştir.

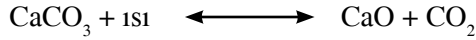
Anahtar Sözcükler : E- Camı, yakıt tasarrufu, kalker, sönmemiş kireç

1. Giriş

Cam üretiminde CaO kaynağı olarak genellikle kireç taşı/ kalker kullanılmaktadır. Kalker, doğada oldukça fazla miktarda bulunan karbonatlı tortul kayaç ve fosiller için kullanılan genel bir ifadedir. Kalker yapısında CaCO₃ ve MgCO₃ bileşiklerini birarada bulundurur. Yapısındaki MgCO₃ oranı arttıkça (%43’ e kadar çıkabilir) dolomitik kireç olarak adlandırılır. Yüksek kalsiyumlu kireç taşları

%97 – 98 oranında CaCO₃ içerir. Geri kalan kısmında ise, MgO'in yanısıra değişik oranlarda SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, SO₃ gibi safsızlıklar bulunur. Kalker teorik olarak %56 CaO, % 44 CO₂ içermektedir.

Kireç taşı ve ürünleri cam üretiminin yanısıra inşaat, kimya, demir-çelik, tarım, gıda, çevre gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Son yıllarda, E- camında kalker yerine kireç taşından elde edilen ve CaO oranı daha yüksek olan sönmemiş kireç (CaO) kullanımı yaygınlaşmaktadır. Soda-kireç-silis camlarında sönmüş kireç (Ca(OH)₂) kullanılabilirliğine ilişkin çalışmaların yürütüldüğü de bilinmektedir. Her iki kireç ürünü fırın ergitme kapasitesini artırması, enerji ihtiyacını azaltması dolayısıyla fırın ömrünün uzaması gibi kullanımında getirdiği olumlu sonuçları nedeniyle tercih edilmektedir. Sönmemiş kireç, kireç taşının kireç fırınlarında 900–1000°C' da kalsine edilmesiyle elde edilmektedir.



Kalsinasyon prosesi sonucunda elde edilen sönmemiş kirecin CaO oranı, kullanılan taşın kalitesine ve kalsinasyon prosesindeki (yanma koşulları) değişimlere bağlı olmakla birlikte minimum %93 seviyesindedir. Kalsinasyon prosesinde yanma ürünü olarak çıkan CO₂ ortamdan uzaklaşır.

Sönmemiş kireç kullanımının literatürden derlenen bilgiler doğrultusunda avantajları aşağıda verilmektedir.

Termokimyasal olarak kalkerli harmanın erimesi daha fazla ısı gerektirmektedir. Kalker fırında dekompoze olur ve tüm kalker tanecikleri bozunmadan yani CaO' e dönüşmeden (yanmadan) erime tamamlanamaz. Yakma işlemi cam fırınında tamamlandığından harcanan enerji de daha fazla olmaktadır. Dekompozisyonu sırasında açığa çıkan CO₂'nin, alevi etkileyerek yanmayı geciktirdiği, dolayısıyla tamamlanmamış ve yetersiz bir yanmanın olduğu savunulmaktadır. Sonuç olarak, kalkerin CaO'e dönüşmesi (dekompozisyonu) fırın içinde gerçekleştiğinden, erime ve yanma koşulları zorlaşmaktadır. İnce taneli kalker daha fazla parçacık içereceğinden yakma işlemi gecikecektir. Bu durumda da erimeyi çabuklaştırmak için bir miktar iri taneli kalkerin kullanımı tercih edilmektedir. İri tane miktarının ve/veya boyutunun artması ise, sıcaklığın etkisiyle dekrepite olarak bir miktar harmanın fırın atmosferine sürüklenmesine ve tozumanın artmasına neden olabilmektedir. Dekompozisyonu tamamlanmış sönmemiş kireç kullanımında ise harmanın erimesi hemen başlar ve silis tanecikleri hızla çözünür. Eriyik başına erime süresi kalkerli harmana göre %15 oranında kısalmaktadır. Bu da fırın ergitme kapasitesini artırdığından m²'den çekilen cam miktarını artırmaktadır. Sönmemiş kirecin daha fazla harmanı eritme etkisi vardır. Dolayısıyla, erime kapasitesindeki artışa bağlı olarak üretim artmaktadır.

Diğer taraftan, kalkerli harmanla aynı miktarda cam eldesi için eritilecek harman miktarı azalacağından ve erime süresi hızlanacağından fırın ergitme havuzu yakıt sarfiyatlarında önemli miktarda azalmanın olacağı kaçınılmazdır. Harman miktarındaki azalma, harman hazırlamakta kullanılan basınçlı hava ve elektrik giderlerini de düşürür.

Kalker kaynağına bağlı olarak organik malzeme içerebilir. Bu da özellikle renksiz cam üretimlerinde cam renginin bozulmasına neden olur. Sönmemiş kirecin elde edildiği kireç taşında olabilecek organik malzemeler kalsinasyon prosesi sırasında ortamdan uzaklaştığı için harmana katılma ihtimali yoktur.

Sönmemiş kireçli harman, kalkerli harmana göre daha düşük sıcaklıklarda eritildiğinden fırının kampanya süresini uzatabilme imkanı doğmaktadır.

Sönmemiş kireç kullanımındaki en önemli husus kompozisyonunda stabilitenin sağlanmasıdır. Bunun için de kullanılacak kireç taşı kompozisyonunun özellikle safsızlıklarının cam üretimine uygun olmasının yanısıra stabil olması gerekmektedir. Diğer önemli husus ise, kalsinasyon prosesinin kontrollü ve kararlı yapılmasıdır.

Sönmemiş kirecin avantajlarının yanısıra en büyük dezavantajı ise oldukça higroskopik yapıda olmasıdır. Suyu kolayca emerek kalsiyum hidroksite dönüşür. Bu nedenle havayla temas etmemesine özen gösterilmesi gerekir. Uygun koşullarda taşınmadığı ve stoklanmadığı durumlarda havanın nem ve CO₂'sini çekerek kompozisyonunda değişkenliğe neden olur. Çok ince taneli olması durumunda da yine nem alma özelliği ve tozuma problemi ile karşılaşmaktadır.

Kalsinasyon prosesinin iyi yapılmadığı koşulda sönmemiş kirecin çekirdeğinde kalsinasyona uğramadan kalan CaCO₃, kirecin CO₂ içeriğinin artmasına neden olduğu gibi, kalsinasyon ürünü olarak çıkan CO₂'nin ortamdan çabuk uzaklaştırılmaması durumunda da CO₂ gazları rekarbonizasyona sebep olarak CaCO₃'ün artmasına dolayısıyla kirecin CO₂ oranının artmasına, neden olur.

E- camında kükürt çözünürlüğünün az olması nedeniyle harmana giren sülfat miktarı diğer cam türlerine göre oldukça azdır. Bu nedenle hammaddelerde safsızlık olarak bulunan SO₃ miktarının az olması oldukça önemlidir. Sönmemiş kireç, hammadde (kullanılan kireç taşı) ve/veya kalsinasyon fırınında kullanılan yakıt kaynaklı bir miktar kükürt içerir. Bu da harmanda SO₃ seviyesinin artmasına neden olacağından, kullanılacak sönmemiş kirecin kükürt seviyesinin mümkün olduğunca düşük ve stabil olması önem kazanmaktadır.

Sonuç olarak; sönmemiş kireç iyi proses edildiğinde, taşıma ve stoklama koşullar elverişli olduğunda kalkere göre daha stabil bir hammaddedir. Tek başına değerlendirildiğinde pahalı bir hammadde olmakla birlikte sağladığı avantajlar kullanımını güçlü kılmaktadır. Bu nedenle, 2006 yılında yakıt maliyetinin düşürülmesi amacıyla üretimde sönmemiş kireç kullanımına geçme kararı alınmıştır.

2. Yapılan Çalışmalar

1998 yılında yurt içi ve yurt dışı kaynaklı numunelerle yapılan ilk deneysel çalışmalar sonucunda uygun tane boyut dağılımlı(+ 0,250 mm = %0; - 0,044 mm = %50 maks.) ve düşük kızdırma kayıplı (H₂O+CO₂) sönmemiş kirecin kalker yerine kullanılabileceği belirlenmiştir. 2005 yılında tamamen yurt içi firmalardan temin edilen sönmemiş kireç numuneleri ile deneysel çalışmalar tekrarlanmış ve safsızlık oranı düşük olan Öztüre Firması üretimi olan sönmemiş kirecin kullanımına karar verilmiştir.

2.1. Enstrumantal Analiz Yönteminin Belirlenmesi

Üretimde kullanılacak hammaddelerin siloya basılmadan önce kimyasal analizlerinin bilinmesi kontrollü ve stabil bir üretim için gerekli olan temel parametrelerden biridir. Sönmemiş kirecin klasik yaş metoduyla 1 hafta alan analiz süresini kısaltabilmek için XRF spektrometre tekniği ile analiz yöntemi geliştirilmiştir.

X-ray floresans tekniği, tüm enstrumantal analiz tekniklerinde olduğu gibi karşılaştırma yöntemine dayanmaktadır. Konsantrasyonları kesin ve güvenilir olan referans örnekler standart kabul edilerek spektrometrede analizlenmektedir.

Sönmemiş kireç standartları, çalışma aralığını genişletmek amacıyla ;

- Uluslararası kalker standartları kalsine edilerek,
- Saf CaCO_3 (min. %98,5'luk) üzerine bilinen oranlarda safsızlıklar eklenip sentetik olarak standart hazırlanarak,
- Saf CaO (min. %95'lik) aynı koşullarda hazırlanıp teorik değerleri standart değer kabul edilerek analiz yöntemiyle hazırlanmıştır.

Kalsinasyon işlemi iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada 580°C ' de sönmemiş kireç içindeki H_2O miktarı, ikinci aşamada ise 1000°C ' de CO_2 miktarı belirlenmiştir. Söz konusu testler, gravimetrik yöntemle Kızdırma Kaybı deney metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

Kireç içindeki safsızlıkların kalibrasyonu sırasında elementlerin birbiri üzerindeki matrix etkileri incelenerek, matrix correction faktörleri kullanılan bir regresyon modeli oluşturulmuştur. Bilinmeyen numunenin kimyasal bileşimini hesaplamak için elde edilen kalibrasyon doğrularının parametreleri, bilgisayar hafızasına yüklenmiş ve ölçüm sonuçları bu kalibrasyon parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Bilinmeyen numunenin analizi iki aşamada gerçekleştirilir :

1. XRF analiziyle, kirecin kalsine edilmiş durumdaki safsızlıkları analizlenir. Safsızlıkları oluşturan elementler: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , Na_2O , K_2O , SO_3 'dür.
2. Bu konsantrasyonların her biri, kızdırma kaybının toplam değerinin 100'den çıkarılmasıyla elde edilen değerle çarpılarak, orijinal (kalsine edilmemiş) numunedeki konsantrasyonlar bulunmuş olur.
3. Orijinal numunedeki CaO ise, 2. maddede bulunan elementlerin konsantrasyon değerleri toplamının 100' den çıkarılmasıyla elde edilir.

XRF tekniği ile yapılan sönmemiş kireç analizi 4 saatte tamamlanmaktadır. Bu tekniğin işlerlik kazandırılmasıyla hızlı ve ucuz analiz yapma imkanı doğmuştur.

2.2 Sönmemiş Kireç Teknik Özellikleri

Kullanılan sönmemiş kireç kimyasal kompozisyonu ve tane iriliğine ilişkin limit değerler Tablo 1 ve 2' de verilmektedir.

Tablo 1: Sönmemiş Kireç Kimyasal Özellikleri

Oksit	%
CaO	95 min.
Fe_2O_3	0,08 maks.
MgO	1,0
SO_3	0,5 \pm 0,1
H_2O	1,0 maks.
CO_2	1,5 maks.

Tablo 2: Kalker ve Sönmemiş Kireç Tane Boyutu

Tane Boyutu	Kalker %	Sönmemiş Kireç %
+ 0,250 mm		0
+ 0,175 mm	0	
+ 0,150 mm	0,5 maks.	
- 0,044 mm	70	46

Sönmemiş kirecin düşük seviyede Fe_2O_3 ve SO_3 içermesi ergitme ve elyaflaşma prosesi için önemli bir parametredir. SO_3 , ağırlıklı olarak kalsinasyon prosesinde kullanılan yakıttan kaynaklanmaktadır. Üretici firmanın kalsinasyon prosesinde kullandıkları petrokokun içerdiği kükürt, kalsinasyon sırasında kireç taşının yüzeyinde tutunmakta ve kirecin SO_3 ünün artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle üretici firma, kalsine taşın yüzeyini öğütme öncesinde soyarak SO_3 ü mümkün olduğunca azaltma yoluna gitmektedir.

Tablo 2' den de görüleceği üzere kullanılan sönmemiş kireç, nem alma ve tozuma problemine karşı önlem olması için kalkere göre biraz daha iri tanelidir.

2.3 Harman ve Cam Maliyetine Etkisi

Sönmemiş kireç kullanımının harman ve cam maliyetine etkisi kalker kullanımıyla karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Sabit cam kompozisyonunda % 55,30 oranında CaO içeren kalker harmanda %25,16 ; ortalama % 97,8 CaO içeren sönmemiş kireç ise %16,0 oranında kullanılmaktadır. Sönmemiş kireç kalkere göre % 64 daha pahalı bir hammadde olmakla birlikte kullanım oranının düşük olması maliyet avantajı sağlamaktadır. Sönmemiş kireç kullanımıyla birim harmanın cama dönüşmesi kalker kullanımına göre fazla olduğundan, diğer bir deyişle harman randımanının yüksek olması (~ %12 daha fazla) cam maliyetini ton başına % 0,85 oranında düşürmektedir. Dolayısıyla sabit cam çekişinde harman maliyeti düşmektedir.

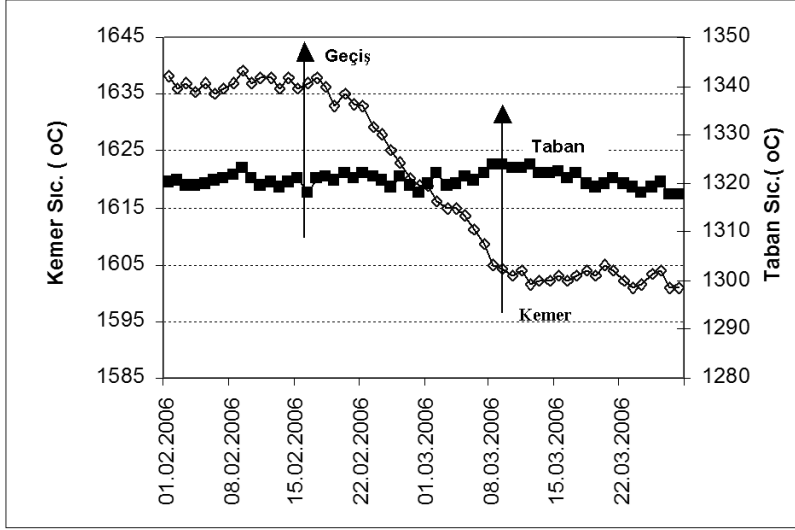
Diğer taraftan, sönmemiş kireç kullanımında harman randımanının yüksek oluşu, sabit cam çekişi için kullanılan harman miktarını da ~ %10 oranında azaltmaktadır.

3. Uygulama ve Sonuçları

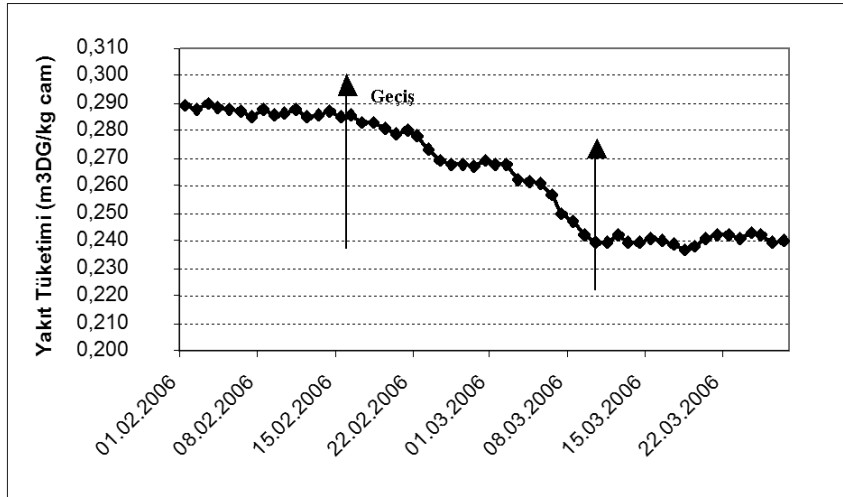
Sabit çekişte yakıt tasarrufu sağlamak amacıyla CE/2 no'lu fırında 16 Şubat 2006 tarihinde kalker yerine sönmemiş kireç kullanımına kademeli olarak toplam 22 günde geçilmiştir.

Geçiş öncesi ve sonrasında taban ve kemer sıcaklıklarındaki değişim Şekil 1'de, yakıt tüketim miktarı ise Şekil 2'de verilmektedir.

Geçiş sırasında fırın taban sıcaklıkları sabit tutulmaya çalışılmış, sıcaklıkların yükselme eğilimi göstermesiyle, kullanılan yakıt miktarı düşürülerek denge sağlanmıştır. Geçiş öncesinde kg cam başına yakıt sarfiyatı 0,287 m³ doğal gaz iken, geçiş sonrasında 0,240 m³ doğal gaza düşmüş ve yakıt tüketiminde ~%16 oranında tasarruf sağlanmıştır. Yakıt düşürülmesine paralel olarak fırın kemer kontrol sıcaklığı yaklaşık 35°C düşmüştür.

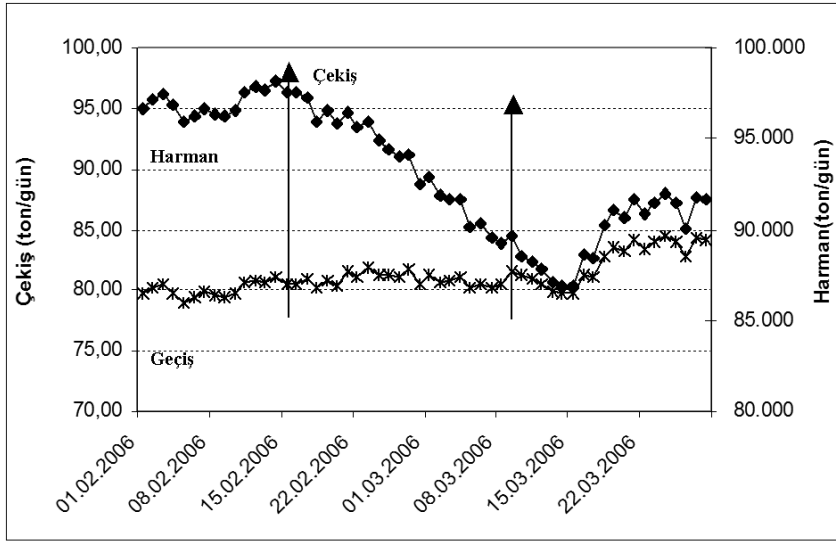


Şekil 1: Kemer ve taban sıcaklık değişimi



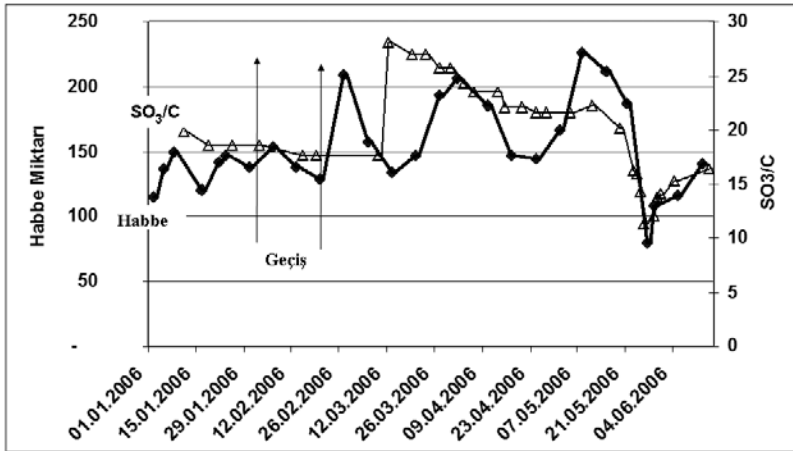
Şekil 2: Fırın birim yakıt tüketimi

Geçiş, çekiş artışı hedeflenmeksizin yapılmıştır. Şekil 3'den de görüleceği üzere geçiş süresince günlük çekiş ortalama 80 – 82 ton'da seyretmiştir. Geçiş öncesinde ortalama 97 ton olan günlük harman miktarı, geçiş sonrasında ~ 87 ton'a düşmüştür. Dolayısıyla, sabit çekişte sönmemiş kireç kullanımına geçişle harman miktarı ~ % 10 azalmıştır.



Şekil 3: Çekiş ve harman miktarı

Sönmemiş kireç kullanımının camın habbe seviyesi üzerindeki etkisi, geçiş öncesi ve sonrasında yapılan habbe sayımlarıyla takip edilmiştir. Camdaki habbe miktarı camın fırında kalış süresi ile direk ilişkide olmakla birlikte SO_3/C oranındaki değişimin de afinyon üzerindeki etkisi göz ardı edilemez. Şekil 4' den de görüleceği üzere, sönmemiş kireç kullanımına geçiş sonrasında camın habbe seviyesindeki değişimi, SO_3/C oranındaki değişimle ilişkilendirebilmek mümkündür. Geçiş öncesinde 0,40-0,45 seviyesinde olan harman SO_3 'ü geçiş sonrasında sönmemiş kireçten harmana SO_3 katılmasıyla 0,60 seviyesine kadar çıkmıştır. Bu durum SO_3/C oranının 17-18 seviyelerinden, geçiş sonrasında 25'lere kadar çıkmasına neden olmuştur. Söz konusu orandaki artışla camın habbe seviyesi de artmıştır. Grafikten de görüleceği üzere, geçiş öncesinde 100 gr. camda ortalama 138 adet olan habbe miktarı, geçiş sonrasında SO_3/C oranının 25'lere çıkmasıyla 180-200 adede kadar çıkmıştır. Habbedeki artışın yanı sıra, harmanda SO_3 'ün artmasıyla cam yüzeyinde oluşan köpük tabakası da kalınlaşmıştır. Bu noktada harmandaki SO_3 seviyesini düşürmek amacıyla sodyum sülfat tartım miktarı azaltılmış ve buna paralel olarak camın habbe seviyesi düşmüştür. Yapılan bu müdahale ile harman SO_3 seviyesi 0,32' ye; SO_3/C oranı 11'e, habbe ise 80-100 adede kadar düşmüştür. Geçiş öncesine göre daha indirgen koşulların sağlanmasıyla habbe miktarında azalma olmuştur.



Şekil 4: Habbe seviyesi ile SO_3/C ilişkisi



II.Fırında yapılan uygulamadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda Mayıs 2006 tarihinde III.Fırında da kalker yerine sönmemiş kirece geçiş programı uygulanmaya başlanmıştır. Ancak sönmemiş kireç SO_3 içeriğinin % 0,70 - 0,9 seviyelerine yükselmesi, fırın ergitme havuzunda köpük oluşumuna yol açmış ve problem çözümlenene kadar geçişe ara verilmiştir. Sönmemiş kireç SO_3 ' ü stabilite kazanana kadar her iki fırında da köpük artışına izin verilmeyecek oranda kalker ile birlikte kullanımı sürdürülmüştür. Tedarikçi firmanın yaptığı iyileştirme çalışmaları sonucunda sönmemiş kireçteki SO_3 miktarının $0,5 \pm 0,1$ seviyesinde sabit kalması sağlanmıştır.

Bugün, her iki fırında da kalker ile birlikte %90 oranında sönmemiş kireç kullanılmaktadır.

4. Yakıt Maliyetinde Tasarruf

II. Fırında 16 Şubat 2006 tarihinde başlayan sönmemiş kireç kullanımına geçişle, günlük 81 ton cam çekişi için doğal gaz tüketiminde ayda 114 000 m³ tasarruf sağlanmıştır. Bu da ayda 44 232 YTL tasarrufa karşılık gelmektedir.

5. Sonuç

E-Camı üretiminde yakıt maliyetini düşürmek amacıyla, CaO kaynağı olarak kullanılmakta olan kalker yerine kalsinasyon ürünü olan sönmemiş kireç kullanımına geçilmiştir. II. Fırında uygulama öncesi ve sonrasına ilişkin yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular aşağıda özetlenmektedir.

1. Farklı firmalara ait sönmemiş kireç numunelerinin incelenmesi sonucunda, kullanılabilir nitelikteki sönmemiş kirecin kimyasal ve tane boyutuna ilişkin limit değerler belirlenmiştir. Seçilen tedarikçi firma ile birlikte limit değerlerin sağlanabilmesine yönelik iyileştirme çalışmaları yapılmıştır.
2. Sönmemiş kireç, Şişecam' da ilk defa E- camı üretiminde kullanılmıştır.
3. Sönmemiş kireç analizinin XRF spektrometresi ile yapılabileceği bir analiz tekniği geliştirilmiştir. Klasik yaş metoduyla 1 hafta alan analiz süresi geliştirilen bu yöntem sayesinde 4 saate düşürülmüştür.
4. Kalker yerine sönmemiş kireç kullanımının ergimeyi kolaylaştırıcı etkisi uygulamada gözlemlenmiştir. Ergitme bölgesi taban sıcaklıklarının yükselme eğilimine karşı sıcaklıkları sabit tutabilmek için kemer sıcaklıkları düşürülerek yakıt kullanım miktarı azaltılmıştır. Ancak, zaman zaman tedarikçi firmanın kalsinasyon prosesinde kullandığı yakıttan kaynaklanan SO_3 artışına bağlı olarak gelişen olumsuzluklar, kullanım miktarını azaltarak kalker takviyesi yapma gereğini doğurmuştur. Aynı nedenle harman SO_3 seviyesini sabit tutabilmek için sodyum sülfat miktarı düşürülmüştür. Sonuç olarak diğer safsızlıkların yanı sıra, düşük ve stabil SO_3 içerikli sönmemiş kireç temini, üretimde kullanım sürekliliğinin sağlanabilmesinin ön koşulu olmuştur.
5. Sönmemiş kireç kullanımında ; sabit çekişte harman miktarı %10 azalmış, harman randımanı %12 artmıştır.
6. Stabil SO_3 içeriğine sahip sönmemiş kirecin her iki fırında %90 oranında kullanımıyla;
 - Harman maliyetinde ayda 11.000 YTL ,
 - Yakıt maliyetinde ayda 125.000 YTL

olmak üzere toplam 136.000 YTL tasarruf sağlanmıştır

YAN ÜRÜN SODYUM SÜLFATIN SAFLAŞTIRILMASI

F.Tamer Akköseoğlu - Dr. Hülya Özkan - Özlem Lale - Esra Gürışık

takkoseoglu@siseecam.com – hozkan@siseecam.com – olale@siseecam.com – egurısık@siseecam.com

Grup Geliştirme Müdürlüğü / Kimyasallar

Kromsan Fabrikası sodyum bikromat ve kromik asit üretim prosesi yan ürünü olarak elde edilen sodyum sülfat, krom(+6) içeriğı nedeniyle satışında zorluk çekilen bir üründür. Çoğunlukla yurtiçi ve yurtdışında kağıt endüstrisine (kraft tipi) satılmaktadır. Dünyada ürün sorumluluğuna ilişkin gelişmekte olan gönüllü veya mecburi kurallar bu ürünün ürün kimliğini tehlikeye atma düzeyine gelmiştir. Satılmaması halinde yaklaşık % 0,2 (wt) sodyum bikromat içeriğı nedeni ile ürünün tehlikeli atık sınıfına girmesi söz konusu olacak, bertarafı çok yüksek maliyete yol açacaktır.

Sodyum sülfatın ürün kimliğinin güçlendirilmesi ve daha yüksek katma değer yaratılarak satılması için +6 değerli krom bileşiklerinden arındırılması geçmiş yıllarda incelenmiş, ekonomik olarak uygun bulunmamış bir konu idi. 2005 yılında yürütülen geliştirme çalışmaları ile hem yatırım hem de işletme maliyetini düşüren bir dizi çalışma yürütülmüştür. Bunlardan en önemlisi ticari sodyum metabisülfat yerine bazik krom sülfat ünitesi SO₂ gaz yıkama ünitesi atık sularının, kullanımının uygunluğunun tespiti olmuştur.

Ürünün kaynağı kimyasal bir proses olması nedeniyle, krom bileşiklerinden arıtıldığında çok saf bir ürün elde edilecek olup bu da doğal sodyum sülfat üreticileri karşısında önemli bir üstünlük sağlayacaktır.

Beyaz sodyum sülfatın bünyemizde cam fabrikalarında kullanılıyor olması her iki taraf için de avantaj yaratacaktır. Ürün cam dışında deterjan, kağıt ve tekstil sanayinde kullanılabilir.

Temel Mühendislik çalışmaları tarafımızca yapılan, yatırımı halen devam eden bu projenin tamamlanması ile proses yan ürünü olan sodyum sülfat katma değeri yüksek bir ürün haline gelecektir. Toplam yatırım bedeli yaklaşık 7 mio USD olan projenin geri ödeme süresi satış fiyatı yaklaşımlarına göre 1,5 ile 2 yıl arasındadır.

Anahtar sözcükler: sodyum sülfat, yellow cake, yan ürün

1. Giriş

Sodyum Sülfat birçok sanayi dalında talebi devamlı artan nötr bir tuzdur. Na₂SO₄ formülü ile gösterilen susuz sodyum sülfat (thenadrite); mirabilit veya Glauber tuzu diye anılan ve Na₂SO₄.10H₂O formülü ile gösterilen ise kristal sodyum sülfattır. Dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de başta tuzlu ve acı sular içeren göllerden, katı halde bulunan maden yataklarından ve kimyasal proseslerden yan ürün (sentetik) olarak elde edilmektedir.



Dünya genelinde en önemli yan ürün kaynağı krom kimyasalları üretimi olmakla beraber % 0,2 (wt) sodyum bikromat içeriği nedeni ile tüketiminin sınırlı olması yanı sıra ürün olarak katma değeri de oldukça düşüktür.[1] Kromsan Fabrikası yan ürünü olarak elde edilen bu kimyasalın dünyada ürün sorumluluğuna ilişkin gelişmekte olan gönüllü veya mecburi kuralları kimliğini tehlikeye atma düzeyine geleceği göz önüne alınarak, proaktif bir yaklaşımla çevreci ve katma değeri yüksek bir ürün sınıfına taşınabilmesi için içerdiği krom kirliliğinden arındırılmak üzere bir saflaştırma prosesi geliştirilmiştir. Bu öngörü zaman içinde gerçekleşmiş, geçtiğimiz yıllarda satışı sorun olmayan bu ürünün hem satışı hem de taşınması oldukça sorunlu hale gelmiştir.

Spesifik ürünler sınıfında değerlendirilebilecek krom kimyasalları üretimi dışarıdan temin edilmesi oldukça güç veya knowhow bedeli oldukça yüksek teknolojiler gerektiren bir alandır. Bu proses için teknolojiye sahip olduğu tespit edilen dış kaynaklı firmalarla yapılan temaslarda projenin katma değerini ortadan kaldıran 15 ile 20 Mio USD mertebelerinde anahtar teslim teklifler alınmıştır. Bu aşamadan sonra tam bir Ar-Ge çalışması ile proses geliştirilmiş ve Temel Mühendisliği kendi öz kaynaklarımızla gerçekleştirilerek yaklaşık 7 Mio USD maliyeti ile 2008 yılı içinde üretime geçecek noktaya gelinmiştir.

2. Kullanım Alanları ve Şişecam Cam Üretiminde Hammadde Olarak Sodyum Sülfat

Sodyum sülfat da soda gibi pek çok sanayinin ana hammadde girdisidir, başlıca alanları deterjan, kağıt, gübre, tekstil ve cam sanayidir. Toz deterjan sanayi sodyum sülfatın en büyük kullanım alanıdır. İdeal bir dolgu işlevine sahiptir, küflenmez, nötr ve ucuzdur. Selülozun kağıt sanayinin temel hammaddesi olması nedeniyle dünya ekonomisinde çok önemli yeri vardır. Sodyum Sülfat gerekli işlemlerden geçtikten sonra selülozun üretim aşamasında elyafın pişirilmesinde kullanılan en önemli kimyasallardan biridir. Pamuk, mısır, tütün, çay, muz ve turunçgiller gibi klora karşı hassas bitkilerin yetiştirilmesinde son derece önemli bir gübre olan Potasyum Sülfatın üretiminde kullanılan temel maddelerdendir. Tekstil sanayinde ise boyanın kumaşa homojen biçimde geçmesini sağlamaktadır. Ürün ayrıca alüminyum sülfat, sodyum sülfür, sudkostik gibi kimyasalların üretiminde de kullanılmaktadır.

Şişecam olarak yıllık yaklaşık 12 bin ton iç tüketim ihtiyacı ile cam harmanında afinan madde olarak sodyum sülfat kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. Harman reaksiyonlarında oluşan habbelerin cam eriyiğinden daha kolay uzaklaştırılmasını sağladığı bilinmekle birlikte harman ve cam fonksiyonlarına etkilerinde hala bilinmeyen noktalar bulunduğu ifade edilmektedir.[2]

Sanayide kullanılan sodyum sülfatın kimyasal özellikleri Aralık 1988 tarihli ve TS 1866 nolu Türk standardı ile belirlenmiş olup, bu standart Nisan 2001'de revize edilmiştir. Revizyon sonrası sanayide kullanılan sodyum sülfatın içerdiği safsızlıklara ilişkin limit değerler oldukça küçük değerlere çekilmiştir. Söz konusu standartta tane boyutuna ilişkin sınırlama bulunmamaktadır. Cam üretimi için safsızlıklara verilen bu limit değerler düşük olup, şirketimizde cam harmanlarında yer almak üzere alınan malzemeye, TS 1866 nolu Sodyum Sülfat standardında belirtilenden farklı bir spesifikasyon tanımlanmıştır.

Şişecam fırınlarında afinan malzeme olarak kullanıma uygun olabilecek sodyum sülfatın hem kimyasal özellikleri hem de tane boyut dağılımını içeren söz konusu spesifikasyon Araştırma ve Mühendislik

Müdürlüğü'nden alınan bilgiye göre aşağıda Tablo 1 – Susuz Sodyum Sülfat TS-Şişecam ve Hedeflenen Kromsan Özellikleri tablosunda “Şişecam” başlığı altında verildiği gibidir ve kurgulanan proseste ürün özellikleri olarak temel alınmıştır. Aynı tabloda TS 1866 Tip I, II ve III için ve Kromsan' ın hedeflediği ürün özellikleri de gösterilmiştir:

Tablo 1: Susuz Sodyum Sülfat TS-Şişecam ve Hedeflenen Kromsan Özellikleri

Özellikler		TS 1866 Susuz S. Sülfat			Şişecam	Kromsan
		Tip I	Tip II	Tip III		
Na ₂ SO ₄	%	≥ 99	≥ 97	≥ 95	≥ 98	≥ 99,6
NaCl	%	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 2	≤ 0,5	≤ 0,3
SÇMM (1)	%	≤ 0,25	≤ 0,8	≤ 2	≤ 0,5	≤ 0,1
Demir	%	≤ 0,01	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,03	≤ 10 ppm
Kütle Kaybı(2)	%	≤ 0,2	≤ 0,5	≤ 1	≤ 0,2	≤ 0,1
pH		6,0-8,0	6,0-8,0	5,5-8,5		6,0-7,0
Krom (Cr)	ppm	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 20	≤ 1
Nikel (Ni)	ppm	≤ 1	≤ 1	≤ 1	-	-
Kobalt (Co)	ppm	≤ 1	≤ 1	≤ 1	-	-
Tane Boyu	mm				+2.00 0 adet +1.00 ≤ %2 -0.074 ≤ %15	+0.15 %75 +0.074 %90

1. Suda çözünmeyen madde miktarı
2. 110°C sıcaklıkta

3. Üretim Prosesinin Genel Özellikleri

Kromsan Fabrikası sodyum bikromat ve kromik asit üretim prosesi yan ürünü olarak elde edilen ve krom(+6) içeriği nedeniyle çoğunlukla kağıt endüstrisinde kraft tipi üretimlerde kullanılan sodyum sülfatın içerdiği Cr (+6) kirliliğinden arındırılarak, katma değeri daha yüksek alanlarda kullanımını sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir projedir.

Krom ihtiva eden sodyum sülfat mevcut üretim şekliyle oluşan kirli sarı 'yellow cake' tabir edilen bir üründür. İçerdiği ortalama % 0,2 (wt) oranındaki Na₂Cr₂O₇ (Cr +6) bu ürünün kullanım alanını kısıtlamaktadır. Ancak kromdan arındırılmasıyla elde edilecek beyaz sodyum sülfatın deterjan, cam, kağıt ve tekstil sanayinde kullanılması mümkündür. Sodyum sülfatın beyazlaştırılmasında kullanılan yöntemlerin çoğunluğu, içerisinde bulunan kromun çeşitli kimyasallar ile indirgenmesi ve çözelti içerisinde çöktürülmesi prensibine dayanmaktadır. Krom ortama farklı iyon vermeyen kükürt dioksit, kükürt veya sodyum sülfitle indirgenebilir ve krom hidroksit : Cr(OH)₃ olarak çöktürülüp filtrelenerek saf sodyum sülfat : Na₂SO₄ elde edilir. Elde edilecek ürünün hedeflenen özellikleri Tablo 1 de verilmiştir. Aynı ürünün fiziksel özelliklerinin aşağıda Tablo 2 ' de verildiği gibi gerçekleşmesi beklenmektedir.

Tablo 2: Beyaz Sodyum Sülfat Spesifikasyonları

Görünüm	Beyaz, kristal, sulu çözeltisi renksiz
Moleküler Ağırlığı (g/mol)	142,04
Yığın Yoğunluğu (g/cm ³)	1,5 (yaklaşık)
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	2,7
Erime Noktası (°C)	884

Proje başlangıcında yürütülen ilk çalışmalarda %28-30'luk sodyum sülfat çözeltisinde sodyum metabisülfid indirgen maddesiyle kromun indirgenmesi ve sodyum hidroksit ile pH 7,5 – 8,5 değerinde çöktürülerek uzaklaştırılması işlemi çalışılmıştır. Ancak yaygın olarak kullanılan bu yöntemin, kullanılan kimyasalların maliyeti ve buffer bölgesinde yüksek sarf parametreleri nedeniyle marjinal maliyeti arttırdığı ve proses sürecini uzattığı görülmüştür. Projenin bu uygulama ile fazla bir katma değer oluşturamayacağını görülmesi üzerine çalışmalar derinleştirilerek indirgen madde olarak fabrikanın bir başka üretim ünitesinin zayıf asit ve indirgen özellikli atık suyunun bu iş için mükemmel bir seçim olacağı laboratuvar testleri ile tespit edilmiştir. Böylece bir başka ünitenin atık suyu ile gene atık sınıfına dahil olması muhtemel sorunlu bir ürünün indirgenmesi sağlanarak önemli bir çevre sorunu yine bir atık yardımıyla çözümlenerek marjinal maliyette % 30'a varan tasarruf elde edilmesi sağlanmış ve bu da projenin uygulanmasının yolunu açmıştır.

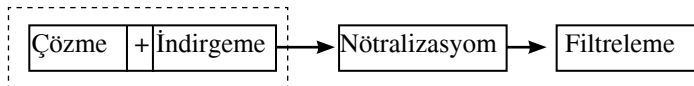
Prosesin atığı olarak gözüken III değerlikli krom hidroksitin ise gene III değerlikli Kromsan ürünleri arasında bulunan bazik krom sülfat (BCS) ünitesinde değerlendirilmesi öngörülerek olumlu sonuçlar veren laboratuvar testleri yürütülerek sıfır katı atıklı bir proses olarak kurgulanmıştır. Ancak prostesten çıkacak krom hidroksit kekinin, tesis ilk devreye girdiğinde demir oranının yüksek olacağı varsayılarak yapılacak kontroller ile asıl ürüne etkisi tespit edildikten sonra kullanılması öngörülmüştür.

4. Üretim Prosesi

55.000 ton/yıl (330 gün/yıl, 24 saat/gün) üretim için projelendirilen proses “Aritma”, “Kristalizasyon” ve “Paketleme” olmak üzere üç aşama olarak tasarlanmıştır. Aritma aşaması kirli sodyum sülfatın çözülmesi ve indirgenmesi, nötralizasyonu, oluşan krom hidroksit flokların filtrelenmesini içerir. Kristalizasyon kısmı ise kromdan arındırılmış temiz çözeltinin tek kademeli mekanik kompresörlü evaporatif kristalizasyonu, santrifüj ile kristallerin ana çözeltiden ayrılması, akışkan yataklı kurutucuda kurutulması ve kekleşmeyi önlemek amacıyla soğutulması adımlarını içerir. Çıkan ürün siloya alınarak big-bag dolumu yapılmak üzere bekletilir.

4.1 Aritma

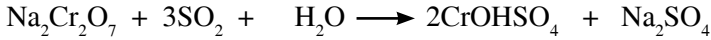
Aritma kısmı kromca kirli sodyum sülfatın çözülmesi ve indirgenmesi, nötralizasyonu ve oluşan flokların filtrelenmesi işlemlerini kapsamaktadır.



4.1.1 Çözme İndirgeme İşlemi

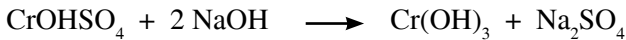
Bikromat ünitesi sodyum sülfat santrifüjlerinden çıkan yaklaşık %1-1,5 nem içeren kromca kirli sodyum sülfat iki adet aynı özelliklere sahip tanklarda kesikli (batch) çalışma prensibiyle aynı anda hem çözülüp hem de indirgenecektir. Katı haldeki sodyum sülfatın aynı anda hem çözülüp hem de indirgenebilmesi için kondensat ve zayıf asitli indirgen özellikli suyun çözme esnasında %28 sodyum sülfat konsantrasyonunu geçmeyecek uygun oranlarda beslenmesi gerekmektedir. Kesikli olarak yapılacak bu işlemin ölü zamanlarında prosesin geri kalan kısımlarının sekteye uğramaması amacıyla her bir çalışmada 2 saatlik stok çözelti üretilebilecek şekilde tasarımılandırılmıştır. Kesikli çalışma aynı zamanda çözme işlemi tamamlandıktan sonra operatöre bir sonraki çevrime kadar 2 saatlik ayar zamanı ile bir sonraki işleme kadar Cr+6 ve çözelti konsantrasyonunun kontrolü ile sistem besleme tanklarına boşaltım için zaman tanıyacaktır. Çözme işlemi için kristalizasyon kısmından çıkacak ünitenin kendi kondensatı kullanılacaktır. Kondensat kullanımı, elde edilecek nihai ürününün safsızlığı nedeniyle önemli bir parametredir. Ham su kullanılmaması nedeni ile doğal sodyum sülfat üretimine nispetle ürünün çok daha saf ve kaliteli olması beklenmektedir.

Çözünen kirli sodyum sülfatın içinde bulunan sodyum bikromatın indirgenmesi esnasında zayıf asitli atık suyun içinde bulunan SO₂ gazının indirgeme etkisi aşağıdaki reaksiyonla özetlenebilir:



4.1.2 Nötralizasyon İşlemi

Çözme indirgeme basamağında indirgenen sodyum sülfat çözeltisi bu aşamada sodyum hidroksit ile nötralize edilir. Nötralizasyon işleminin yapıldığı proses şartlarının, oluşacak krom hidroksitlerinin bir sonraki aşama olan filtrasyon işleminde başarılı bir şekilde filtre edilebilmesi için çok iyi kontrol ediliyor olması gerekir. Bu şartlar Ph=8,5; sıcaklık= 80-90 °C ve en az 1 saat olgunlaşma süresi içinde kalmalıdır, uzun süreli laboratuvar çalışmaları sonrası tespit edilen proses şartlarının sağlanamaması halinde oluşan flokların filtre edilebilme özelliği çok ince olmaları nedeni ile gerçekleşmeyecek veya çok daha maliyeti yüksek çözümler gerektirecektir. Nötralizasyon aşamasında oluşan krom hidroksit flokları jelimsi, dekante olmayan yeşil duman görünümündedir ve aşağıda verilen reaksiyon sonrası elde edilir:



Bu aşamada aynı zamanda BCS ünitesi zayıf asitli indirgen karakterli suyunun içerisinde bulunan H₂SO₄, H₂SO₃ (H₂SO₄ olarak ifade edilmiştir) ve fazla SO₂ için de reaksiyonların aşağıda verildiği şekilde gerçekleşeceği varsayılmaktadır:



4.1.3 Filtrasyon İşlemi

Sodyum sülfatın saflaştırılmasında en kritik operasyon çöktürülen krom hidroksitinin filtrasyonudur. Bu operasyon ürün kalitesini direk etkileyeceği gibi prosesin devamlılığı açısından da önemlidir. Geliştirme Laboratuvarları bünyesinde kurulan laboratuvar ölçekli sürekli bir sistemde yürütülen testler neticesinde maliyet – fayda esaslarına göre uygun ekipmanın ve bu ekipmana uygun şartların tespiti uzun soluklu bir çalışma neticesi sağlanabilmektedir.



Şekil 1: Laboratuvar Çalışması

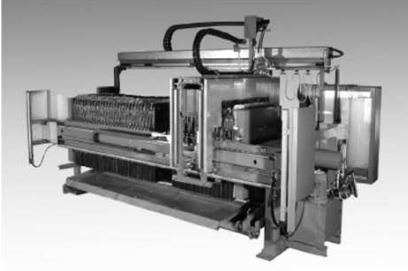


Şekil 2: Kirlili ve Temiz Çözelti

Testlerde ana hedef olan kromdan arındırılmış temiz sodyum sülfat çözeltisinin eldesi yanı sıra krom kekinin de ürün olarak kullanılabilir olması da esas alınmıştır. Kandil (candle) tip filtrede dahil olmak üzere uygun olabileceği düşünülen çok sayıda filtre tipi için testler yürütülmüş ancak krom kekinin thixotropik özelliği nedeniyle en iyi çözümün boşaltım öncesi presleme yapabilecek membranlı yatay basınçlı filtre (filter pres) olduğu görülmüştür.

Çözelti (Filtrat) Berraklığı

Hedeflenen çözelti temizliğine ulaşabilmek amacıyla laboratuvar tipi basınçlı filtre kullanılarak bir seri filtre bezi testleri yürütülmüştür. Bezler içinde belli bir geri besleme operasyonu sonrası her ne kadar temiz çözelti verenler olsa da, elde edilen kekin kararlı olmaması nedeniyle normal operasyonda da görülmesi muhtemel filtre beslemesinde oluşabilecek herhangi bir şok dalgalanma hali suni olarak yaratılmış ve kekin çatlaklar oluşturarak flokları geçirebildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle prosesin başarısında filtre tipinin önemi kadar bez seçiminin de süreklilik açısından son derece etkin olduğu gözlenmiştir. Davet edilen uzman firmalar eşliğinde yürütülen ikinci faz çalışmalarda tekrar tekrar yapılan denemelerde hızla temiz çözelti verebilen, ani basınç değişimleri nedeniyle oluşan şoklarda kek kararlılığını bozmayan, maliyeti düşük uygun bez seçimi yapılabilmektedir. Üründe krom içeriğinin 1 ppm ve altı olarak hedeflenmesi nedeniyle ana filtrasyonu içeren 1. filtreden sonra prosesin hedeflenen sıfır hata kurgusu gereği ana filtreden bez yırtılması veya başka bir nedenle krom kaçağı olması durumunda kaçan flokları tutabilecek 2. bir güvenlik filtresi öngörülmüştür. Güvenlik filtresi çok az miktarda kek beklenmesi sebebiyle perlit ön kaplamalı olarak tasarlanmıştır.



Şekil 3: Ana Pres Filtre



Şekil 4: Güvenlik Filtresi

Filtre Keki

Kekin thixotropik özelliği nedeniyle gösterdiği kararsızlık kekin boşaltılmasında potansiyel zorluklar işaret ettiği gibi zaman içinde bez gözeneklerini de tıkayabileceğini göstermiştir. Bu nedenle kekin boşaltılmadan önce hava ile basınçlandırılmış membranlar ile (basıncı hava diyaframları) sıkıştırılarak boşaltım için daha katı ve kararlı bir forma sokulması hedeflenmiştir.

Bu sebeple seri halde çalışacak iki pres filtreden ilki asıl filtrasyon diğeri ise güvenlik amaçlı kullanılacaktır. . Bir diğer güvenlik önlemi olarak pres filtre filtrat hatları üzerine EPA onaylı ve ppm mertebesinde kromu hissedebilen turbidimetre ölçüm cihazı koyulacaktır. Başlangıçta izleme amaçlı kullanılacak bu cihazın başarılı sonuçlar vermesi halinde kontrol mekanizmasına dahil edilmesi planlanmaktadır.

Filtrasyon sonucu oluşan krom hidroksit keki yaklaşık % 50-60 arası nem içerecektir. Laboratuvar testleri sonrası elde edilen kekte yapılan analizlere göre pres filtre krom sülfatlı kekinin beklenen kompozisyonu ağırlıkça % 17 krom hidroksit, % 27 sodyum sülfat ve %57 su olacaktır.



Krom kimyasalları üretimi alanında faaliyet gösteren diğer rakip firmalar ürettikleri sodyum sülfatı beyazlaştırdıktan sonra deterjan ve kimya sanayinde değerlendirmektedirler. Sodyum sülfatın beyazlaştırılması konusunda, Rusya ve batı ülkelerinde bir dizi çalışmaların yapıldığı bilinmektedir. Tüm çalışmalarda da, sodyum sülfat içerisinde bulunan krom geri kazanılmaktadır. Üç değerli olarak kazanılan krom, bazik krom sülfat, krom fosfat, krom oksit ve çeşitli krom tuzlarına dönüştürülerek, yeni bir ürün olarak pazarlanmaktadır. Geliştirme Grup Müdürlüğü bünyesinde elde edilecek krom içerikli kekin değerli bir ürüne dönüştürülmesi veya bazik krom sülfat olarak geri kazanımıyla ilgili çalışmalara devam edilmektedir.

4.2 Kristalizasyon Sistemi

Kristalizasyon Sistemi, mekanik kompresörlü bir evaporatif kristalizör, itmeli (pusher) tip bir santrifüj ve akışkan yataklı kurutucudan oluşmaktadır.

Evaporatif kristalizör temizlik kolaylığı ve ekonomisi nedeniyle tek gözlü mekanik kompresörlü olarak seçilmiştir. Esas olarak bir buharlaştırıcı gövdesi, bir cebri sirkülasyon sistemi ve bir ısıtıcıdan oluşur. Isıtmadan dolayı, su buharlaşır, sodyum sülfat fazla doymun hale gelir ve kristalleşir. İyi bir kristal boyutu sağlayabilmek için sodyum sülfat çözeltisinin kristalizör içinde aşırı doymunluğu

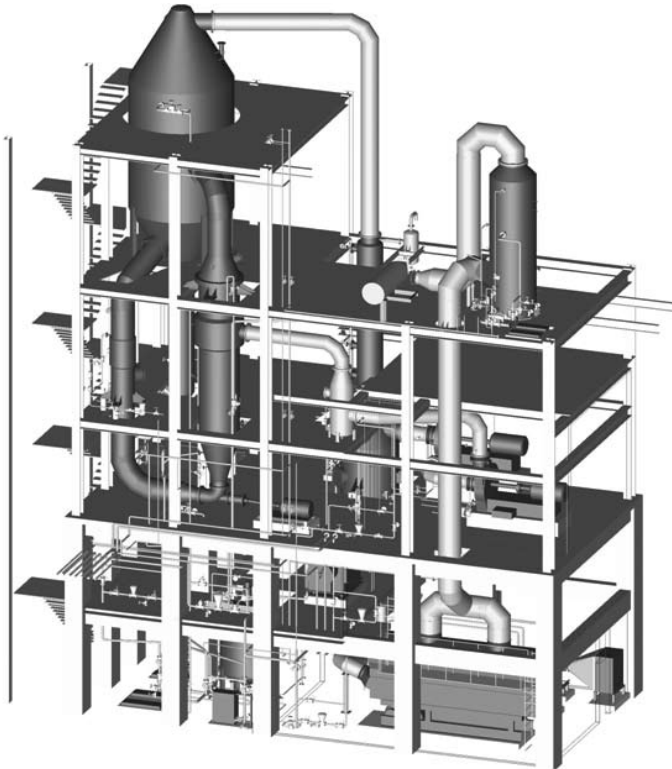
sınırlandırılmalı ve kontrol altında tutulmalıdır. İyi sonuçlara aşağıdaki önlemlerle ulaşılır:

- uygun sirkülasyon oranı
- uygun kristalizasyon hacmi
- kristal oluşumu için yeterli zaman
- sirkülasyonda aşırı doymanın kontrolü
- kristalizörde uygun kristal bulamacı konsantrasyonu

İlk üç kriter doğru bir kristalizör dizaynıyla yerine getirilir. Uygun kristal bulamacı konsantrasyonu operasyon sırasında kristal tahliyesiyle kontrol edilir.

Kristal ürün, yıkayarak ayırma (elütrasyon) kolonundaki kristal bacağında (salt leg) toplanır. Elütrasyon kolonunun şu gibi fonksiyonları vardır:

- kristal depolamak
- sodyum sülfat ters akımıyla kristalleri soğutmak
- kristalleri sınıflandırmak
- kristalizördeki kristal bulamacı konsantrasyonunu kristal ayağından bulamaç tahliye ederek kontrol etmek



Şekil 5: Kristalizasyon Sistemi 3-D Resmi



Yukarıda üç boyutlu çizimi gösterilmiş olan mekanik buhar kompresörlü kristalizasyon sistemi enerji bakımından son derece dengeli bir sistemdir. Bunun anlamı, normal operasyonlar için ilave buhara ihtiyaç yoktur. İlave buhar sadece operasyon başlangıcında veya kapasite artırımında gereklidir.

Buharlaştırıcıdan geçerek suyunu kaybeden sodyum sülfat, santrifüj separatörlere beslendikten sonra yaklaşık % 3 nem içeriği ile sıcak havayla kurutulacağı akışkan yataklı kurutucuya beslenir. Kurutucunun çıkışında bulunan soğutma bölümünde soğutma suyu ile ısı değiştirici yardımıyla soğutulan hava verilerek kristaller depolama koşullarına uygun akışkanlığın sağlanması ve ürün kekleşmesinin önlenmesi amacıyla soğutulur.

Kristalizör gövdesi sodyum sülfatın içerdiği klorür nedeniyle gerilime dayalı çatlak korozyonuna uğramaması amacıyla özel bir malzeme olan 926L den imal edilmiştir. Klorürün yarattığı bu korozyon türü bilinen genel korozyondan ayrılmaktadır. Malzemede zamana bağlı kayıplardan ziyade normal 316L veya 304L çelik kullanılması halinde iç yüzeyde gerilime dayalı çatlaklar oluşabilecek ve gövde yarılacaktır.

4.3 Paketleme Sistemi

Big-bag dolum yapacak nitelikte bir sistem temin edilmektedir. İleriye yönelik olarak silobaz dolum yapılacak bölümün yeri düzenlenmiştir.

5. Projenin Faydaları

Bu projenin gerçekleştirilmesi ile :

- a. Yan ürün sodyum sülfat krom içeriğinden arındırılarak katma değeri yüksek bir ürün haline gelecektir.
- b. Mevcut koşullarda yaklaşık % 0,2 bikromat içeren yan ürün sodyum sülfat krom içeriğinden arındırılarak çevre ile uyumlu temiz bir ürün olarak nitelendirilebilecektir. Bu yeni durum Kromsan'ın çevreye verdiği önemi ön plana çıkaracak ve prestij kazandıracaktır.
- c. Artan çevre baskısı nedeni ile kromca kirli sodyum sülfatın satış ve sevkiyatında önemli sorunların ortaya çıkacağı öngörülen bir gerçektir. Bu durumda bu malzemenin ürün sıfatından atık sınıfına geçmesi an meselesi olacak, satışı değil bertarafı gündeme gelecektir. Bertarafı çok yüksek maliyete yol açacaktır.
- d. Beyaz sodyum sülfatın bünyemizde cam fabrikalarında kullanılıyor olması her iki taraf için de avantaj yaratacaktır.
- e. Ürünün kaynağı kimyasal bir proses olması nedeniyle, krom bileşiklerinden arıtıldığında çok saf bir ürün elde edilecek olup bu da doğal sodyum sülfat üreticileri karşısında tekstil gibi spesifik kullanım alanlarında önemli bir üstünlük sağlayacaktır.

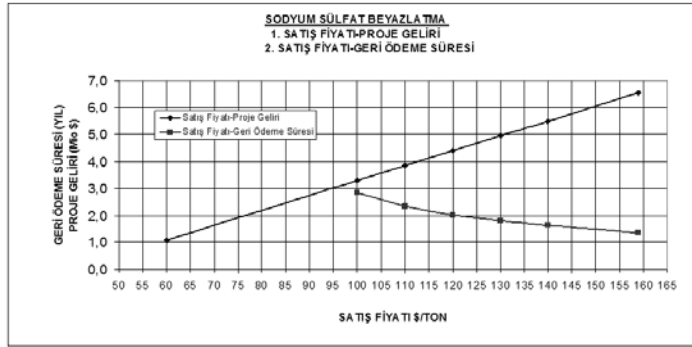
6. Projenin Ekonomik Açından Değerlendirilmesi

Toplam yatırım bedeli yaklaşık 7 mio USD olan projenin geri ödeme süresi satış fiyatı yaklaşımlarına göre 1,5–2 yıl arasındadır. Tablo 3'te proje ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Buna göre projenin Net Bugünkü Değeri tabloda satış fiyatına göre verilen duyarlılık analizine göre 17 ila 28 Mio USD arasında gerçekleşecektir. Grafik 1'de satış fiyatına karşılık geri ödeme süresi ve proje geliri grafiği verilmektedir.

Tablo 3: Projenin Ekonomik Açından Değerlendirilmesi

Sodyum Sülfat Satış Fiyatı, \$/t	120	130	140	160(*)
Net Sınai Maliyet, \$/t	53	53	53	53
Proje Ortalama Geliri (Tasarruf), Mio\$/yıl)	4,40	4,95	5,50	6,54
Vergi Öncesi Ortalama Kar, Mio\$/yıl	3,61	4,14	4,70	5,73
Toplam Geri Ödeme Süresi, yıl	2,0	1,8	1,6	1,4
Projenin Net Bugünkü Değeri, Mio \$	17,2	20,0	22,9	28,3
Projenin İç Karlılık Oranı, %	49	55	61	72

(*) Güncel satış fiyatı 200 YTL/Ton (160 \$/Ton)



Grafik 1- Sodyum Sülfat satış fiyatına karşılık proje geliri ve geri ödeme süresi grafikleri

Yurtiçi cam fabrikalarımızın yaklaşık 12.000 ton/yıl olan Sodyum Sülfat ihtiyaçları Alkim Alkali Kimya Sanayi A.Ş.'den temin edilmektedir. Ürünün temin edildiği fiyat 1 Mayıs 2007 tarihinden itibaren 200 YTL/ton'dur. Bu bedel Merkez Bankası 2 Ekim 2007 döviz kuruna göre yaklaşık 165 \$/ton'a tekabül etmektedir. Şimdiki hali ile çevre ile uyumsuz, her an tehlikeli atık sınıfına dahil olabilecek bu yan ürünün, hem çevre ile uyumlu hem de bir getirisi olacak bir ürün haline dönüştürmeyi hedefleyen projenin uygulanması halinde hem Kromsan'ın hemde özellikle Mersin bölgesinde yerleşik cam fabrikaları için önemli ölçüde lojistik kolaylıklar ve fiyatta uygunluklar ile çok yönlü kazançlar elde edilebilecektir.

7. Kaynaklar

1. Austin, George T. Shreve's Chemical Process Industries. United States of America: McGraw-Hill Book Company, 5th Edition, p. 215
2. Sengel, Hande, "Cam Ergitme Prosesinde Sülfat Kimyası", 21. Cam Problemleri Sempozyumu (2006)

FACTORS DETERMINING ENERGY EFFICIENCY OF GLASS FURNACES AND POSSIBILITIES OF ENERGY SAVINGS E.G. BY APPLICATION OF BATCH & CULLET PREHEATING

Ruud Beerkens

ruud.beerkens@tno.nl

TNO Science & Industry

This presentation will show the typical energy balances for container and float glass furnaces. The energy balances of most energy efficient furnaces will be shown and discussed. The effect of different process parameters on energy consumption will be presented for container and float glass furnaces.

The course of energy consumption and energy efficiency of glass furnaces in time (last century), and typical energy balances for different types of furnaces are given:

- Regenerative container glass furnaces;
- Regenerative furnace with batch & cullet preheating;
- Oxygen fired furnaces;
- Oxygen fired furnaces with batch / and or cullet preheating.

In this presentation the application of energy balance modeling will be shown to identify unnecessary energy losses and methods to decrease energy consumption.

Today, the most efficient container glass furnaces consume (depending on cullet % in batch) about 3.6-4 GJ/metric ton molten glass (IS units). With batch preheating even lower values may be achieved.

A short analysis of the today applied continuous tank furnaces will be given and it will be shown that improved glass melting furnace concepts could further decrease energy consumption, but requiring a revolution in furnace design.

In the European container glass industry, batch and/or cullet pre-heaters are applied in 8 cases. In all cases the cullet level in the batch exceeds 50 %. The first pre-heaters have already been installed in the mid-eighties, thus the glass industry in Europe has 20 years experience with these installations, which have been optimized in time.

In Europe, 3 different types of pre-heaters are installed in the container glass industry:

- Direct-contact cullet plus batch pre-heater, batch and cullet exposed to flue gases from regenerators by the gas flowing in the pre-heater through half-open channels;
- Direct-contact cullet pre-heaters (only cullet);
- Pre-heaters with separated channels for flue gases and batch plus cullet, batch and cullet moving through narrow vertical channels and preheated by flue gases flowing in neighboring channels and separated by metal walls.



The different preheating systems will be shortly introduced and actual experiences with these pre-heaters will be discussed. Maintenance, energy savings realized, typical costs and additional features, such as effect of the application of direct-contact preheating systems on emissions will be shown.

Acknowledgements: Dr. Barklage-Hilgefort

Keywords: energy efficiency, batch preheating, energy saving methods, energy balances, advanced furnace concepts

CAM FIRINLARININ ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ BELİRLEYEN FAKTÖRLER VE HARMAN VE CAM KIRIĞI ÖN ISITMASI GİBİ UYGULAMALARLA ENERJİ TASARRUFU OLASILIKLARI

Ruud Beerkens

ruud.beerkens@tno.nl

TNO Science & Industry

Bu bildiriye, cam ambalaj ve float fırınları ile enerji randımanı yüksek olan fırınların enerji dengelerinden bahsedilmektedir. Farklı işletme parametrelerinin enerji tüketimine olan etkileri cam ambalaj ve float fırınlarından örnekler verilerek anlatılmaktadır.

Geçtiğimiz yüzyılda enerji tüketimi ve enerji randımanının zaman içindeki gelişimi ve aşağıda belirtilen fırınların tipik enerji dengeleri verilmektedir.

- Rejeneratörlü cam ambalaj fırınları
- Harman ve cam kırığı ön ısıtmalı rejeneratif fırınlar
- Oksijen ateşlemeli fırınlar
- Harman ve cam kırığı ön ısıtmalı oksijen ateşlemeli fırınlar

Bu sunumda gereksiz enerji kayıplarını belirlemek ve enerji tüketimini azaltma metotları için, enerji dengesi modeli uygulamalarından örnekler verilmektedir.

Günümüzde, en yüksek randımanlı cam ambalaj fırınları (harmandaki cam kırığı yüzdesine bağlı olarak) 3,6-4 GJ/ metrik ton eriyik cam (IS birimi) tüketmektedir. Harman ön ısıtması ile daha da düşük değerler sağlanabilmektedir.

Kullanılmakta olan fırınların analizi yapılarak, cam eritme fırın kavramının geliştirilmesi ile enerji tüketiminde azalma sağlanabileceği gösterilmektedir. Bu durum fırın tasarımında bir devrime gitme gereğini ortaya çıkarmaktadır.

Avrupa’da 8 cam ambalaj fırınında harman ve/veya cam kırığı ön ısıtma sistemi kullanılmaktadır ve hepsinde cam kırığı oranı %50’nin üzerindedir. İlk uygulamalar 80’li yılların ortasında başlamış olduğundan Avrupa cam endüstrisi 20 yıldır bu konuda tecrübe kazanmış ve sistemi optimize etmiştir. Cam ambalaj fırınlarında 3 farklı tip ön ısıtıcılar bulunmaktadır.

- Direk temas cam kırığı artı harman ön ısıtıcısında harman ve cam kırığı, rejeneratör atık gazlarının ön ısıtıcının yarı açık kanallarından geçirilmesi ile ısıtılmaktadır.
- Direk temas cam kırığı ön ısıtıcısı (sadece cam kırığı)
- Atık gaz ve harman artı cam kırığı için farklı kanalları olan ön ısıtıcıda, harman ve cam kırığı dar dikey kanallarda hareket ederken, atık gazlar metal duvarla ayrılmış komşu kanallardan geçirilmektedir.

Bu makalede farklı ön ısıtıcı sistemleri tanıtılarak, yaşanan tecrübeler aktarılmaktadır. Bakımları, sağlanan enerji tasarrufu, tipik maliyetleri ile direk temas ön ısıtıcıların emisyon üzerindeki etkileri gibi özelliklerden bahsedilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Enerji verimi, Harman ön ısıtma, Enerji tasarrufu, Fırın tasarımı



ŞİŞECAM'DA ENERJİ TÜKETİMİ

Levent Kaya

lkaya@sisecam.com

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Şişecam

Dünya nüfusunun yarısına yakınına oluşturan Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin son yıllarda kaydettiği hızlı ekonomik büyüme, enerjiye olan talebi önemli oranda arttırmış, bunun sonucu olarak, enerji fiyatları misli aşan ölçülerde yükselme göstermiştir. Bunun yanında, son yıllarda artan iklim değişikliği hassasiyeti, sera etkisinden sorumlu olan fosil yakıtların sınırlandırılmasına yönelik yaptırımları gündeme getirmektedir. Böyle bir perspektifte, enerji yoğun bir sektörde faaliyet gösteren Şirketimizin, enerji maliyetlerinin azaltılarak rekabetçi fiyat sunumuna katkıda bulunmak ve ayrıca, iklim değişikliği vurgusu çerçevesinde dayatılabilecek kısıtlamaların etkisini en aza indirebilmek için, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik inisiyatiflerin uygulamaya konması hayati önem arz etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Enerji, Enerji verimliliği

- GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR. -



GLASS, ENERGY, ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE

Guy Tackels

guy.tackels@saint-gobain.com

Chairman of the Environment Committee of CPIV / Sain Gobain

In the Glass Industry, energy cost represents a significant part of the total manufacturing cost (around 10 to 20%) and for this reason glass manufacturing belongs to the category of “energy intensive industries”. This explain also why energy saving has always been considered as a top priority and tremendous reductions have been obtained since the 1960’s with a global reduction of the specific energy consumption of nearly 60%.

Today, Glass Industry has to support higher energy costs and additional constraints on environmental and carbon emissions. The Climate Change is considered as a reality and some urgent measures are required. In European Union, an ambitious target on the reduction of energy consumption has been assigned recently to the 27 Member States. The so-called revolution towards a low-carbon economy has one central element: the unilateral commitment by the EU to reduce its greenhouse-gas emissions by 20% in 2020 (compared with 1990 levels). On longer term, some European countries like France, Germany and UK, have announced a more stringent commitment: a division per four of GHG emissions by 2050, called sometimes the “Factor Four”.

Moreover the Glass Industry is burning fossil fuel (about 80% of the total energy used) and until 2030 fossil fuels will still dominate the world energy balance. But after 2030? The “peak oil” will be probably behind us and availability of oil will be a major issue.

In this context, what could be the evolution of the Glass Industry for the next 40 years? As for the previous 40 years, a strong adaptation will be necessary.

For some sector, the application of the Kyoto Protocol will also be a chance. More sophisticated glass products will allow substantial energy savings and reduced CO₂ emissions mainly in the areas of buildings and transport.

The most important regulation for the Glass Industry in EU is the IPPC Directive. The first edition of the Glass BREF (BAT Reference document – <http://eippcb.jrc.es>) was officially adopted in December 2001 following the requirements of the IPPC Directive 96/61/EC of 24 September 1996. Best Available Techniques (BAT) could change over time as new technologies are still developing and new techniques may emerge. Consequently, the BREF has to be reviewed and updated regularly.

This explains why the review of Glass BREF started officially in February 2006 and will continue up to the end of 2008. It is a considerable work of exchange of information between the Glass Industry, the Commission and the representatives of the Member States.

The review of the Glass BREF is a big challenge for the Glass Industry. First, because we have to supply a lot of updated information on the environmental techniques already used or recently developed in our industry. Second, because in the near future this document will become the new reference used by the European regulators when issuing operating permits.

Our presentation will focus on abatement of the main atmospheric pollutants (dust, SO₂, NO_x and Heavy Metals) and energy consumption. We will see also that economic aspects must be taken into account as an important issue.

Finally, we will give some information about the revision of the IPPC Directive itself.

Keywords: *Energy efficiency, Environment, Environmental regulations*

CAM, ENERJİ, ÇEVRE VE İKLİMSEL DEĞİŞİKLİKLER

Guy Tackels

guy.tackels@saint-gobain.com

Chairman of the Environment Committee of CPIV / Sain Gobain

Cam endüstrisinde enerji maliyeti, toplam üretim maliyetinin (%10 ila %20) önemli bir kısmını oluşturduğu için, cam üretimi “enerji yoğun endüstri” kategorisinde yer almaktadır. Bu durum enerji tasarrufunun neden her zaman en öncelikli konu olduğunu açıklamaktadır. Bu nedenle 1960’lardan beri küresel boyutta tasarruf sağlanmış ve özgül yakıt tüketimi %60 oranında azaltılmıştır.

Günümüzde cam endüstrisi, daha yüksek enerji maliyetlerine ve karbon emisyonları gibi çevresel kısıtlamalara katlanmak durumundadır. İklim değişikliği kabul edilmekte ve acil önlemler uygulanmaya alınmaktadır. Avrupa Birliği, yakın bir geçmişte enerji tüketimi azaltılması konusunda 27 üyesine zorlu bir hedef göstermiştir. Düşük-karbon ekonomisine doğru atılan devrimsel adımın en önemli göstergesi 2020 yılına kadar 1990’lardaki sera gazı emisyon seviyesinin %20 oranında düşürülmesinin kabul edilmesidir. Hatta Fransa, Almanya, İngiltere gibi bazı Avrupa ülkeleri uzun vadede 2050 yılına kadar “Faktör Dört” olarak adlandırılan sera gazı emisyonlarının dörtte bir oranında azaltılması gibi daha sıkı bir kısıtlamayı kabul ettiklerini açıklamışlardır.

Cam endüstrisinin kullandığı toplam enerjinin %80’nini fosil yakıtları oluşturmakta olup 2030 yılına kadar dünya enerji dengesi bu yakıtlar tarafından sağlanacak olmakla birlikte 2030’dan sonrasında petrol tedarikinde oluşacak sıkıntılar ana problem olarak karşımıza çıkacaktır. Bu bağlamda önümüzdeki 40 yıl içinde cam endüstrisinin gelişiminin ne yönde olacağı önem kazanmaktadır. Bu nedenle geçmiş 40 yılın uyarlamasının doğru yapılması gerekmektedir. Bazı sektörler için Kyoto Protokol’ünün uygulanması bir şans olabilmektedir. Özellikle mimari ve ulaşım alanında gelişmiş cam ürünler önemli enerji tasarrufu ve azaltılmış CO₂ emisyonları sağlayacaktır.

Avrupa Birliği’nde Cam Endüstrisi için en önemli yönetmelik IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control (Entegre Çevre Kirliliğinin Önlemesi ve Kontrolü)) adlı Direktiftir. Birinci Cam BREF dokümanı, (IPPC Direktifi kapsamında büyük sektörler için hazırlanmış olan referans dokümanlardır. Burada Cam için hazırlanmış BAT (Best Available Technique), Var olan en Uygun Teknik referans doküman kastedilmektedir) 24 Eylül 1996 tarihli IPPC 96/61/EC Direktifi’nin gerekleri doğrultusunda Aralık 2001’de kabul edilmiştir. Teknolojilerdeki gelişme ve yeni yöntemlerin bulunması ile var olan en uygun teknik zaman içinde değişmektedir. Bu nedenle BREF kurallarının sürekli olarak gözden geçirilmesi ve günümüze uyarlanması gerekmektedir.

Şubat 2006 tarihinde Cam BREF dokümanını yenileme çalışmaları başlamıştır. Bu Avrupa Komisyonu, üye ülkeler ve Cam Endüstrisi arasında yüklü bir bilgi alışverişini içeren bir çalışmadır. BREF dokümanlarının yenilenmesi cam endüstrisinin kendini sorgulamasıdır. Öncelikle hâlihazırda kullanmakta olduğumuz veya yeni geliştirilmiş olan çevresel tekniklerle ilgili güncel bilgiyi paylaşmamız açısından önemlidir. Ayrıca, bu doküman yakın bir gelecekte Avrupa’da işletme izinlerinin verilmesi aşamasında referans olarak kullanılacaktır.

Bu bildiri, ana çevre kirleticilerinin (toz, SO₂, NO_x ve ağır metal) ve enerji tüketiminin azaltılması üzerine odaklanmaktadır. Diğer taraftan konunun ekonomik boyutu da önemli bir parametre olarak incelenmektedir. Son olarak da IPPC Direktifi’nin kendisinin yenilenmesi konusunda bazı bilgiler verilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Enerji verimi, Çevre

YENİ ERİTME TEKNİKLERİ

Atilla Ünsal - Fatih Çelik

aunsal@sisecam.com.tr - fcelik@sisecam.com.tr

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Şişecam

Son yüz yıllık süreçte endüstriyel boyutta ticari cam üretiminde kullanılan temel üretim prosesinde (Sürekli üretim prosesi – 1860 Siemens Brothers-Almanya) yapılacak radikal değişikliklerin yüksek teknik ve ticari risk içermeleri nedeniyle fazla bir değişim yaşanmamıştır.

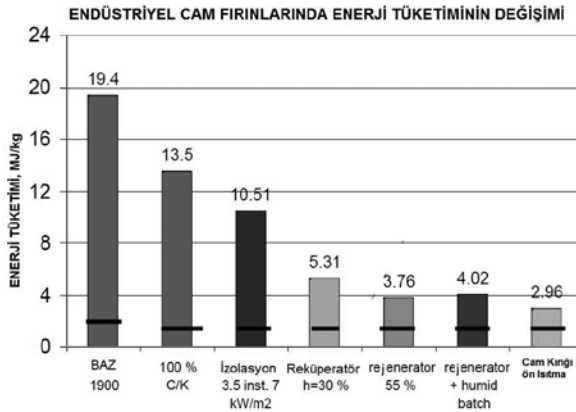
Günümüzde, sınırlı kapasite ve sayıda özellikle yüksek maliyetli cam kompozisyonu uygulamalarında tamamen elektrik ısıtmalı uygulamalar bulunmakla birlikte üretimin çok büyük bir kısmı hala doğal gaz veya fuel oil gibi fosil yakıtların hava veya oksijenle yakıldığı değişik boyutlarda refrakter kaplı fırınlarda yapılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Enerji, Eritme, Fırın

Zaman içerisinde devrim niteliğinde;

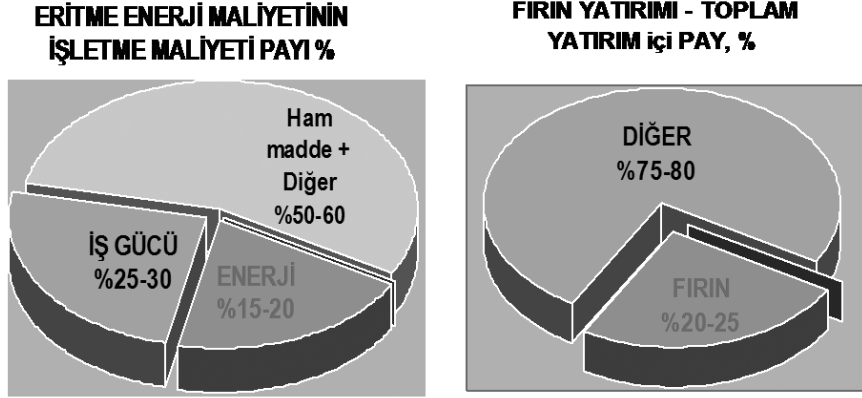
- Malzeme ömür artışları,
- Yeni yakma sistemleri (oksijenle yakma) ve yakıtlar,
- Enerji geri kazanımı,
- Hammadde hazırlama,
- Farklı uygulamalar için yeni cam kompozisyonları,
- Ölçü/Kontrol: Artan otomasyon, yeni ölçüm cihazları ve ekipman kullanımı

gibi geliştirme faaliyetleri sonucu cam endüstrisi (düz cam, cam ambalaj, elyaf camı, özel camlar ve diğer alt dallar) “bugünkü teknolojik ve ekonomik olgunluğa” erişmiştir. Artan oranda gerçekleştirilen geliştirmelerle hızlı bir değişim yaşanarak fırın ömürleri uzatılarak boyutlar küçültülüp enerji veriminde mevcut teknikle gerçekleştirilebilecek “optimum” seviyelere yaklaşılmıştır. Enerji tüketiminde sağlanan gelişmenin boyutu Şekil-1’de verilmektedir.



Şekil 1: Endüstriyel cam üretiminde enerji tüketiminin değişimi (3)

Konvansiyonel cam üretiminde çeşitli girdilerin işletme ve yatırım maliyetleri içerisindeki yeri Şekil-2’de gösterilmiştir. Oranlar, bölgesel ve dönemsel olarak girdilerin birim fiyatlarına bağlı olarak sınırlı miktarda değişim gösterebilmektedir.



Şekil 2: Cam üretiminde çeşitli girdilerin işletme ve yatırım maliyetleri içindeki yeri

Cam endüstrisi üretim prosesi verimliliğindeki artışlara rağmen 2000’li yıllarda;

- yoğun enerji gereksinimine bağlı enerji maliyetinin daha da artması beklentisi,
- yüksek yatırım maliyetleri sebebi ile sürdürülebilir sermaye karlılığı, ve
- özellikle global ısınma sonucu her geçen gün daha da daralan çevre kriterlerinin

baskısı altında kalmaya devam edecektir. Mevcut üretim prosesi üzerinde gerçekleştirilebilecek iyileştirmeler artık sadece marjinal fayda sağlanacak boyuttadır.

Beklentileri karşılayacak yeni nesil eritme teknolojisi arayışları erken tarihlere dayanmakla birlikte 90’lı yıllarda yoğunlaşarak “ulusal ve kurumsal stratejiler” belirlenmeye başlamıştır. Cam konusunda faaliyet gösteren araştırma kurumlarına devlet fonları, üretici birlikleri ve ticari kuruluşların sağladığı destek ve ortak çalışmalarla özellikle cam üretiminde uzun zaman alan ve en yoğun enerji ihtiyacının olduğu “eritme süreci” diğer süreçlerden ayırarak yürütülen bir kısım geliştirme faaliyetlerinde “pilot ölçek” çalışmalar tamamlanıp patentlenerek “ticari uygulama” için fırsatlar aranması aşamasına gelinmiştir.

Cam üretiminde 21yy’da beklenen “teknolojik ve ekonomik” boyut ile aşağıdaki genel başlıklar altında toplanabilir;

- ◆ Yüksek enerji verimi
- ◆ “Düşük” yatırım ve işletme maliyetleri
- ◆ Uyulması gerekli yeni “çevre” kısıtları
 - ◆ Daha az “atık cam”
 - ◆ Daha az kullanılmış “refrakter atığı”
 - ◆ Daha az hata => Daha “yüksek kaliteli” cam üretimi
- ◆ Daha az eritme kaynaklı CO₂, NOx ve partikül salınımı

Mevcut teknolojik kısıtlarımızdan yola çıkarak yeni eritme tekniklerinden cam üreticisi olarak beklentiler daha detaylı olarak tanımlanırsa;

- ◆ Daha küçük boyutlu üretim tesisi
 - ◆ Refrakter azaltma => ~%5-10 x Yatırım maliyeti
 - ◆ Rejeneratörsüz, yüksek verimli eritme
 - ◆ Kısa montaj süresi
- ◆ Geniş “çekiş/kapasite” aralığı
- ◆ Cam çekiş değişikliklerine hızlı tepki
- ◆ Hızlı duruş/devreye giriş
- ◆ Farklı yakıt seçeneklerini
- ◆ Hızlı kompozisyon ve renk geçişi, redoks kontrolü
- ◆ Hammadde tane iriliği ve türüne daha esnek eritme
- ◆ Düşük alkali, bor vb. buharlaşması
- ◆ Homojen cam
-

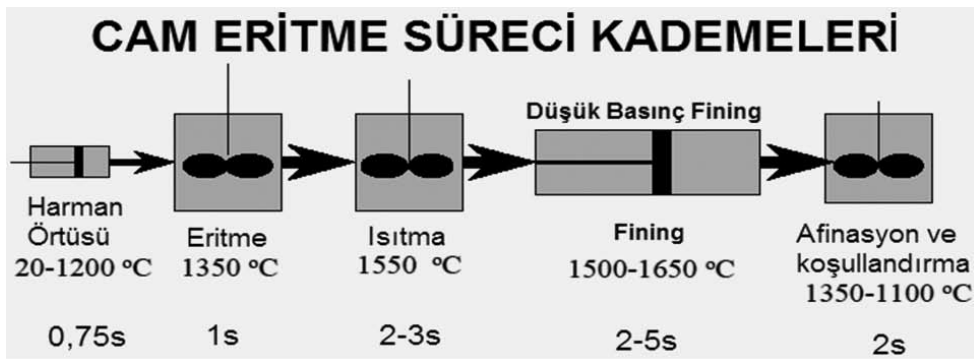
Farklı türlerde cam üretimi yapılan alt gruplarda bu beklentileri çok daha detaylandırmak mümkün olacaktır.

Bu makale kapsamında ileri boyutta çalışmalar yapılarak belirli aşamaya gelen bir kısım yeni nesil eritme teknolojilerinden kısaca bahsedilecek olup özellikle günümüzde üzerinde yoğun olarak çalışmaların devam ettiği;

- ◆ Submerged Combustion Melting
- ◆ Plasma Melting

çalışmaları konusunda Glass Trend – Yeni Eritme Teknikleri ABD Çalışma ziyareti sırasında elde edilen daha detaylı bilgiler verilecektir.

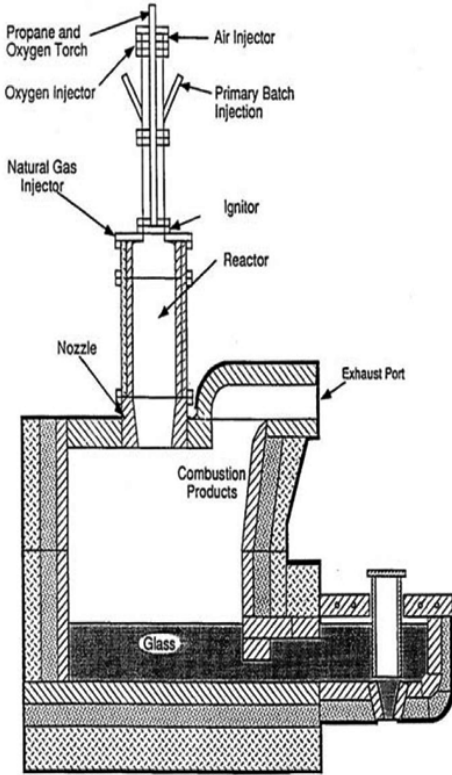
Günümüzde üzerinde detaylı çalışma yapılan cam eritme tekniklerinin pek çoğunda ortak yön, cam eritmenin bilinen alt süreçlerinin (harman örtüsü, eritme, ısıtma, afinyasyon, homojenizasyon gibi) gereklerine (süre, sıcaklık, akış tipi gibi) uygun olarak kademeli sistemler olarak tasarlanmalarıdır. Alt süreçlerde gerek duyulan optimum sıcaklık ve süreler Şekil-3’de özetlenmiştir.



Şekil 3: Cam eritme süreci kademeleri (Sıcaklık ve süreler)

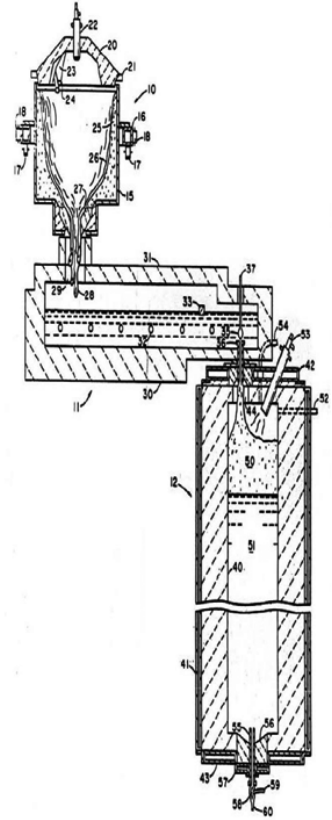
Pilot tesis ve patent aşamasına gelerek çeşitli sebeplerden (kaynak yetersizliği sonucu çalışmaların durması, araştırmayı yapan firma ilgisinin bitmesi, sadece belirli bir cam türü ve üretim tekniği ile sınırlı olması vb.) pek çok çalışma arasından başlıcaları aşağıda listelenmiştir.

- ◆ PPG P10 Float (1987)
- ◆ St. Gobain FAR & FARE
- ◆ OI RAMAR (4 sections)
- ◆ Sorg LoNO_x(R), FLEX(R)1980'ler
- ◆ Frazier-Simplex SEG Melter
- ◆ Advanced Glass Melter (AGM) (Gas Res. Inst.1984)
- ◆ Plasma Melting (British Glass, JM, PlasMelt)
- ◆ GI-GTI Submerged Melter (1995)
- ◆ Segmented Melting

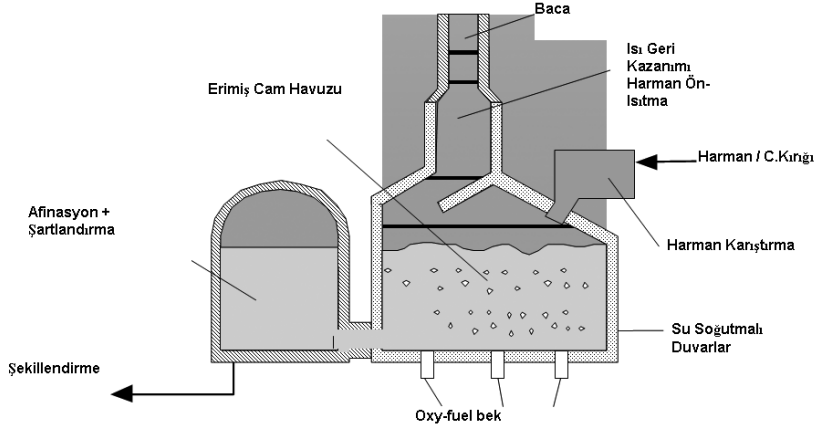


Şekil 4a: Advanced Glass Melter (Gas Res. Inst., 1984)

,1987



Şekil 4b: PPG P10 Float



Şekil 5: Submerged Combustion Melting (SCM) şematik gösterimi

A- Submerged Combustion Melting (SCM)

Glass Container Industry Research Corp. 1970-1990/GTI 2000-)

Halen Destek Sağlayan Firmalar: CertainTeed, Corning Inc., JM, OCorning, PPG Indust., Schott Glass, DOE, GTI, GMIC, PraxAir, Eclipse

Bütçe : 6 Milyon USD (Yaklaşık)

Süre : 3 yıl

- ♦ **Patent :** GTI-Gas Technology Institute/ABD
- ♦ **Prensip :** Özel beklerle yakıt/hava veya yakıt/oksijen doğrudan erimiş cam havuzunu içerisinde tabandan yakılır. Üstten beslenen cam harmanı erimiş cam olarak alt bölümde platin tüpten alınır.
- ♦ **Fayda :** Camda artan karıştırma etkisi ile yüksek eritme kapasitesi ve homojenite.
- ♦ **Uygulama:** Ukrayna ve Belarus'ta 75t/g kapasiteli iki fırın çalışmaktadır.

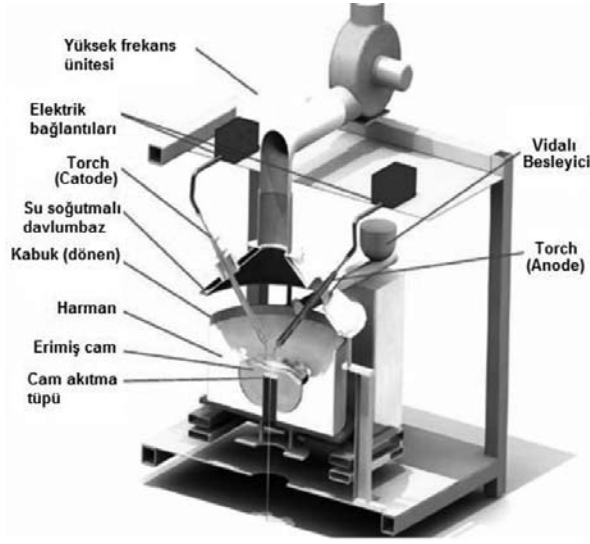
İzolasyon amaçlı mineral yünü üretilmektedir.

Başlıca avantajları;

- Tamir gerektirmeyen “kolay ve hızlı” dur/kalk (4 saat),
- Oksijenle yakmaya uygunluk,
- Yüksek enerji verimi, harmana hızlı ısı iletimi;
 - ⇒ Düşük eritme enerjisi maliyeti (200-300t/g için %7-10)
- Küçük boyut ihtiyacı – 0,075m²/t-g çekiş
 - ⇒ Düşük yatırım maliyeti (%80 daha az refrakter kullanımı)
- Güvenilir eritme teknolojisi;
 - İstenen süre için üretim hemen durdurulabilir
 - Derin cam seviyesi => köpük ve buharlaşma kontrolü
- Geniş hammadde boyutunda çalışmaya uygunluk,
- Hızlı habbeden arınma ve ısı geri kazanımına uygunluk
- Sorunsuz redoks ve renk kontrolü
- Homojen ürün, hızlı ve sık ürün kompozisyonu değişimine uygunluk
- Düşük NO_x, CO₂ emisyonu

2006 yılından bu yana devam eden çalışmalarda pilot ölçek sistem geliştirme, tasarıma yönelik sayısal model (CFD analizi), 0.5-1.0 t/saat pilot ölçek çalışması ve çeşitli cam kompozisyonlarında eritme denemeleri tamamlanmıştır. 2009-2012 döneminde 1-4 t/saat demo boyut tasarımı ve ilk ticari SCM cam uygulamanın (kaya yünü, Advantex-AR) konsorsiyum üyeleri dışında lisanslanması planlanmaktadır. Ticari cam üretimine aşağıdaki sırada uygulanabileceği öngörülmektedir.

- ◆ Cam elyaf telef eritme + cam elyaf üretimi
- ◆ Özel camlar (pres-üfleme)
- ◆ Özel camlar (optik fiber, LCD, vb.)
- ◆ Cam ambalaj
- ◆ Düzcam



B- Arc Plasma Melting

(Johns Manville, 1980-199x)

- ◆ **Glass Plasma Melter (G.Britain, 1994) British Glass**
- ◆ **High Intensity Plasma Glass Melting**
- ◆ **Destek** : JManville, AGY, DOE
- ◆ **Bütçe** : 2M USD,
- ◆ **Süre** : 3 yıl
- ◆ **Patent** : Plasmelt Glass Technologies - ABD
- ◆ **Prensip** : Argon ortamında "DC transferred arc plasma" teknolojisi
 - Cam sıcaklığı : 1300-1925 °C
 - 250 kg/saat kapasiteli pilot fırın : 600 kg/saat (E-camı)
 - Cam tipi ve C/K oranına göre değişken eritme kapasitesi
 - Küçük boyut "2-8 rpm dönen" eritme kabı (1.2 m², 0.5m cam derinliği)
 - Düşük ısı kaybı=Su ceketisiz eritme, Eritme bölgesi refrakteri = Cam Harmanı
 - Elektrodlar cam yüzeyi üzerindedir.
 - Uzun ömürlü (30+ saat), stabil, ucuz elektrod (Torch)
 - Alkali kayıpları: Konvansiyonel cam üretimi kadar
- ◆ **Lab. Uygulama:** Elyaf çekme/sarma deneyleri, model ve patent
- ◆ **Ticari Uygulama :** Hata kriterleri geniş, az miktarda ve eritilmesi zor düşük alkali içerikli (quartz) camlar üretilebilmektedir.
- ◆ **Enerji Maliyeti** : \$307-\$1100/ton Cam (Enerji, işçilik, aşınma payı dahil)

Afinasyon sürecinin mevcut yavaş hali ile kullanılması durumunda düşük maliyetli “hızlı eritme” yatırımlarının potansiyel faydası azalmaktadır. Bu amaçla yeni eritme tekniklerini çalışan araştırma grupları ve firmalar ileri bir aşama olarak hızlı afinasyon teknikleri üzerinde de çalışmalar planlanmaktadır.

Tablo 1: Çalışma yapılan başlıca hızlı afinasyon teknikleri

Ses Dalgası	Lab-ölçeği test	Potansiyel olarak ucuz Çok hızlı ve kolay uygulanır
Helyum(Inert gaz)	Ticari deneme	Helyum makul fiyatlı, Tüm camlarda uygulanamaz
Düşük basınç (Vakum)	Sınırlı Ticari Kullanım	Etkin kontrolü gerekli, Uygulama ve ekipmanı pahalı
Santrifüj	Pilot-ölçek test	Karmaşık ekipman, Potansiyel çok hızlı afinasyon

Sonuç ve değerlendirme

Artan enerji fiyatları, daralan çevre emisyon limitleri, yüksek yatırım boyutu ve ikame ürün baskıları altında, katma değeri yüksek yeni ürünleri, daha ucuz ve yüksek verimle üretecek yeni eritme, afinasyon, koşullandırma ve şekillendirme süreçlerini geliştirmek cam endüstrisinin gelecekte var oluşu için önem taşıyacaktır.

Çok yakın gelecekte bugün için yeni eritme teknikleri başlığı altında yapılan çalışmalardan ticari boyutta kütle cam üretimine yönelik önemli sonuçlar yaratacak, üretim sürecini temelden etkileyecek yansımalar beklenmemektedir. Ancak, söz konusu tekniklerin ilk uygulamalarının hata kriterlerinin daha toleranslı olduğu cam üretim tipleri ve “elyaf camı ve özel camlarda (optik, AR vb.)” konvansiyonel sistemlerin yerini alacağı öngörülmektedir.

Son zamanlarda devlet ve üretici birliklerinin finansal desteği, cam firmaları, üniversite ve Ar-Ge kurumlarının finansal destek yanında “işgücü ve fikir” birlikteliği içerisinde çalışmaları sonucu “yeni eritme teknolojisi” alanında gelişme ve değişim sürecinin hızlanacağı beklenmektedir. Bu sebeple konu üzerine gelişme sürecinin yakın takibi ve umut vaadeden bir kısım çalışmalarda yer alınması stratejik önem taşımaktadır.

Yeni tekniklerin gelişme sürecinde mevcut konvansiyonel fırın teknolojisinde yakın gelecekte olası geliştirmeler ;

♦ Fırın Tasarım/İşletme

Emisyon limitlerini sağlamaya yönelik birincil önlemlerin alınması. (Yeni bek tasarımları, port tasarımı, bek açısı, vb.)



♦ **Enerji verimi artırma**

- ♦ Fırın ömründen taviz vermeden izolasyon seviyelerinde iyileştirme vb.
- ♦ Harman/Cam Kırığı Ön Isıtma sistemleri: Artan enerji fiyatları doğrultusunda %15-20 enerji verimi sağlanması olası sistemlerin yapılacak ek yatırımı geri ödeme süresinin 2-3 yıla inmesi sonucu ekonomik hale gelerek yaygın kullanımına başlanabilir. İşletme koşullarımıza uygun sistem seçimi ve mevcut uygulamalarda işletme pratiğinde olası problemlerin giderilmesine yönelik teknolojik bilgi oluşumu önem kazanmaktadır.

Küresel ısınmaya karşı alınması olası “doğrudan emisyon miktarlarını azaltmaya yönelik” çevre koruma tedbirleri (CO₂ kotaları vb.) sonucu;

- ♦ “100% elektrikle eritme” : Fosil yakıtların enerji verimi daha yüksek güç santrallerinde elektrik enerjisine dönüştürülerek, verimin daha düşük olduğu sanayi uygulamalarında elektrik kullanımına yönelik devlet desteği oluşması söz konusu olduğunda,
- ♦ Oksijenle yakma“ : Rejeneratif fırınlarla eşit veya daha avantajlı yatırım ve işletme maliyetlerinin oluşumu ve özellikle PraxAir sistemi gibi yeni harman/cam kırığı ön ısıtma ve gaz/toz arıtma ticari sistemlerinin “oksijenle yakma” yapılan fırınlarda uygulanabilir duruma gelmesi sonucu,

önem kazanacaktır.

Kaynaklar

1. David Rue, Gas Technology Institute, 66th Glass Problems Conference Proceedings, Illinois, Champaign, IL Oct. 26, 2005
2. Prof. Dr. Ir. R.G.C. Beerkens, Dr. Ir. J. van der Schaaf, Advanced heating techniques for glass melting, Eindhoven, March 5th 2002, Eindhoven Technische Universiteit Report
3. Ruud Beerkens, Frank Simonis, Glass Furnaces of the Future: What will they be? A Common Sense View, Eindhoven University of Technology TNO Report- Eindhoven the Netherlands
4. C. Philip Ross, Glass Melting Technology: A Technical and Economic Assessment, GMIC Document, October 2004 ISBN 0-9761

NANOTEKNOLOJİ VE CAM TEKNOLOJİSİ ALANINDAKİ UYGULAMALAR

Prof. Dr. Ertuğrul Arpaç

earpac@akdeniz.edu.tr

Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü / Akdeniz Üniversitesi

21. Yüzyılın en heyecan verici bilim ve teknoloji alanı olan nanoteknoloji, fizik, kimya, biyoloji ve çeşitli mühendislikleri içeren disiplinlerarası bir bilim alanıdır. Elektronik, tıp, malzeme ve daha birçok alanda etkileri olacak bir alan olan nanoteknoloji, 1-100 nanometre boyutlarda maddelerin anlaşılması, kontrol edilmesi ve atomsal seviyede değiştirilip işlevsel hale getirilmesiyle ilgilenir.

Anahtar sözcükler: *Nanoteknoloji*

Nanoteknoloji nedir?

- ◆ Maddenin nano-boyutta (1-100 nanometre) davranışlarını araştırır ve onları kontrol etmeyi amaçlar
- ◆ Nano-boyuttaki davranışlardan yararlanarak yeni özellikler ve fonksiyonlar içeren yapılar, cihazlar ve sistemler üzerinde çalışır
- ◆ Maddeyi nano-boyuttaki özelliklerini açığa çıkarmak amacıyla görüntüleme, ölçme ve modelleme teknikleri kullanır
- ◆ Nano boyuttaki özellikleri makro düzeye taşır

Nanoteknolojinin kilometre taşları;

- 1931 Elektron Mikroskop (Ernst Ruska)
- 1959 Richard Feynman'ın bir sunuşunda kullandığı "There's plenty of room at the bottom" ünlü deyişi
- 1981 STM (Binnig et al.)
- 1985 C60 Keşfi (Curl, Kroto ve Smalley)
- 1986 AFM (Binnig et al.)
- 1986 Fizik Nobel ödülü (Binnig, Rohrer ve Ruska)
- 1986 K. Eric Drexler 'Engines of Creation' adlı yayınında ilk defa nanoteknoloji terimini kullandı
- 1991 Sumio Iijima ilk defa çekirdek halinde nanotüpleri gözledi
- 1996 Kimya Nobel ödülü (Curl, Kroto and Smalley)
- 1997 Tek katmanlı nanotüplerde ilk elektriksel özellik ölçümü
- 2007 Fizik Nobel ödülü

Klasik kimyada ilgilendiğimiz atom ve molekül boyutları nanometreden daha azdır. Klasik fizik kanunları da sonsuz sayıda birbirine bağlı atomlarla uğraşır. Nano Bilim bunların ikisi arasında bir yerlerde durur. Bu alanda,

- Temel kanunlar geçerli olmakla birlikte, kuantum kimyası bu boyutlar için geçerli değildir.
- Malzeme özellikleri boyutla değişebilir
- Yüzey/hacim oranlarında çok yüksektir

Bir ton Pt küre ($\sim 0.05 \text{ m}^3$) yaklaşık yüzey alanı 0.6 m^2

10 nm çapında bir ton Pt nanopartikül yüzey alanı $30,000,000 \text{ m}^2$

Daha iyi anlaşılması için şöyle bir örnek vermek yararlı olacaktır; 5 cm^3 (her kenarı yaklaşık 1,7 cm) hacmindeki malzeme, 24 kez bölündüğünde 1 nanometrelik küpler meydana geliyor. Elde edilen bu nano-malzeme tek kat olarak yayıldığında bir futbol sahasını kaplayabiliyor.

Malzeme özellikleri boyut ile değişebiliyor

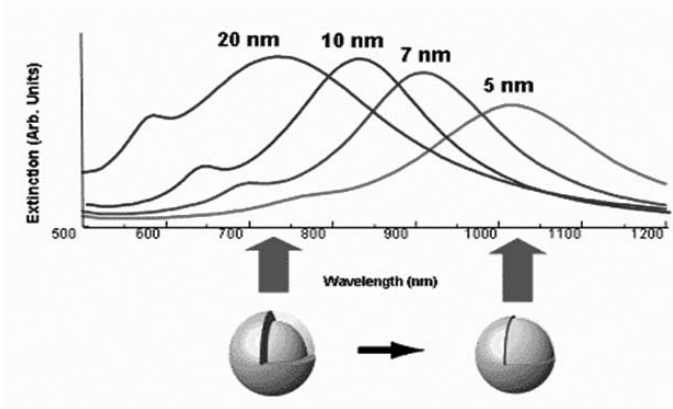
Güçlü kimyasal bağların bulunduğu malzemelerde valans elektronlarının belirsizliği kapsamlı olabilir. Sözkonusu elektronların belirsizliğinin kapsamı boyutla değişebilir.

- ♦ Malzeme yapısı da boyutla değişiklik gösterebilir.
- ♦ Yukarıdaki iki özelliğin nano-boyutlarda değişimi değişik fiziksel ve kimyasal özelliklerin ortaya çıkmasına neden olur ;
 - Optik özellikler
 - Ergime Noktası
 - Yüzey reaktivitesi
 - özgül ısı
- ♦ Değişik özellik gösteren nano-partiküller birleştirilerek makro boyutlara getirilse bile, oluşan malzemenin yeni ve değişik özellikler taşıması mümkündür.

Renk

Klasik anlamda renk, ışığın görünür bölgesinin malzemedeki elektronlar tarafından kısmi olarak soğurulması (absorbtion) ile meydana gelir. Parlatılmış metalik yüzeylerin çoğunda yüksek yoğunluktaki elektronlar nedeni ile ışık, renk oluşturamayacak şekilde tamamen yansıtılır. Çok küçük metalik parçacıklar daha farklı davranarak ışığın bir kısmını renk oluşturacak şekilde soğururlar. Bu durum, malzeme özelliklerinin boyutla değiştiğini gösterir.

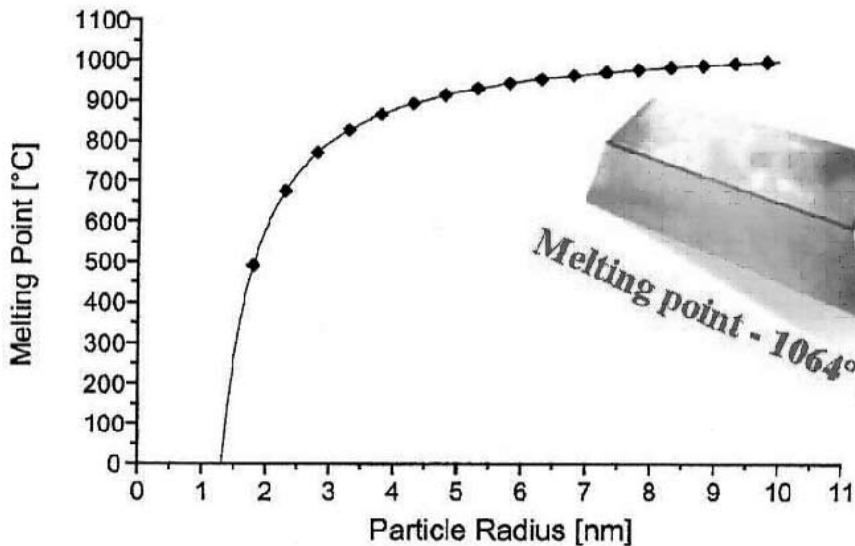
Örnek: Altın kolaylıkla nano-partikül haline getirilebilir ve kolayca oksitlenmez. Değişik boyuttaki altın parçacıkları değişik renkler verirler (altının bu özelliği cam yapımının en eski tarihlerinde bile biliniyordu. "Rubby-Glass" çok ince taneli altın-kolloid içerir.)



Ergime

Ergime sıcaklığı 1/r ile doğru orantılıdır. Partikül boyutları 10 nanometrenin altına indiğinde DT farkı birkaç yüz dereceye ulaşabilir. Çoğu zaman yüzey gerilim katsayısı bilinemez; Ergime sıcaklığını partikül çapı ile ilişkilendirerek yüzey gerilim katsayısı tahmin edilebilir.

Bir matriks içindeki nanopartikülün ergime sıcaklığı, parçacık ve matriks arasındaki etkileşimin derecesine bağlı olarak azalabilir ya da çoğalabilir.



Elektrik iletkenliği

Metallerde iletkenlik band yapısı ile ilişkilidir. Eğer en dış iletkenlik bandı elektronlar tarafından kısmen işgal edilmişse, elektronlar herhangi bir direnç olmaksızın her yöne rahatça hareket ederler (hatasız bir kristal yapısı ile). Hatalı kristal yapılarında saçılma devreye girer

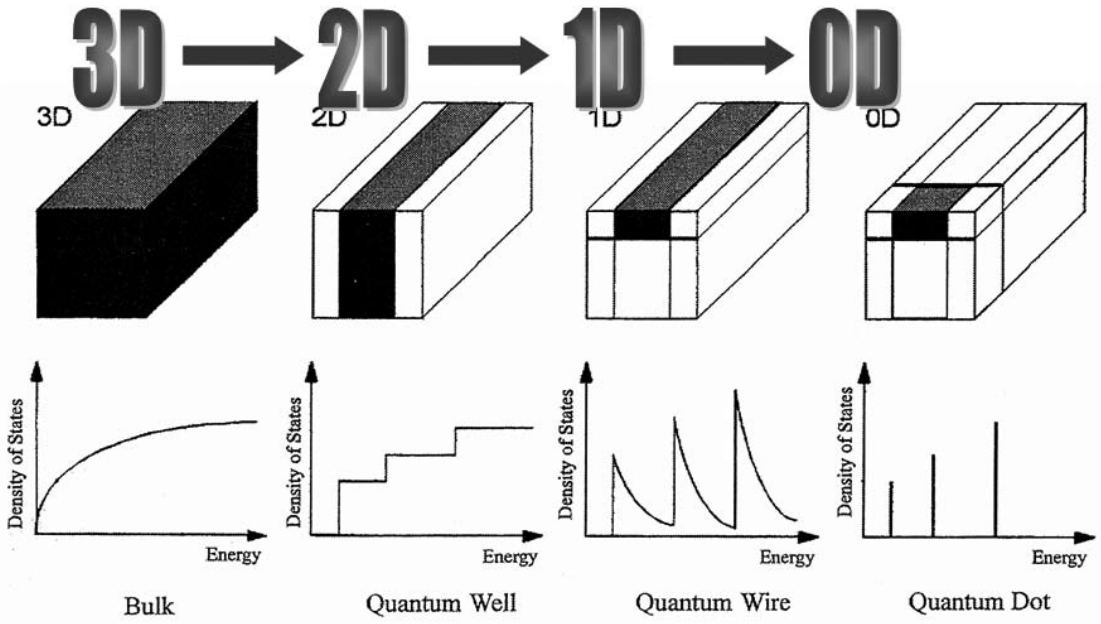
- (1) Yapısal hatalar (yabancı atomlar, boşluklar, tane sınırları, dislokasyonlar vs)
- (2) Kristal yapının ısısal vibrasyonu nedeni ile saçılma (phonons)

(1) numara sıcaklıktan bağımsız iken (2) numara yapısal hatalardan bağımsız fakat sıcaklığa bağımlıdır. Elektrik akımı malzeme içindeki elektronların toplamsal hareketidir;

Ohm Kanunu: $V = RI$

Band yapısı parçacık küçülmeye başladığı zaman değişmeye başlar. Ayrışmış enerji seviyeleri baskın olmaya başlar ve artık Ohm Kanunu geçerli değildir.

Boyutsal isimlendirme



Eğer bir malzeme elektronların 3 boyut yerine 2 boyutta hareket edebileceği kadar inceltilebilirse “Quantum Well” olarak adlandırılıyor.

- Bir sonraki seviye “Quantum Wire”
- Son nokta “Quantum Dot”

Makro boyutta malzemelerin bunları yapabilir mi?

Fiziksel Özellikler:

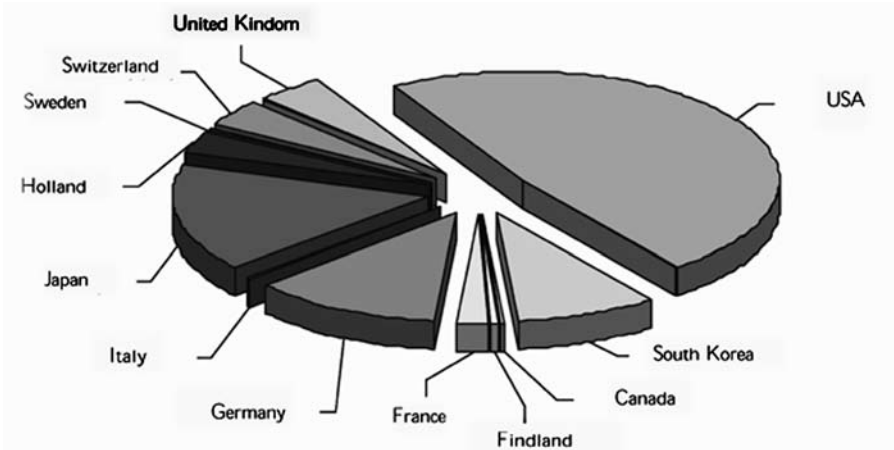
- süper-akışkanlar (He4) – viskozite 0,
- ferro-akışkanlar – mıknatısla şekillendirilen sıvılar,
- elektrik akımı ile hacim ve sıcaklık değişimi ya da tersi,
- ergime sıcaklıklarında anormal düşüşler ~ 800°C,
- fotodegradasyon,
- non-polar su,
- süper katalizörler,
- kendi kendini tamir edebilme

Optik Özellikler :

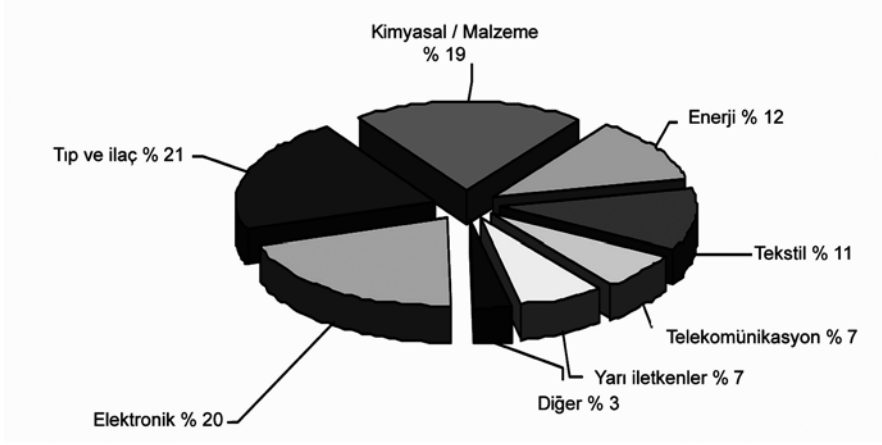
- elektrik, sıcaklık, basınç, kimyasal veya boyuta bağlı olarak renk değiştirebilme
- ışık yayabilme – fosforesans/floresans özellikler
- saydam metaller (yakında),
- Işığın keskin virajlardan döndürülebilmesi,

Nano-ekonomi

Nanoteknolojinin 2015 yılında ABD ekonomisinde 1 Trilyon Dolarlık bir hacim işgal edeceği hesaplanıyor. Bu iş kolunda 2 milyon kişinin çalışması, 1700 ün üzerinde Ar-Ge yapan organizasyonun bulunması diğer hesaplanabilir beklentiler arasında. 2003 de 7,6 Milyar USD olan global nanoteknoloji pazarının, 2008 de 30 Milyar USD ye ulaşması bekleniyor.



Ükelere göre Nanoteknoloji yatırımları (2005)



Sektörlere göre Nanoteknoloji yatırımları (2005)

Nanoteknoloji Uygulamaları

Vizyonda olan uygulamalar; kozmetik, cam kaplamalar, spor malzemeleri, tekstil, elektrik, sensörler, antibakteriyal malzemeler, boya, gıda takviyeleri olarak sayılabilir. Hemen önümüzdeki senelerde ise, ilaç – malzeme salınımlı ilaçlar, tümör hedefleyen kanser tedavisi yapay kemikler, katalitik malzemelerin devreye girmesi bekleniyor. Onu izleyen yıllarda ise, yakıt hücreleri, organik güneş pilleri, bataryalar, nano-ölçekte cihazlar ve makinelerin hayatımıza girmesi bekleniyor.

Hangi nano-malzemeler hangi alanlarda kullanılıyor;

- ♦ **Fullerenes and Karbon Nanotüpler:** Tekstil, Kozmetik, Elektronik, Spor Malzemeleri, Yağlayıcılar, İnşaat Malzemeleri, Gıda Katkıları...
- ♦ **Gümüş:** Antibakteriyal malzemeler, Küf tutmayan kaplamalar, Gıda kapları, Hava Filtreleme sistemleri, Hijyen ürünler, Sterilizasyon spreler, Yara bantları....
- ♦ **Silica:** Elektronik, Boya/Pigment, Kozmetik, Gıda Katkıları,
- ♦ **Çinko Oksit ve Titanyum Oksit :** İnce Film Kaplamalar, Kozmetik, Kendini temizleyen kaplamalar, Buğulanmayan kaplamalar
- ♦ **Altın:** Kimyasal algılama, Sensörler, Kırıksık önleyen cilt kremleri

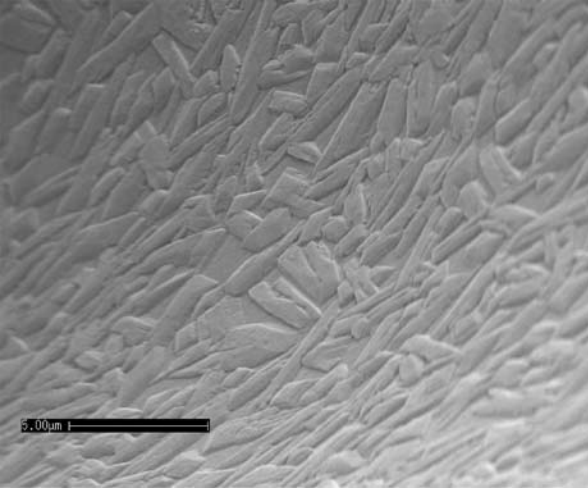
En fazla yararlı etkileri sağlık alanında beklenen nanoteknoloji konusunda endişeler de birhayli yüksektir. Bu malzemelerle insanların nasıl karşılaşacağı, vücuda nasıl girdiği, girdiğinde vücut istemleriyle nasıl etkileşime girdiği, bu etkileşimlerin ne tür zararları olabileceği bilinmemektedir. Bu malzemeler için ölçüm ve kontrol metodları bugün için yeterli değildir. O kadar küçükler ki, onları tutacak bir filtre bugün mevcut değil. Eldivenlerden insan derisine oradan da vücuda girebiliyorlar. Yine de tıp alanında yapılan çalışmalar, birçok hastalığa çok yeni tedavi mekanizmaları getirebileceğini gösteriyor.

NANOTEKNOLOJİ ve CAM

Cam ve nanoteknolojinin kesişme alanını en fazla dolduran konular yüzey teknolojileri alanındadır. Cam kırılgenlığı dışında ideal bir malzemedir ancak, şartlar uygun olduğunda yüzeyi korozyona uğrar ve çıkarılamayan lekeler oluşur. Su damlacıkları buharlaştığında içeriğindeki mineraller zamanla cam ile kuvvetli kimyasal bağlar oluşturarak sabit lekelerle neden olurlar.

Cam yüzeyinde leke bırakan mekanizmalar

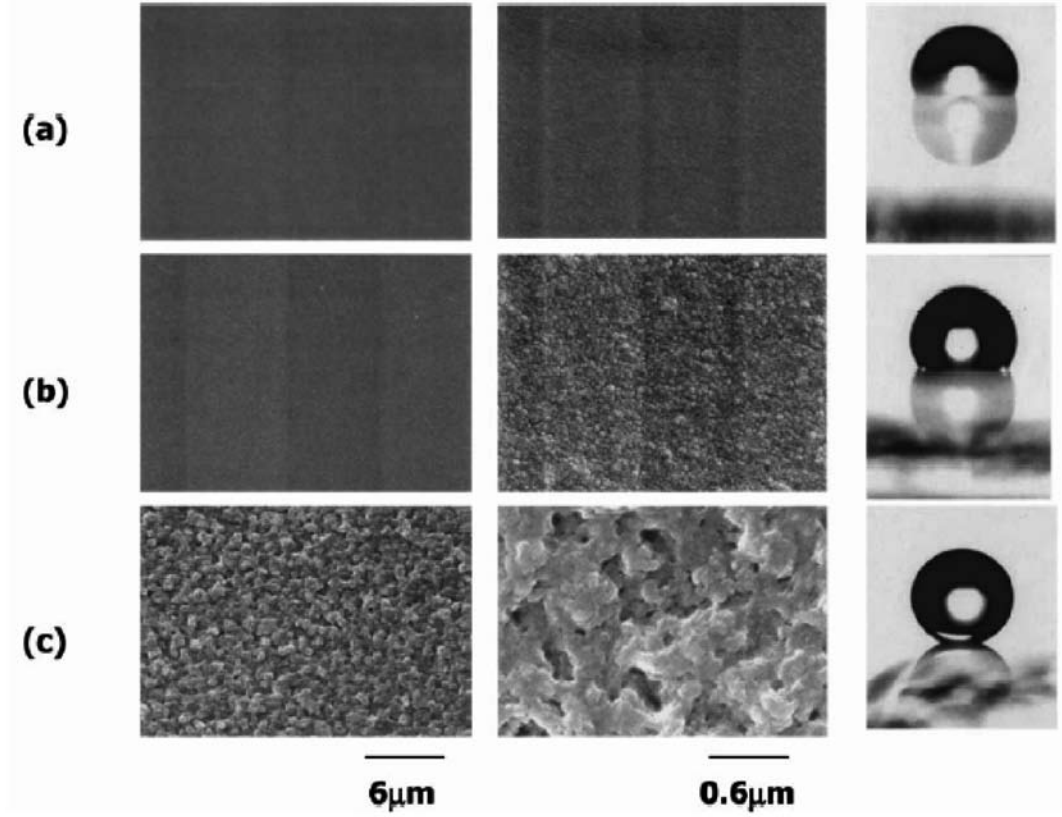
Beton üzerinden gelen su
Kalsiyumca zengin sert sular
Kirlı havada yağın silika ve hidrojen sülfidce zengin yağmur
Tarımsal tozlardan gelen alkaliler
Silikon benzeri yapıştırıcılardan gelen akıntılar
Yanlış stoklama koşulları
Nakliye sırasında oluşan hasarlar



Nanoteknolojiye dayalı yüzey teknolojileri cam yüzeyini tüm bu olumsuz etkilere karşı koruma altına almaya başlamıştır. Bu alanda kullanılan nanoteknolojik ürünler;

Cam yüzeyini lekelenmelerden koruma
Daha uzun süre ve kötü çevre koşullarına karşı stoklama imkanı verme
Kolay temizlenebilme
Kendi kendini temizleme
Yüksek kimyasal dayanım
Su iticilik
Su yayıcılık
Mikrop ve bakterileri yok etme amaçları ile kullanılabilirler.

Hidrofobik Kaplamalar



Hidrofobik (su itici) kaplamalar cam yüzeylerine çeşitli amaçlarla uygulanan kaplamalardan biridir. Cam üzerindeki kaplamaların SEM görüntüleri ve yüzeydeki su iticilik

a) Cam+ heptadecafluorodecyltrimethoxysilan (FAS-17) kaplama

b) Cam+ Metanol bazlı koloidal silika kaplama

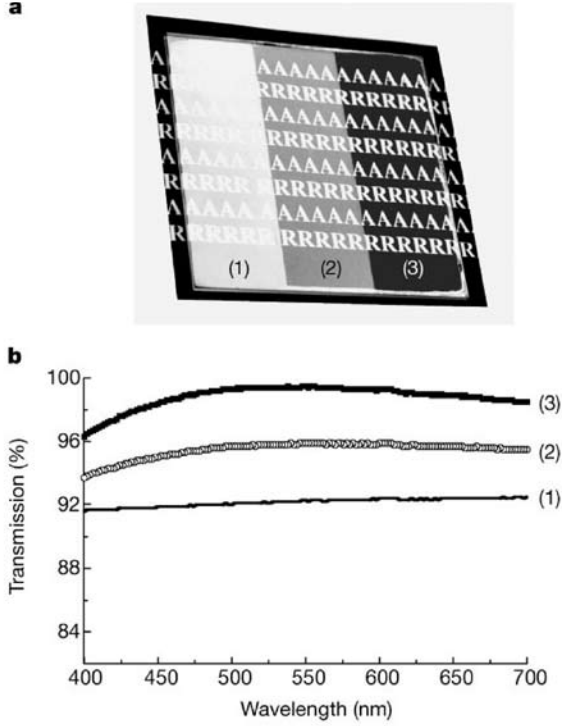
c) Cam+ Metil Etil Keton bazlı silika kaplama

T. Watanabe, et al, "Processing of roughened silica film by coagulated colloidal silica for super-dydrophobic coating"

J Materials Sci Lett 2001, 20, 1975.

Nano-pürüzlü AR kaplamalar

Antirefleksif (yansıtmayan) cam yüzey kaplamalar camın çok değişik amaçlarla kullanılabilmesini sağlayan bir özelliktir. Nano-pürüzlülük sağlayan tek katlı kaplamalar, klasik çok katlı kaplamaların yerini almaktadır.



Sol Fotoğraf (Siyah zemin üzerinde beyaz yazı)
(3) İki yüzeyi de nano-pürüzlü monomer kaplı cam
(2) Tek yüzeyi kaplı cam
(1)Kaplanmamış cam

3 no.lu kaplama 400-700 nm arası > %99 geçirgenliğe sahiptir.

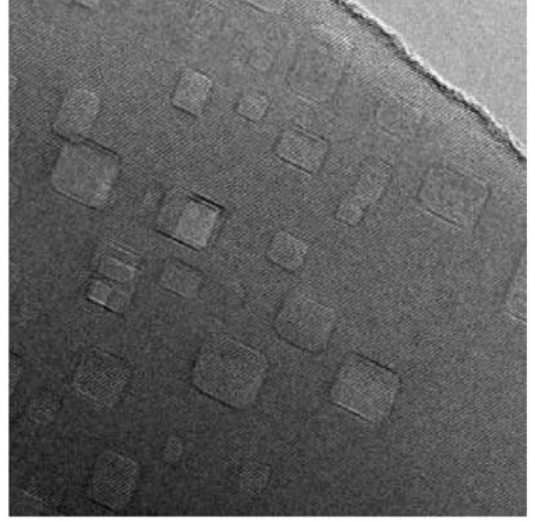
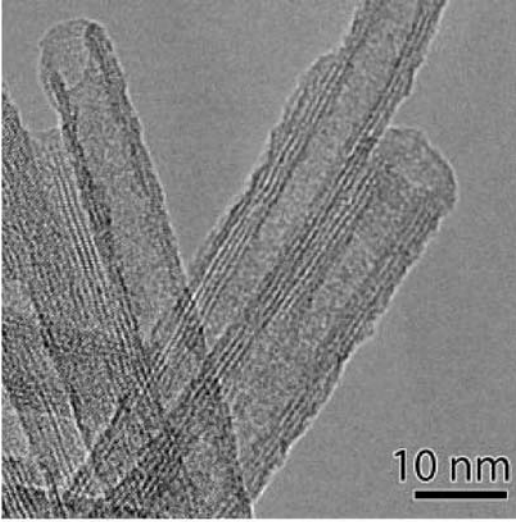
Enerji alanında nanoteknoloji oldukça gelecek vaad etmektedir. Enerji, nanoteknoloji ve cam sanayiinin kesiştiği alana yalıtım teknolojileri ve güneş pilleri girmektedir. Bugün güneş pillerinde temel problem, yüksek verimlilik veren malzemeler çok pahalı, ucuz malzemelerin ise verimliliklerinin düşük olmasıdır.

Güneş Pillerinde Nanoteknolojinin Etkisi

Nanopartiküller, ince filmler, nanoyapılar ve nano-boşluk içeren malzemeler oldukça yüksek yüzey/toplam orana sahiptirler. Bu özellik, yüksek verimli ORGANİK GÜNEŞ PİLLERİ için oldukça avantajlı bir durum yaratacaktır.

Araştırma Konuları:

- ◆ İnce Film Güneş Pilleri (kristal silikon)
- ◆ Organik Güneş Pilleri
- ◆ Organik Güneş Pilleri için yeni boyalar, malzemeler
- ◆ İletken polimerler içinde ışığı absorblayan malzemeler
- ◆ Nano-yapıların (kuantum kuyuları, kuantumnoktaları) değişik organik ve inorganik yapılar içine koyulması



Penn-State’de yapılan araştımlar, titanyum nano-tüpler kullanılarak yapılan **organik güneş pillerinin**, oldukça düşük maliyetli olabileceğini ve % 15 verimli piller yapılabileceğini gösteriyor,

Günümüz güneş pili teknolojisi büyük oranda kristal silikon teknolojisine dayanıyor. Bu teknoloji aslında oldukça düşündürücü; Bir metrekare kristal silikon yapmak için harcanan enerji 5 gigajoule. Bu yöntemle yapılan bir metrekare pilin üretimi için harcanan enerjiyi elde edip edemeyeceği bir soru işareti” (Dr. Craig Grimes, Professor Penn State). Bu nedenle nanoteknolojiye dayalı **Organik Güneş Pilleri**, bu sanayinin çıkış noktası olarak görülüyor.

Isı Yalıtımında Nanoteknoloji Etkisi:

- ♦ Aerogel’lerin boşlukları ışığın dalga boyundan daha küçüktür. Çok pahalı olmalarına rağmen, olağanüstü derecede yalıtım ve düşük iletkenlik özelliklerine sahiptirler.
- ♦ Günümüz yalıtım camları, geniş alan kaplama, düşük maliyet unsurlarını gözetken çok katmanlı ince film kaplama teknolojisine dayanmaktadır. Akıllı camlar çevre ile etkileşime girerek geçirgenliğini ayarlayan camlardır (Termokromik, Elektrokromik, Fotokromik, Gazokromik). ITO, ZnO, WO₃, V₂O₅, LiNiO₂ Nanokaplamaların akıllı camlar üzerinde gerek maliyet gerekse fonksiyon olarak önemli etkileri olacaktır.

Pencere yalıtımları için verilen uğraş, daha düşük ısı iletim katsayılı sistemler ve çevre ile etkileşimli akıllı camlar alanlarında yoğunlaşmaktadır.

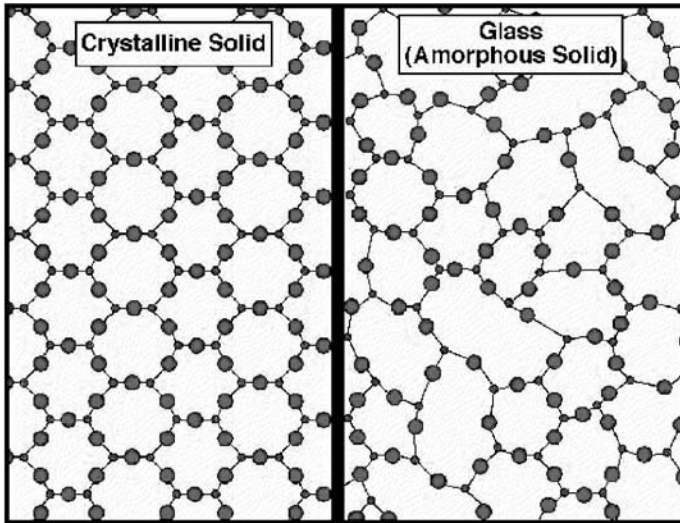
Düşük enerji harcayan evler çeşitli ülkelerde değişik proglamlarla destekleniyor. Yarısaydam nano-jeller pencere sistemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Isı yalıtımı açısından bilinen malzemelere göre oldukça üstün olan Aerogel ler, özellikle mekanların çatı camlama sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu malzeme ile yapılmış bir çift camın **U değeri – 0,4 W/m²K civarındadır.**



Nanoteknoloji camın yapısını değiştiriyor

Camın yapısı ve özelliklerinin kimyasal bileşim ve serbest boşluklara (free volume) bağlı olduğu bilinmesine rağmen, camın yapısını dolayısı ile özelliklerini, serbest boşlukları kontrol ederek değiştirmekle ilgili çok fazla sistematik çalışma yapılmamıştır.

NANO-GLASS, birbirlerinden cam/cam arayüzeyleri ile ayrışmış nanometre ölçeğinde camsı fazlardan oluşan yapıdır. Bildiğimiz soda-kireç camlarında serbest boşluklar % 1-2 iken, Nano-Glass' da bu oran % 15 kadardır. Aynı kimyasal bileşime sahip olmasında rağmen, Nano-Glass çok farklı özelliklere sahip olabilmektedir.

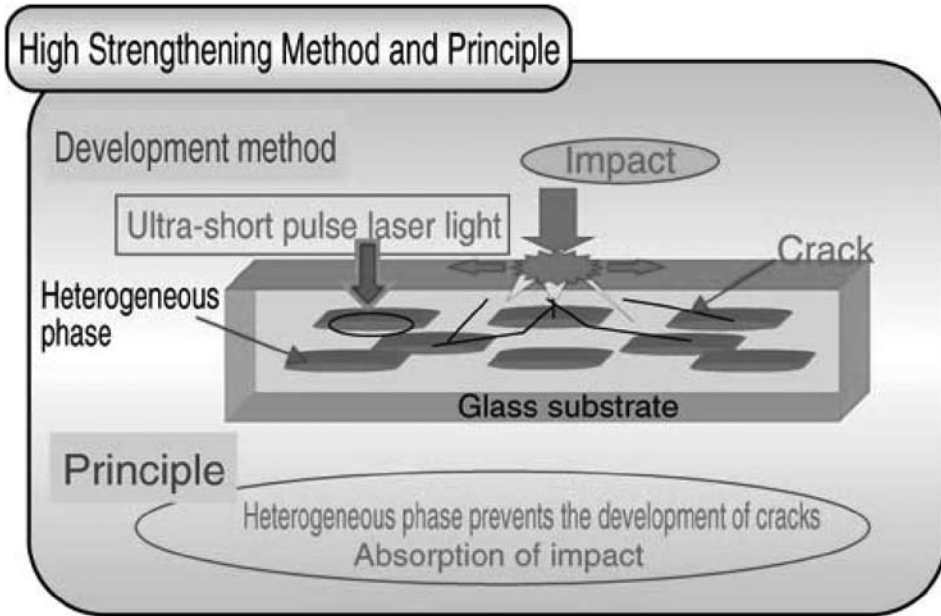


Prof. Hirao; Nanoglass mucidi

Prof. Hirao öncelikle cam yapısını bilgisayar simülasyonları ile incelemekle işe başladı. Lazer enerjisini, ısıya çevirmeden, cam atomlarının termal vibrasyonlarından daha kısa sürede uygulayarak enteresan sonuçlar elde edilebileceğini gördü. Bu yöntemde 10-13 saniyede femtosecond lazer uygulaması gerçekleştirdi (cam atomlarının termal vibrasyonları 10-12 saniye). Cam, çok kısa süredeki bu yoğun enerji ile karşılaştığında çatlamıyor ve lazerin odak noktasının çevresindeki camın yapısı değişiyor. Prof. Hirao bu yöntemle camın içinde bir fiber-optik oluşturulabileceğini kanıtladı.

Düz Ekranlar için Yüksek dayanımlı Nanotechnology Glass Projesi

Düz ekran pazarı her yıl artış göstermektedir. Bu tür ekranlarda kullanılan cam ağırlığın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Projenin amacı daha ince, hafif ve dayanıklı düz-ekran camlarının üretim teknolojisinin oluşturulması idi.



Proje, camın yapısında çok kısa süreli lazer uygulaması ile geçirgenliği etkilemeyecek nano-boyutta heterojen fazların oluşturulmasına dayanıyordu.

Cam, amorf yapıda olmasına rağmen femtosecond lazer uygulaması ile nano ölçekte kristal benzeri hale getirilebiliyor. Bu yöntemle oldukça ince ve dayanıklı camlar yapılabiliyor.

Nano-Glass teknolojisi ile kırılmadan bükülebilen çok ince camlar yapmak mümkün hale gelebiliyor, yani daha dayanıklı fiber-optikler, daha hafif ve geniş ekranlar



Nanoteknoloji, bilim ve teknolojinin her alanında etkisini hissettirecek, alışık olmadığımız özellikleri sayesinde bizi yepyeni ürünlerle tanıştıracak, ürettiğimiz ürünlere yeni ve katma değeri yüksek özellikler kazandırabilecek, sağlık alanında devrimler yaratabilecek, cam gibi olgun sanayiiler için de yeni ufuklar açabilecek bir alan olarak görülüyor.

FLOAT HATLARINDA ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIM OLANAKLARI

Emin Kızılkaya

ekizilkaya@siseecam.com.tr

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası / Düzcam

Enerji fiyatlarının artması ve önümüzdeki dönemlerde de söz konusu fiyatların artma eğilimi göstermesi, enerji kullanıcılarını enerjiyi tasarruf etmeye itmiştir. 1970 enerji krizinden beri bu konuda çok mesafeler alınmıştır. Şimdi sıra alternatif enerji kaynaklarını kullanabilme olanaklarını araştırmaya ve bunları hayata geçirmeye gelmiştir. Güneş ve rüzgar enerjisini kullanma konusunda ciddi adımlar atılmıştır. Bu tür tesislerin geri ödeme süreleri 7 yıla kadar düşmüştür. Gelişmiş ülkelerde bu tesisleri kuranlara tesisin boyutuna bakılmaksızın ciddi teşvikler verilmektedir. Yeni enerji kanunumuzda bu konunun teşvik edileceğine vurgu yapılmıştır. Buradan hareketle de bu enerji kaynaklarının Trakya Fabrikası tesislerinde kullanılabilirliğini ve bu konuda yapılabilecekleri araştırmak için bazı çalışmalar yapıldı. Bu kapsamda yapılan araştırmalar iki boyutta ele alınmıştır.

1. Güneş ve rüzgar enerjisi üretebilme olanakları
2. Hidrojen Enerjisi ve yakıt pillerinden enerji elde etme olanakları

Anahtar Sözcükler : Güneş Enerjisi, Rüzgar Enerjisi, Hidrojen, Yakıt Pilleri

1. Güneş ve Rüzgar Enerjisi Üretebilme Olanakları

Güneş enerjisinden faydalanma olanaklarını belirlemek için, EİE tarafından sağlanan geçmişe dönük veriler incelenerek güneş enerjisi ölçümleri ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. Türkiye'nin ortalama yıllık güneşlenme süresi 2640 saat, ortalama ışınım şiddeti yıllık 1311 kWh/m² dir. Günlük toplam 3.6 kWh/m² olduğu tespit edilmiştir.

Aylara göre güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi Tablo-1 de verilmiştir.

Tablo 1: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

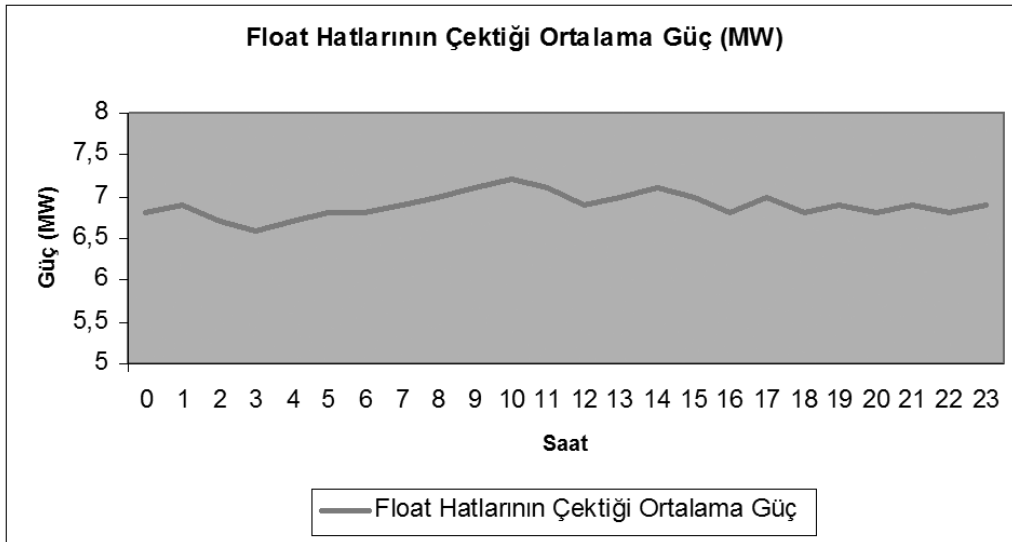
Yapılan araştırmalar ve görüşmeler sonucunda anlaşılmaktadır ki güneşlenme süresinde ve şiddetinde, güneş enerjisinden yararlanarak enerji üretimi bakımından bir problem olmayacaktır.

Güneş enerjisi üretimi için önemli bir sorun ekipman yerleştirme alanı sorunudur. Çok ciddi miktarda ekipman yerleştirme alanına ihtiyaç vardır. Güneş panellerinin gücü çok düşüktür. Panellerin 300 W/m² bir üretim gücü vardır. Bir evin ihtiyacını karşılayacak panel ihtiyacı 15 m² dir. Bu demektir ki evdeki bahçenizin 15 m² lik yerinden faydalanmayacaksınız. Evler için panel yeri olarak genelde çatıların seçilmesi de bize fikir vermiştir. Trakya Fabrikasında bu iş için kullanabilecek çatı sahası 100 000 m² dir. Alanın tamamı da kısıntısız güneş alabilir, böylece 30 MW güneş enerjisi sağlanabilir.

Trakya Fabrikası rüzgar enerjisi konusunda da şanslıdır. EİE müdürlüğünün Trakya Fabrikası'na en yakın istasyonu Muratlı'da bulunmaktadır. Bu durumda rüzgar enerjisinden, elektrik enerjisi üretimi ile ilgili bir sıkıntı gözükmemektedir. Rüzgar enerji santrallerini koyacak yer sıkıntısı yoktur.

2. Üretilen Güneş ve Rüzgar Enerjisinin Float Tesisinde Kullanımı

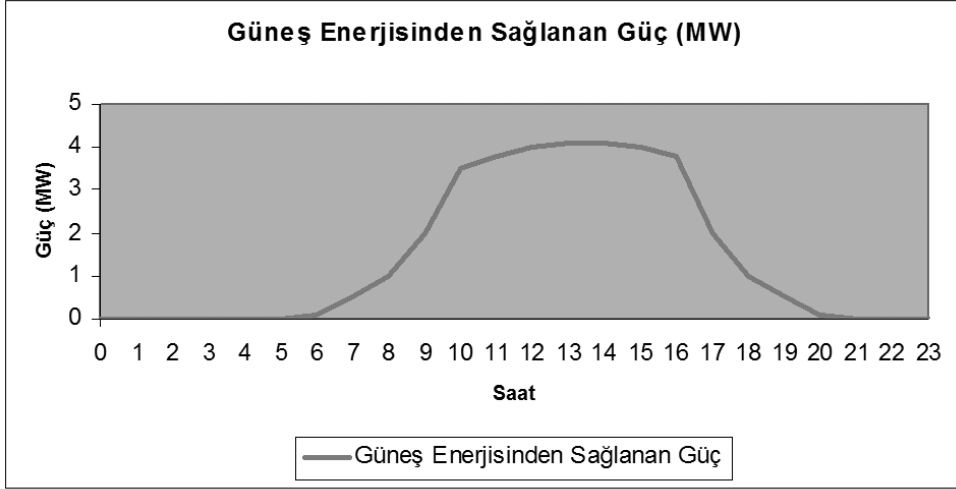
Üretilen güneş ve rüzgar enerjisinin float tesisinde kullanımı bildirinin asıl konusunu teşkil etmektedir. Float tesisleri genel olarak sabit miktarda güç çekerler. şekil 1'de bu durum görülmektedir.



şekil 1: Float Hatlarının Gün İçinde Çektiği Ortalama Güç (MW)

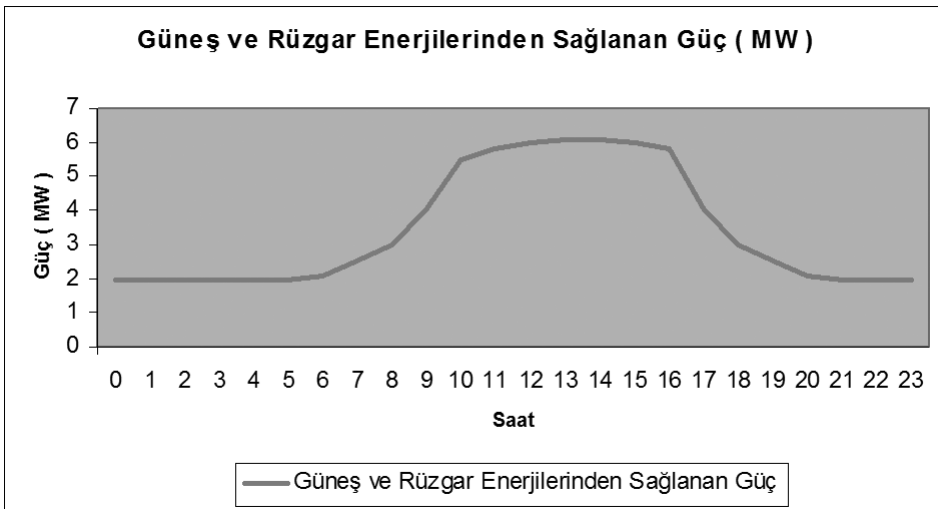
Ancak, Float hatları kesintisiz olarak, sürekli enerjiye ihtiyaç duyar. Elektrik kesintilerine karşı ciddi tedbirler alınmıştır. İhtiyacın tamamını karşılayan dizel jeneratörler mevcuttur. Ayrıca kritik üniteleri besleyen kesintisiz güç kaynakları bulunmaktadır.

Tesisimize konulacak güneş enerjisi panellerinin vereceği güç eğrisi şekil 2 deki gibidir. Şekil 2’den de görüldüğü gibi günün yarısında güneş enerjisinden faydalanma imkanı yoktur. Güneş enerjisinden en fazla faydalanma imkanının olduğu yaz mevsimi dikkate alınarak, değerlendirme yapılırsa gün içinde güneş enerjisinden faydalanma imkanının mümkün olduğu saatler sabah 06:00 ve akşam 20:00 saatleri arası olarak gözlemlenir. Güneş enerjisinden faydalanma imkanı günün belirli saatleri ile sınırlı olduğundan, güneş enerjisi dışında alternatif enerji arayışı söz konusu olabilir. Güneş enerjisi haricinde alternatif enerji kaynağı olarak rüzgar enerjisinden faydalanmak düşünülebilir.



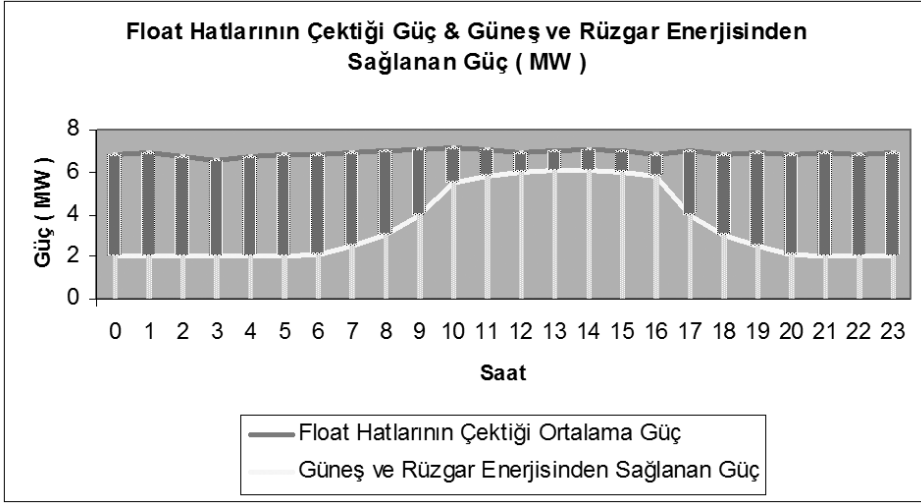
Şekil 2: Güneş Enerjisinden Sağlanan Güç (MW)

Güneş enerjisine, rüzgar enerjisi de eklendiğinde elde edilecek toplam enerji miktarı Şekil 3’de gösterildiği gibi olacaktır.



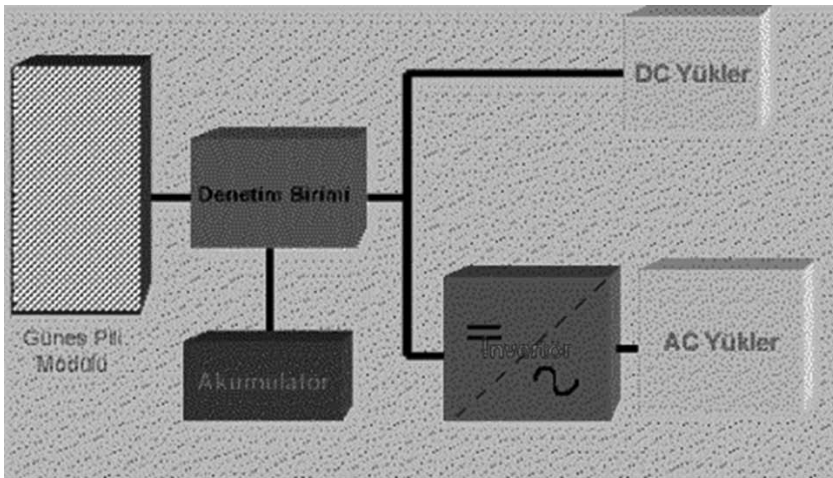
Şekil 3: Güneş ve Rüzgar Enerjilerinden Sağlanan Güç (MW)

Float tesislerinin ihtiyaç duyduğu güç ile güneş ve rüzgar enerjisinden faydalanılması durumunda elde edilecek güç değerleri aynı grafik üzerinde gösterilerek Şekil 4 elde edilmiştir. Bu şekil üzerinde kırmızı ile işaretlenmiş yerlerde float tesisine güneş ve rüzgar enerjisinden elde edilen enerjiler haricinde bir miktar daha enerji vermek gerekecektir. Yeşil ile işaretli yerlerde fazla enerjinin depolanması veya dışarıdan enerji alınması gerekir. Sadece güneş enerjisinden sağlanan güç float hatlarının ihtiyaç duyduğu gücün % 22 sini sağlamakta, buna rüzgar enerjisini ilave ettiğimizde ise bu değer % 51 olmaktadır ki, bu oldukça önemli bir kazanımdır.



Şekil 4: Float Hatlarının Çektiği Ortalama Güç ve Alternatif Enerji Kaynaklarından Sağlanan Gücün Karşılaştırılması

Üretim ve tüketimi dengelemek için yenilenebilir enerji kullanan evlerde yapılanlara bakılırsa tesisat Şekil 5 te gösterildiği gibidir.



Şekil 5: Güneş Pili Modülü ve Elektrik Enerjisi Üretimi

<http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/gunespv.html>

Güneş ve rüzgar enerjisinden sağlanan elektrik enerjisi alternatif enerjiye çevrilerek ev kullanımına sunulur. Fazla gelen enerji akü gruplarında enerji yetersizliğinde kullanılmak üzere depolanır. Enerjinin az geldiği anlarda kullanılmak üzere şebekeye de bir bağlantı imkanı varsa yapılır. Bu akü gruplarını küçük alınmasına olanak verdiği gibi, hiç akü de konulmayabilir.

Çamaşır ve bulaşık makinesi kullanımı enerjinin en bol olduğu zamana denk getirilir. Aynı zamanda, çim biçme ve depoya su dolduran pompanın gündüzleri çalıştırılmasına özen gösterilir.

Bu örnekten faydalanarak, düşünülecek olunursa Trakya Fabrikası'nda enerjinin bol olduğu zamanlarda aşağıdaki faaliyetler yapılabilir.

1. Fabrikaya su sağlayan derin kuyu pompalarının çalışmaları düzenlenebilir. Gündüz derin kuyu pompaları tam kapasite ile çalıştırılıp gece saatlerinde 1000 tonluk depodan su takviyesi yapılabilir.
2. Soda boşaltma ve hammadde nakil hareketleri gündüze kaydırılabilir.
3. Cam yükleme boşaltma hareketleri enerjinin bol olduğu saatlere kaydırılabilir.
4. Lamine otoklav çalışma saatleri daha dikkatli seçilebilir.

Üzerinde daha fazla çalışılırsa daha fazla tedbir bulunabilir. Bu önlemler üretim ve tüketim dengesinin sağlanması için yeterli değildir. Üretimin bol olduğu zamanda sağlanan enerjinin bir şekilde depolanması gerekir. İlk akla gelen akü kullanmak olabilir. Teknik olarak ev için önerilen bu önlem, bu kadar büyük enerjiler için uygun değildir. Trakya Fabrikası'nda enerji harcayarak elde edilen ve depolanan ürünler aşağıda belirtilmiştir.

1. Hidrojen
2. Hava
3. Azot
4. Oksijen

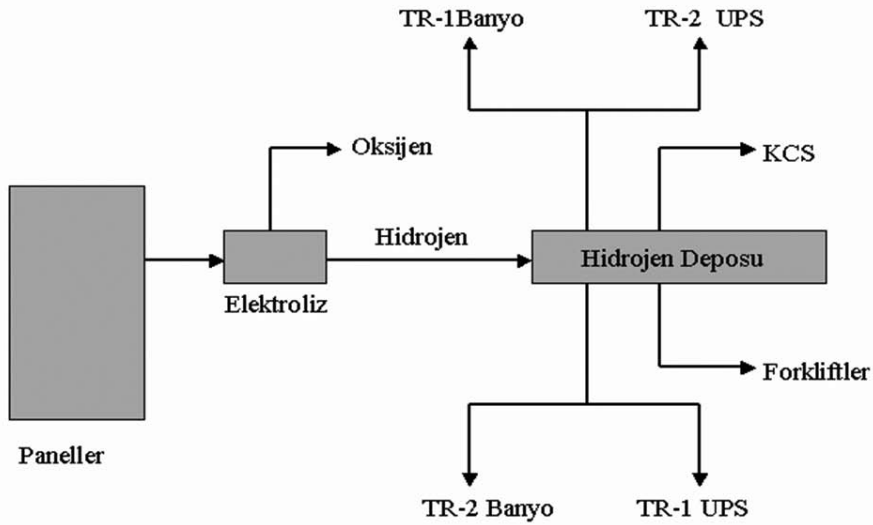
Bunları üretirken ürünü depolama imkanı olması dikkate alınmıştır. Üretim yapan tesislerin çabuk devreye girebilmesi ve çıkabilmesi gerekmektedir. Yukarıda belirtilen dört ürün uygun üretim ve depolama aracı kullanılırsa uygundur.

3. Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen

Rüzgar ve güneş enerjisinden bahsederken hidrojen bahsetmemek olmaz. Yenilenebilir enerjilerin düzensiz olması enerjinin depolanmasını gerektirmektedir. Literatürde bu enerjinin depolanma aracı olarak hidrojen seçilmiştir. Hidrojenin elektrolizle elde edilmesi kolaydır. Elektrik enerjisini geri elde ederken çıkan atıkların çevreye zarar vermeyen su buharı olması hidrojeni cazip kılmaktadır. Bununla birlikte, alternatif enerji kaynağı olan hidrojenin bazı dezavantajları vardır. Hidrojenin depolanması çok zordur. Hidrojen çok zor sıvılaşır, bu nedenle hidrojen özel tekniklerle sıvılaştırılır ve saklanır. Hidrojen gaz halinde ve basınç altında bulunduğu çelik kabın yapısını bozarak kaba zarar verir. Son zamanlarda hidrojenin metallerle yaptığı hidrür bileşikler hidrojen depolamada bir umut olmuştur. Bor da hidrojen depolamada kullanılabilecek elementlerden biridir.

Hidrojenin ikinci sakıncası; hava ile çok geniş bir aralık içinde patlayıcı gaz karışımı oluşturabilmesidir. Profesyonel olmayan kişilerin hidrojen üretmesi, kullanması, ve taşıma yapması sakıncalıdır. Trakya Fabrikası'nın bu konu ile ilgili 27 senelik bir bilgi birikimi vardır. Trakya Fabrikası'nda bir hidrojen üretim tesisi, 26 barg de 10000 Nm³ hidrojen depolanan dört adet depolama tankı, banyolara ve Kırklareli Cam Sanayii'ne hidrojen veren boru ağı mevcuttur. Fabrikaların normal zamanda hidrojen kullanımı 220 Nm³/h tir. Zaman zaman daha fazla hidrojen kullanıldığı durumlar olmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin Trakya Fabrikası'nda düşünülen uygulama şeması Şekil 6 da gösterilmiştir.



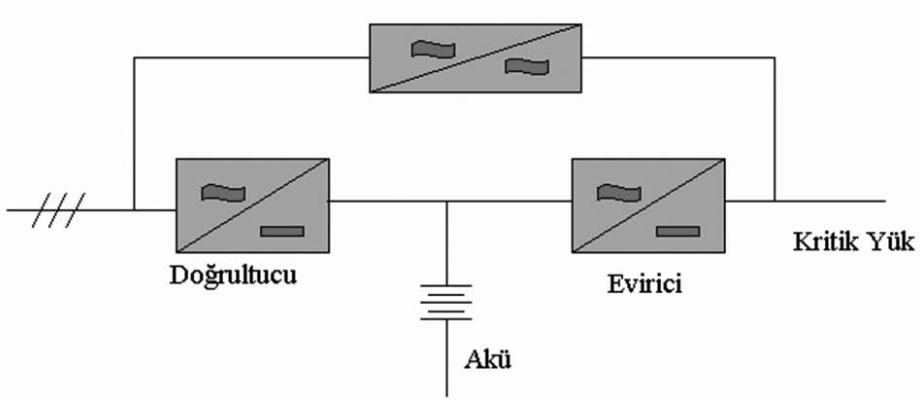
Şekil 6: Yenilenebilir Enerjinin Düşünülen Uygulama Şeması

Güneş enerji panellerinden gelen elektrik enerjisi hiçbir işlem yapılmadan elektrolize yönlendirilir. Güneş panellerinin ürettiği doğru akım elektriği elektroliz ünitesi direk kullanır. Elektroliz ünitesi suyu elementlerine parçalar böylece hidrojen ve oksijen elde edilir. Hidrojen soğutulup içindeki ppm mertebesindeki oksijenden arındırıldıktan sonra basınçlandırılıp tanklara gönderilir. Günlük hidrojen sarfiyatı yaklaşık 5280 Nm³ tür. Bu miktar hidrojenin güneş ışınlarının mevcut olduğu 9 saatte üretilmesi gerekir. Yani 586 Nm³/saat hidrojen üreten bir elektroliz tesisinin alınması gerekir. Bu tesisin elektrik sarfiyatı 3809 kWh tir. Yani güneş santralinin de 5 MW gücünde kurulması gerekir. Akşam üretim sona erdiğinde tanklar doldurulur. Gece fabrikanın ihtiyacı tanklardan karşılanır. Tekrar üretim oluncaya kadar 2200 Nm³ hidrojen harcanmış olur ki, bu hidrojen depolanan toplam tank kapasitesinin üçte biridir.

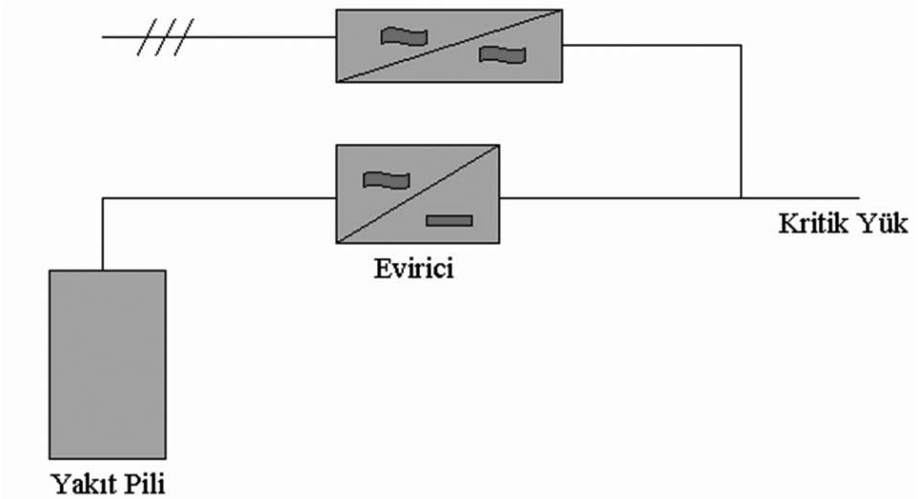
Buraya kadar anlatılanlar şu an var olan hidrojen kullanım alanlarındaki güç kullanımı idi. Trakya Fabrikası'nda hidrojen kullanım alanlarını genişleterek yenilenebilir enerji miktarının kullanımı artırılabilir.

Bu konuda yapılabilecekler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Trakya Fabrikası'nda kesintisiz güç kaynakları kullanılmaktadır. Kesintisiz güç kaynağı şematik olarak Şekil 7'de gösterilmiştir. Alternatif enerji bir redresör vasıtası ile doğru akıma çevrilir. Akü grupları üzerinde enerji biriktirilir. Akü grubundan alınan doğru akım tekrar alternatif akıma çevrilerek sistem beslenir. Elektrik kesintilerinde sistem aküden beslendiği için kesinti olmamaktadır. Fabrikamızda dört ayrı yerde 400 kW gücünde kesintisiz güç kaynağı vardır. Kesintisiz güç kaynağının redresör ve akülerinin yerine yakıt pili (fuelcell) konulabilir. Yakıt pili hidrojeni kullanarak doğru akım üretir.



Şekil 7. Klasik Kesintisiz Güç Kaynağı Şeması



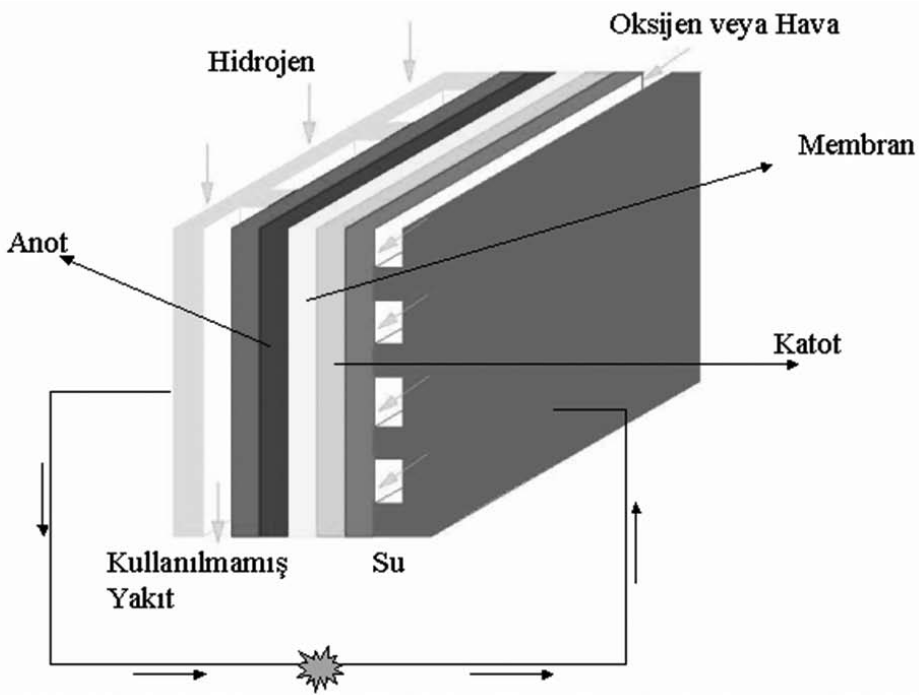
Şekil 8. Yakıt Pili Önerilen Kesintisiz Güç Kaynağı Şeması

2.Cam taşıyan forkliftlerde de yakıt pili ve hidrojen tankı kullanarak akü kullanımı ortadan kaldırılabılır.

3. Fırın ve banyodaki bazı kritik fanların da kesintisiz güç kaynağına bağlanarak hidrojen tüketimi artırılır. Böylece bu fanlar yenilenebilir enerji ile çalıştırıldığı gibi elektrik kesintilerine karşı korunmuş olurlar. Yani kesintisiz güç kaynağına bağlanmış olurlar.

Burada, “Yakıt pili nedir, nasıl çalışır?” konusundan bahsetmek uygun olacaktır. Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren aletlere yakıt pili denir. Aynı tarif pil ve akü için de kullanılabilir. Aradaki fark yakıt pillerinin hidrojen veya metanol gibi enerji kaynakları ile beslenmesi ve kaynak geldiği müddetçe enerji üretmeye devam etmesidir.

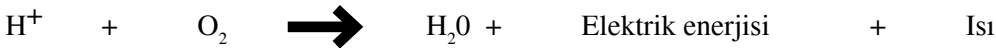
Tipik bir yakıt pili yapısı Şekil 9 de gösterilmiştir.



Şekil 9. Tipik bir yakıt pili yapısı

Bir yakıt pilinin ana kısımları şunlardır.

Anot, pozitif kutba verilen isim olup, hidrojenin beslendiği kutuptur. Arada polimer elektrolit membran bulunur ve bu proton haline gelen hidrojenin geçişine müsaade eden kısımdır. Katot negatif kutba verilen isimdir. Katot, oksitleyici materyalle direk temas halindedir (ki genellikle havadır) hidrojen tek elektronunu vererek bulunduğu kutbu pozitif yapar ve membrandan geçerek bulunduğu kutbu negatif yapan oksijenle birleşerek su buharı oluşturur.





Burada anlatılan yakıt pilinin bir hücresidir, bu hücreler seri bağlanarak istenilen voltaj ve güç elde edilebilir. Çok çeşidi olan pillerinin ticari olanları 100 MW güce erişmişlerdir. Fiyatları kW başına 1000 dolar civarındadır ve zamanla aşağıya inmeye devam etmektedir.

4. Sonuç

Eski float fabrikalarında yenilenebilir enerjinin bu şekilde kullanılması tartışılabilir. Geri ödeme süresi fazla çıkabilir. Bu çalışma, devletin bu konuyu desteklemeye başlaması durumunda enerji temini konusunda float üretim tesislerinde neler yapılabileceğini gösteren bir çalışmadır.

Bu çalışmada enerji konusunda anlatılanlar, yeni kurulacak fabrikalar için uygulanabilir olacaktır. Bu durumda alınacak hidrojen tesisleri elektroliz yöntemiyle hidrojen üretimi yapan tesisler olarak seçilebilir. Kesintisiz güç kaynakları daha baştan yakıt pilli olarak seçilir. Böylece, birçok yük kesintisiz güç kaynağına bağlanır. Bu da dizel jeneratör yatırım maliyetlerinin azaltılmasını sağlar. Ayrıca, elektrolizden elde edilen oksijen de cam fırınlarında yakıt tasarrufu sağlayacak şekilde yakıt havası içine katılarak yakıt tasarrufu sağlanabilir.

5. Kaynaklar

1. http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/gunes_index.html
2. http://www.eie.gov.tr/turkce/ruzgar/ruzgar_index.html
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell
4. Doç.Dr.Çakır, Ahmet. Metalik Korozyon İlkeleri ve Kontrolü. İstanbul: Bilişim Matbaacılık, 1990.
5. Dr. Zeren, Ayhan. Elektrokimya. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi



AYNA HATTINDA BOYALI CAM ÜRETİMİ

Ercan Acar

eacar@sisecam.com.tr

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası / Düzcamlar

Ayna hattında zaman zaman ham cam yokluğu nedeniyle yaşanan duruşları değerlendirebilmek ve özellikle Trakya hatlarında yapılan renkli cam üretimlerinde oluşan geçiş kayıplarının azaltılabilmesi için Gökkuşluğu (Rainbow) ticari adıyla boyalı cam üretim geliştirmesi için çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar 2005 yılında düzenlenen 1.Teknoloji Ödülü “En İyi Geliştirme Fikri” ödülünü almıştır.

Geliştirme çalışmaları sırasında olaya müşteri gözüyle bakılmış müşterinin kullanım alanı ve proses şartları dikkate alınarak boyalı cam kalitesi oturtulmuştur. İlk üretim Nisan 2006 da yapılmış, ayna hattımızın yapabilirliği ve kabiliyetleri de dikkate alınarak boyanın görüntüsü ve sertlik derecesi yapılan kimyasal ilaveleriyle iyileştirilmiştir.

Eylül 2006 ve Şubat 2007 de seri üretim denemeleri yapılmış olup boyalı camlar yurtdışı ve yurtiçi müşterilere gönderilmiş, alınan geri beslemelere ve önerilere göre iyileştirme çalışmaları sürdürülmüştür.

Boyalı cam üretiminde karşılaşılan en önemli problem boyama yapılırken boyasız yüzeye (ilk 25 cm) bulaşan boya parçacıkları olmuştur. Bu problemin giderilebilmesi için antistatik karbon fiber rulo yaptırılarak denemeye alınmıştır.

Boyalı cam – Gökkuşluğu grubu üretim ile Şirketimiz dekoratif alanda yeni ürüne kavuşmuş olup TF fabrikasında üretilen düzcamlar, kaplamalı düzcamlar, ayna, lamine, ürünleriyle birlikte toplam 14 çeşit üründen 1 tanesi olmuştur. Ayrıca siyah gibi koyu renklerde renk geçiş camlarının kullanılması şirketimizin maliyet düşürme projelerine ve üretim randımanlarına katkıda bulunacaktır.

Anahtar Sözcükler: Boyalı Cam , Gökkuşluğu , Ayna hattı

2005 Cam Problemleri sempozyumunda en iyi Geliştirme Fikri ödülünü alan Gökkuşluğu projesi bugün satışa giren ve pazarda gelişme gösteren bir ürünümüzdür. Bu ürün Teknik bölümlerin ve Satış Pazarlama ekiplerinin etkili işbirliğinin başarısıdır.

Boyalı cam Trakya Cam Sanayii Trakya Fabrikası araç-gereç ve insan kaynağı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Boyalı Cam, cam yüzüne istenen renkteki boyanın kaplanması ile elde edilen ve özellikle iç dekorasyon uygulamalarına zenginlik katan bir üründür. İç mekanlarda yeni bir trend olarak görülen boyalı camlar;



- Mutfak-Banyo-Ofis-Mağaza ve Restoranlarda duvar kaplamalarında
- Ev ve ofis mobilya dolap- sürgü dolap kapaklarında
- Masa üstünde kullanılabilir.

Boyalı cam mevcut ayna hattımızda üretilmek üzere geliştirilmiştir.

Trakya Fabrikası Ayna hattının teknik yapabilirlikleri ürün geliştirmesinin temelini oluşturmaktadır

Bu ürünü geliştirirken amacımız ;

- TF Ayna hattı kapasite boşluklarından faydalanmak,
- Dekoratif cam ürün portföyümüzü genişletmek,
- Düzcama yeni kullanım alanları yaratmak,
- Asitli cam pazarından pay almak ve
- TF float hatlarında Otocam ve Yurtiçi pazara yönelik üretilen çeşitli renkli camların üretimi sonrası renk dönüşleri sırasında oluşan ham cam kaybının bir bölümünü koyu renkli boyalı cam üretimi ile değerlendirerek azaltmaktır.

Örneğin 2007 yılında toplam 555 ton geçiş camının siyah renkli cam üretiminde kullanılması ile toplam 600.000 YTL kazanç sağlanmıştır.

Boyalı cam da kullanılan boya organik kısım içerir.

Kullanılan boya solvent bazlıdır.

- İçeriğinde nem dayanımını,kazıntı direncini arttırmak için kullanılan özel kimyasal mevcuttur.
- Ağır metal – kurşun, kadmiyum- içermez.
- Alkid melamin yapıya sahiptir.
- İçerdiği resin ısı altında 30 saniyenin üstünde uçurulabilmektedir. Bu nedenle astar boya ünitesinde kaplaması yapılmaktadır.
- Böylece ilave evaporasyon zamanı kazanılmaktadır.Yeterli zaman verilmezse cam üstünde spontane alev alma olayları oluşur. İnfrared (orta dalga) fırınlarda 3 dakika civarında 140°C üstünde kalması gerekir.
- Boyanın kırılma hızı gelmemesi için 165°C üstü sıcaklıklarda çalışılmamaktadır. Üretim sonrası ısıtılıp soğutulan boyalı cam polimerizasyona devam eder. 5 gün içerisinde en yüksek sertlik derecesine yaklaşır .

Boyalı cam üretim şekli son derece basit bir üretim sıralamasına sahiptir.

1.Cam besleme ve seryum oksit ile yüzey temizlik :

Cam yüzeyi silan uygulaması için seryum oksit içeren malzeme ile temizlenir.

2.Silan çözeltisi ile kaplama:

Boyanın cama çok iyi yapışabilmesi için silan çözeltisi püskürtülerek yüzey aktif hale getirilir.

3.Tek boya ünitesi kullanılarak kaplama yapılması :

Ayna hattında yapılan testler sonucunda astar boya ünitesinin kullanılmasına karar verilmiştir. M²'de 110 gram yaş boya kaplaması yapılmaktadır.

4.Isıtma ve Soğutma :

Boya kaplamasının istenen özelliklere gelmesi için 4 dakika boyunca 140°C 'ye kadar ısıtılır. Tekrar ortam sıcaklığına soğutulur.

5.Kontrol ve kağıtlama:

Gözlem sonrası kağıtlama yapılır.

6.Toplama ve Sevk :

Uygun ürün kağıtlama sonrası toplanır , mamul ambara sevk edilir.

Boyalı Cam üretime girerken aşağıda belirtilen test ve deneme şartlarından geçmiştir.

- Boya öncesi kaplamada kullanılacak silan tipi laboratuvar ortamında yapılan testlerden sonra tri etoxy silan olarak belirlenmiştir.
- Boyalı cam için boya üretebilecek firmalarla temasa geçilmiştir. Firmalara istenen kalite belirtilerek geliştirme istenmiştir.
- İlk denemede camlar laboratuvar ortamında boyanmış ve etüv ile diğer ekipmanlarla kurutularak test edilmiştir.
- Hat ölçüğüne geçmeden önce testler bir kaç kez tekrarlanmıştır.
- İlk hat denemesinin, uygulama şartları daha zor bir renk olan kırmızı ile yapılmasına karar verilmiştir ve Mart 2006 'da ilk deneme gerçekleştirilmiştir.

Elde edilmek istenen sonuçlar ;

- Sert boya yüzeyi elde etmek (kazıntıya dayanıklı) ,
- Boya kalınlıklarının ayna üretim standardımıza uygun olması ,
- Renk dalgalanması olmaması ,
- Boya hatalarının (yırılma, delik ,çizgi ,krater ,pin hole gibi) minimum da tutulmasıdır.

-Kırmızı renk hat denemesi sırasında tespit edilen ve önceki laboratuvar denemelerinde görülmeyen olumsuz sonuçların (boya sertliği) iyileştirilmesi için tekrar çalışılmaya başlanmıştır.

-İstenen şartları sağlayan boyalar laboratuvar ortamında tekrar denendikten sonra Kasım 2006 ayında oranj renk ile deneme yapılmıştır.

-İlk denemeye göre belirgin iyileşme sağlanmıştır . Sağlanan değişikliğin verdiği güven ile ilk önce TO Fabrikamızda sonrasında piyasada 1 firmada TY Kalite Birimi'nin takibinde işleme denemeleri yapılmıştır.



-Bir sonraki aşamada ürünün, piyasadaki benzer ürünlerle karşılaştırmaları yapılmıştır. Özellikle Glaverbel'in "Lacobel" ürünü ile karşılaştırmalar boya kalitesi, yüzey kalitesi, işleme özellikleri ve kesim şartlarının incelenmesi yönüyle yapılmıştır. Sonuçlar oldukça tatmin edici bulunmuştur.

-Pazarlama ve Satış Başkan Yardımcılığı'nın yurtiçi ve yurtdışı müşterilerle yaptığı görüşmelerden sonra yapılan pazar araştırmaları dikkate alınarak ilk ticari üretim denemelerinin Siyah ve Beyaz renklere yapılmasına karar verilmiştir.

-Siyah ve beyaz boyalar ürettirilerek ilk ticari üretim denemesi MART 2007 de yapılmıştır.

-İlk aşamada siyah ve beyaz renklere 8'er paket üretilip denemek üzere yurtiçi ve yurtdışı müşterilerimize verilmiştir. Deneme sırasında kağıtlamanın istenen verimde olmaması ve alt yüzeye (boyasız taraf) boya bulaşması problemleriyle karşılaşmıştır.

-Yurtiçi müşterilere gönderilen deneme paketlerinden olumlu cevaplar alınmış, yurtdışı müşterilere gönderilen 2 paketten ise boya bulaşması şikayeti gelmiştir.

Şikayetin nedeni, boyama sırasında camın boyasız yüzüne (ilk 25 cm.'lik kısma) boya taneciklerinin bulaşması ve sertleşerek boyasız yüzeyde kalmasıdır. Bu olay müşterilerimize ilave temizlik zamanı nedeniyle kayıp getirmektedir.

-Boya bulaşmasının nedenini anlayabilmek için çalışmalar yapılmış ve sonucunda cam üzerindeki statik yükü toprağa aktararak boyanın aşırı polar parçacıklarının cama bulaşmaması ve yapışacak uygun şart bulamaması için tedbir alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

-Yapılan literatür ve piyasa taraması ile çalışmalar sonucunda statik yükün camdan arındırılması için boya öncesi bölüme ANTİSTATİK FIRÇA koyulmasına karar verilmiştir

-Antistatik fırça, cam üzerindeki statik yükü toprağa aktararak boyanın aşırı polar parçacıklarının cama bulaşmaması, yapışacak yer bulamaması teorisini doğru çıkarmış ve beklenen sonuç elde edilmiştir.

-Fırça uygulamasından sonra 27-28 Haziran'da 4 mm kalınlıkta siyah ve beyaz renklere ticari üretim alınmıştır.

-2007 Eylül ayı başından itibaren Yurtdışı ve Yurtiçi yetkili satıcı ve sanayici müşterilerimize satışına başlanmıştır.

Boyalı camda dikkat edilmesi gereken özellikler;

- Boyalı cam temperlenemez.
- Temperli cam üzerine boya uygulamasında ise temperli camın kamburluk değerleri ve yüzey düzgünlüğü görüntü kalitesini etkilemektedir.
- PVB ile Lamine yapılması tavsiye edilmez. Bunun yerine Poliüretan strech uygulaması tavsiye edilir.
- Su içinde kullanımı önerilmemektedir.



- 80°C üzerindeki ısılarda boyalı cam bozulmaya başlar.
- Renk kalitesi olarak RAL numaraları dikkate alınmaktadır.
- En az üretim 1000 m² olarak yapılmaktadır.
- Kumlama ve asit işleme boyasız yüzeyden uygulanır. Boyaya bulaşmamasına özen gösterilmelidir.
- Gökkuşluğu camlar çift camlamada ve Trakya Cam'ın markalı ürünü Isıcam kombinasyonlarında, boyalı yüzey içe gelse bile tavsiye edilmez.

Pazarlama faaliyetlerinde de yapılanlar ;

- Yetkili Satıcı, Sanayici ve Isıcam Yetkili Üreticilerine cam sunum kartelası ve uygulama- işleme kılavuzu yollanmıştır.
- www.trakyacam.com.tr adresimizde ürün yayınına başlanmıştır.
- 700 sektör firmasına (mobilya-inşaat-mimar) cam sunum kartelası yollanmıştır.
- Kasım-Aralık döneminde Gökkuşluğu ile uygulama yapılan mekanlarda çekim yapılarak ve ürün broşürü hazırlanacaktır.

Boyalı camın ürün yelpazesine katılması ile birlikte Trakya Fabrikası müşterilerine Fiili olarak kalınlık ve ebat hariç ;

- Float hatlarından 12 Değişik ürün,
- Ayna hattından 2 Değişik ürün,
- Lamine hattından 1 Ürün

olmak üzere 15 çeşit ürün sunmaktadır



SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEK İÇİN YENİ NESİL YALITIM CAMLARI

Haluk Güreren - Gül Pekışık

hgureren@sisecam.com – gpekisik@sisecam.com

Trakya Cam Sanayi AŞ Yönetim ve Satış Merkezi/ Düzcam

Hüseyin Ateş Parlar

aparlar@sisecam.com

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Şişecam

Dünya enerji tüketimi; nüfus artışı ve sanayileşme sonucu hızla artmaktadır. Günümüzde yeterli ve güvenli enerji temininin makul fiyatlarla sağlanamaması büyük bir sorun teşkil ederken hızla tüketilmeye başlanan fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan CO₂ ve diğer gazlar sera etkisi yaratarak çevre kirliliği, küresel ısınma ve iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Bu bağlamda enerji tasarrufu ve çevre koruma global enerji politikaları açısından en önemli gündem maddelerini oluşturmaktadır.

Binaların toplam nihai enerji tüketimindeki payı % 33'tür. Binalardaki ısı kayıplarının % 30'unun pencereler yoluyla gerçekleşmesi, doğrama ve camlarda alınacak ısı yalıtım önlemlerinin önemini ortaya koymaktadır.

80'li yılların başında geliştirilen low E ve solar low E kaplamaları bünyesinde barındıran yeni nesil yalıtım camları bir taraftan güneş kontrolü ve ısı yalıtımı sağlayarak enerji tasarrufuna, diğer taraftan da CO₂ emisyonlarını azaltarak çevrenin korunmasına katkıda bulunmaktadır.

Trakya Cam Sanayi A.Ş. 1994'de ilk kaplama hattını devreye almış ve aynı zamanda Cam Araştırma Merkezi bünyesinde İnce Film Laboratuvarı kurularak ürün ve proses geliştirme çalışmalarına başlamıştır. Şişecam ürün yelpazesinin ilk solar low E kaplamalı ürünü olan "MF 170", 1997 yılında Cam Araştırma Merkezi İnce Film Laboratuvarı'nda geliştirilmiş ve 1998 yılında Tübitak Türkiye Teknoloji Özel Ödülü' nü almıştır.

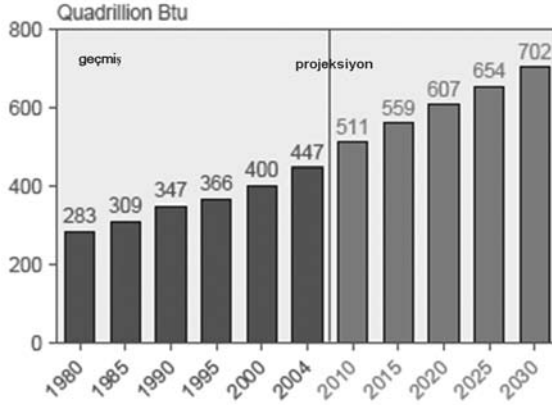
Geçen dönem içinde, laboratuvar ortamında yeni ürün geliştirme çalışmalarına hız verilerek yeni ve modern bir kaplama hattı arayışına girilmiş ve Interpane firmasından temin edilen 60 kamaralı hat ile yüksek performanslı low E ve solar low E üretimi başlamıştır.

Bünyesinde low E kaplama yer alan Isıcam Sinerji, ısı kontrol özelliği sayesinde ısı kaybını Isıcam Klasik'e göre % 45 azaltmakta ve yakıt giderlerinden tasarruf sağlamaktadır. Bünyesinde solar low E kaplama yer alan Isıcam Konfor ise, ısı kaybını ve güneş ısısını Isıcam Klasik'e göre % 45 azaltarak kışın yakıt, yazın da klima masraflarından tasarruf sağlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Enerji tasarrufu, CO₂ emisyonu, low E kaplama, solar low E kaplama, Isıcam Sinerji, Isıcam Konfor

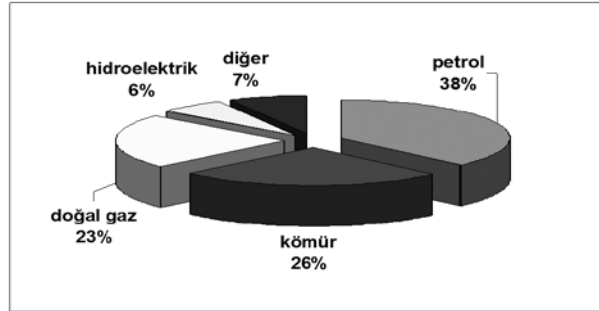
1. Enerjinin Önemi

Enerji, sosyal ve ekonomik kalkınmanın en temel girdilerinden birini oluşturmaktadır. Dünya enerji tüketimi; nüfus artışı ve sanayileşmeye paralel olarak hızla artmaktadır. 2005 yılında 463 katrilyon Btu olan dünya enerji tüketiminin 2030 yılına kadar % 52 oranında artarak 702 katrilyon Btu'ya ulaşacağı öngörülmektedir.(1)(bkz şekil1)



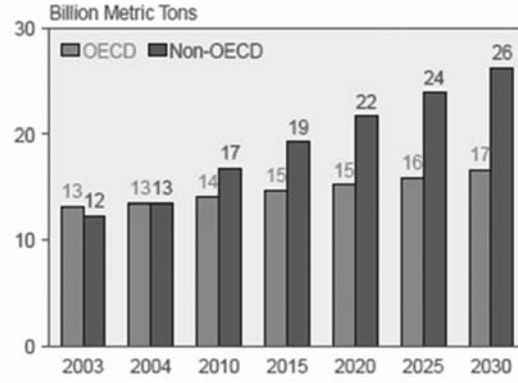
Şekil 1: 1980-2030 Yılları Dünya Enerji Tüketim Miktarları

Tüketilen enerjinin büyük çoğunluğu fosil yakıtlar tarafından sağlanmaktadır. 2005 yılı dünya toplam enerji tüketiminde petrol % 38 pay ile en önemli birincil enerji kaynağıdır. Petrolü % 26'lık pay ile kömür, % 23'lük pay ile doğal gaz izlemektedir.(1)(bkz şekil 2)



Şekil 2: Yakıt Tiplerine Göre Enerji Tüketimi

Fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan CO₂ ve diğer gazlar sera etkisi yaratarak çevre kirliliği, küresel ısınma ve iklim değişikliklerine neden olmaktadır. 2005 yılında 28,2 milyar ton olarak gerçekleşen dünya CO₂ emisyonunun 2030 yılında 43 milyar tona ulaşacağı öngörülmektedir. (1)(bkz şekil3)



Şekil 3: Dünya Karbondioksit Emisyonu
(Kyoto Protokolünün tümüyle hayata geçirilemediği ve mevcut şartların devam ettiği öngörülmüştür.)

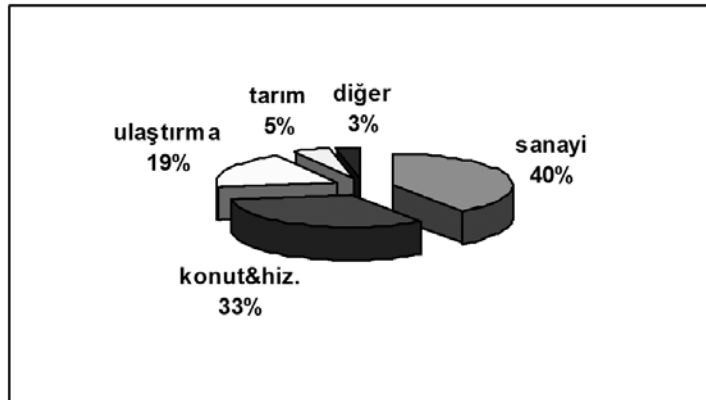
CO₂ emisyonunun azaltılması için fosil yakıtlara olan talebin kontrol altına alınması, enerji tedarikinde çeşitliliğe gidilerek yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve enerjinin daha verimli kullanılması aciliyetle gerçekleştirilmesi gereken konulardır.

Global olarak tüketilen enerjinin önemli bir bölümünün yapıların ısıtılmasında kullanılması, ülkelerin enerji tasarruf politikalarında ısı yalıtım önlemlerine giderek artan bir şekilde önem vermelerine neden olmaktadır. Binalarda ısı yalıtımı ile kışın ısınma amaçlı enerjiden, yazın da soğutma amaçlı enerjiden tasarruf sağlanmaktadır.

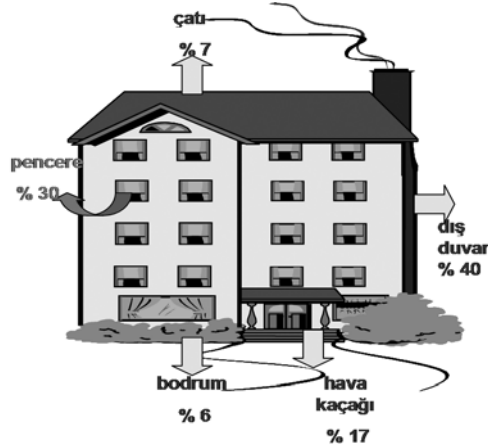
Enerji ihtiyacının % 74'ünü ithal ederek karşılayan ülkemizde enerji tasarrufu çok büyük önem taşımaktadır. (3) 2006 yılında enerji tüketimimiz 2005 yılına göre % 9 artarak 99.8 milyon TEP düzeylerinde gerçekleşmiştir.(5) Tüketilen enerjinin yıllık maliyeti yaklaşık 35 milyar USD' dir.

Enerji tüketimimizde % 32'lık pay ile petrol en önemli enerji kaynağıdır. Petrolü % 29 ile doğal gaz, % 28 ile kömür izlemektedir. (5)

2. Binalarda Enerji Tasarrufu



Ülkemizde binaların toplam enerji tüketimindeki payı % 33 dolayındadır. (.3) (bkz. şekil 4) Hızlı nüfus artışına ve kentleşmeye bağlı olarak binalarda enerji tüketiminin daha da artacağı öngörülmektedir. Tüketilen enerjinin büyük bir bölümü ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Bu nedenle binalarda yapılan ısı yalıtımı uygulamaları ile enerji tasarrufuna büyük katkı yapılabilecektir. Isı yalıtımında amaç bina ısısının dışa kaçışını yavaşlatarak ısıtma enerjisi tüketimini azaltmaktır.



Şekil 4: Sektörel Enerji Tüketimi Dağılımı

Binalardaki ısı kayıplarının % 30'u pencereler yoluyla gerçekleşmektedir. (.6) Bu da doğrama ve camlarda alınacak ısı yalıtım önlemlerinin önemini ortaya koymaktadır. (Bkz. şekil 5)

3. Cam ile Isı Yalıtımı

Cam, iç mekânı yağmur, rüzgâr gibi dış etkenlerden koruma, doğal aydınlatmadan faydalanma, dışarıyla görsel bağlantı kurma gibi temel özellikleri ile alternatifsiz bir yapı malzemesidir.

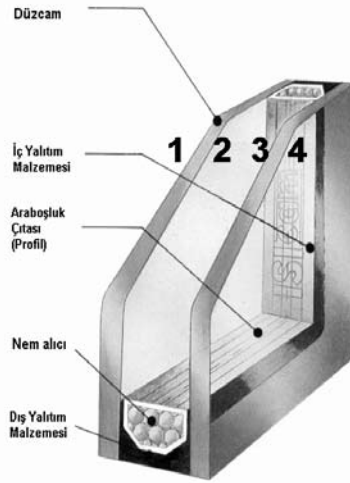
Pencerelerde tek cam kullanılması durumunda, güneş ışığından ve ısısından yararlanılabilmekte, ancak kışın bina içinden dışarıya ısı kaybı yüksek olmaktadır. Tek camın kalınlığını artırmak ısı yalıtımına katkı sağlamamaktadır. Çift camlama prosesi ve ince film kaplama teknolojileri ile cama ısı yalıtım özelliği de kazandırılmıştır.

3.1 Isıcam Yalıtım Camı Üniteleri

Camla ısı yalıtımında ilk çözüm yalıtım camı (çiftcam) üniteleridir. Yalıtım camı üniteleri; iki cam plakasının arasında kuru hava veya bazı asal gazları barındıracak şekilde fabrika şartlarında birleştirilmesi ile elde edilmektedir.

Trakya Cam Sanayi A.Ş. Isıcam markasıyla pazara sunduğu yalıtım camı ünitelerinin üretimine 1974 yılında başlamıştır. Halen Trakya Cam İşleme Fabrikasında ve yurt sathına yayılmış 102 Isıcam Yetkili Üreticisi'nin tesislerinde Isıcam Klasik markasıyla üretim devam etmektedir.

Her iki plakası da renksiz düzcamlardan oluşan Isıcam Klasik pencerelerden dışarıya ısı kaçışını yarı yarıya azaltmaktadır. (bkz tablo 1)



Şekil 6: Isıcam Yalıtım Camı Ünitesi Kesiti

Isıcam Klasik'in ısı yalıtım performansı;

1. Ara boşluk genişliğinin 16 mm'ye doğru artırılması ve
2. Ara boşluğa kuru hava yerine argon gazı doldurulması ile bir miktar daha iyileştirilebilmektedir.

Isıcam Klasik'in 4 mm renksiz düzcamlar ile karşılaştırmalı performans değerleri tablo 1'de verilmiştir.

Ürün	Gün Işığı (EN 410)		Güneş Enerjisi (EN 410)	Isı Geçirgenlik Katsayısı W/m ² K (EN 673)	
	Geçirgenlik %	Dışa Yansıtma %	Toplam Geçirgenlik	4+12+4 kuru hava	4+16+4 argon
4 mm Renksiz Düzcam	89	8	0,85	5,7	
Isıcam Klasik	80	14	0,75	2,9	2,6

Yalıtım camı ünitesinde ısı kayıplarının önemli bir bölümü radyasyon (elektromanyetik ışınım) ile gerçekleşmektedir. İnce film teknolojileri ile üretilen low E ve solar low E kaplamaların düşük yayılım özelliği sayesinde bu sorunda çözülmüş, bünyesinde düşük yayımlı (Low E ve Solar Low E) camlar içeren yalıtım camları ile daha iyi bir ısı yalıtımı ve ısı yalıtımı ile birlikte güneş kontrolü de sağlanmıştır.

3.2.1 Low E ve Solar Low E Kaplamalı Camlar

Low E ve solar low E kaplamalı camlar hat dışı ve hat üstü kaplama teknolojisi ile düzcamın üzerine ince bir metal/metal oksit tabakanın uygulanması ile üretilmektedir. Şirketimiz hat dışı kaplama (magnetron sputtering) teknolojisine sahip bulunmaktadır. Bu teknoloji ile üretilen ürünler ürün çeşitliliği ve performans açısından hat üstü ürünlere göre daha üstün niteliklere sahiptir.

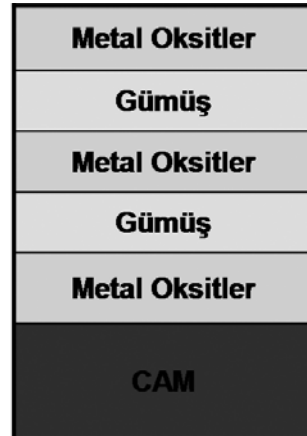
Trakya Cam Sanayi A.Ş. 1994’de ilk kaplama hattını devreye almış ve aynı zamanda Cam Araştırma Merkezi bünyesinde İnce Film Laboratuvarı kurularak ürün ve proses geliştirme çalışmalarına başlamıştır. Ürün geliştirme çalışmaları kapsamında ilk solar low E kaplamalı cam ürünümüz olan “MF 170”, 1997 yılında, Şişecam Cam Araştırma Merkezi ve Trakya Cam Sanayi A.Ş.’nin ortaklaşa çalışmalarının sonucu olarak geliştirilmiş ve 1998 yılında Tübitak Türkiye Teknoloji Özel Ödülünü almıştır.

Geçen dönem içinde, laboratuvar ortamında yeni ürün geliştirme çalışmalarına hız verilmiş, yeni ve modern bir kaplama hattı arayışına girilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda Interpane firmasından 60 kamaralı yeni bir kaplama hattı temin edilmiş, aynı zamanda bu hatta üretilecek yeni ürünlerin geliştirilmesi amacıyla Şişecam Cam Araştırma Merkezi’nde de yeni bir pilot hat devreye alınmıştır.

Low E ve solar low E kaplamalı camlar birden fazla metal ve metal oksit tabakadan oluşmaktadır. Şekil 7’de low E ve solar low E kaplamalı camların yapısı ve kaplama katmanları verilmektedir.



Şekil 7a: Low E Tek Gümüşlü



Şekil 7b: Solar Low E Çift Gümüşlü

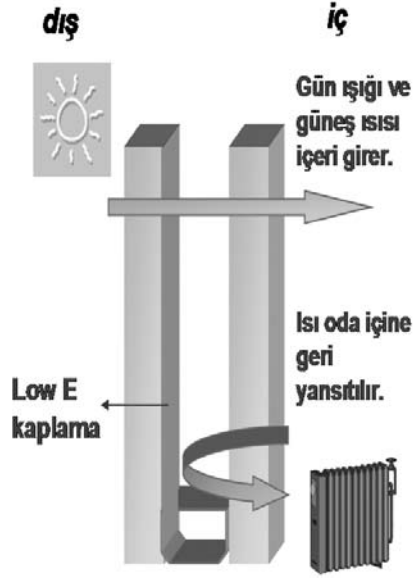
Halen Trakya Yenişehir Cam Fabrikası’ndaki yeni hatta low E ve solar low E kaplamalı camlar üretilerek yurt içi ve yurt dışı pazarlara sunulmaktadır

Yenişehir’de kurulmuş olan yeni kaplama hattının yetenekleri sadece bu iki ürünle sınırlı değildir. Çift ve döner katodlu sistemleriyle, seramik yapıli oksit ve diğer çok çeşitli malzemelerle kaplamalar oluşturabilen kaplama sistemi ile seçicilik özelliği yüksek, mekanik ve kimyasal dayanımı artırılmış, hatta temperlenebilir nitelikte kaplamaları da elde etmek mümkün olabilecektir.

Oluşacak pazar talepleri doğrultusunda, üretim hattına paralel olarak iyileştirilmiş olan laboratuvar olanakları, edinilmiş bilgi birikimi ve deneyimle geliştirilecek olan daha üstün nitelikli yeni ürünler kuruluşumuzun rekabet gücünü artıracaktır.

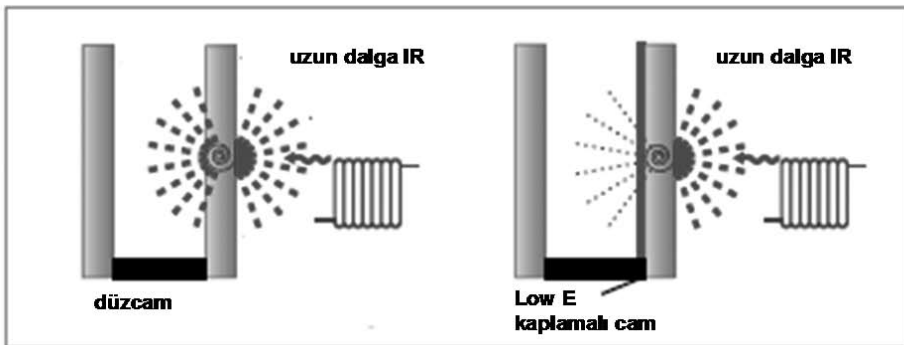
3.2.2 Isıcam Sinerji

Isıcam Sinerji, bünyesinde low E kaplamalı cam içeren ve Trakya Cam Sanayi A.Ş. ile Isıcam Yetkili Üreticileri'nin üretim tesislerinde üretilen ısı yalıtım performansı yüksek yeni nesil yalıtım camının markasıdır.



Şekil 8: Isıcam Sinerji

Isıcam Sinerji'nin bünyesinde yer alan Low E kaplamalar, oda içerisinde bulunan radyatör, soba, halı vb cisimlerden yayılan ısıyı tekrar içeriye yansıtarak bina içinden dışarıya olan ısı kaçışını azaltmaktadır. (bkz şekil 9) Böylece iç ortamdaki ısının dışı kaçışı büyük ölçüde engellenmektedir.



Şekil 9: Low E Kaplamalı Yalıtım Camı

Isıcam Sinerji'nin temel özellikleri:

- Isı kayıplarını tek cama göre % 72, Isıcam Klasik'e göre % 45 azaltarak yakıt giderlerinden tasarruf sağlar.
- Renksiz düzcama yakın görüntüdür, gün ışığını engellemez.
- Pencere önlerinde oluşan soğuk bölgeleri önleyerek odanın her yerinde eşit ısı dağılımı sağlar.
- Düşük UV geçirgenliği ile eşyaların doğal renklerinin daha uzun süre korunmasını sağlar. Isıcam Sinerji'nin Isıcam Klasik ile karşılaştırmalı performans değerleri tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Isıcam Sinerji ve Isıcam Klasik Performans Değerleri

Ürün	Gün Işığı (EN 410)		Güneş Enerjisi (EN 410)	Isı Geçirgenlik Katsayısı W/m ² K (EN 673)	
	Geçirgenlik %	Dışa Yansıtma %	Toplam Geçirgenlik	4+12+4 kuru hava	4+16+4 argon
Isıcam Klasik	80	14	0,75	2,9	2,9
Isıcam Sinerji	78	12	0,56	1,6	1,1

3.2.3 Isıcam Konfor

Ülkemiz 4 mevsimi de yaşayan bir coğrafyada yer almaktadır. Bazı bölgelerde ısı yalıtımının yanı sıra güneş kontrolü de enerji tasarrufu ve konfor açısından bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılamak üzere Isıcam Konfor ürünümüz pazara sunulmuştur.

Isıcam Konfor, bünyesinde solar low E kaplamalı cam içeren ve Trakya Cam Sanayi A.Ş ile Isıcam Yetkili Üreticileri tarafından üretilen ısı yalıtım ve güneş kontrol performansı yüksek yeni nesil yalıtım camının markasıdır.

Solar low E kaplamalar, gün ışığını içeri geçirirken güneşin ısınımsı azaltarak içeri almaktadır.(bkz şekil 10) Bu kaplamalar, güneş kontrol özelliklerine ilaveten low E kaplamalarda olduğu gibi ısı yalıtımı da sağlamaktadır.



Şekil 10: Solar Low E Kaplamalar

Isıcam Konfor'un temel özellikleri:

- Isıcam Sinerji gibi bir yandan ısı kayıplarını azaltarak yakıt giderlerinden tasarruf sağlarken diğer yandan da yazın içeri giren güneş ısını Isıcam Klasik'e göre % 45 azaltarak soğutma giderlerinden tasarruf sağlar.
- Güneş kontrolü yaparken gün ışığından ödün vermez.
- Pencere önlerinin kışın soğuk, yazın sıcak olmasını önleyerek odanın her yerinde eşit ısı dağılımı sağlar.
- Düşük UV geçirgenliği ile eşyaların doğal renklerinin daha uzun süre korunmasını sağlar.

Isıcam Konfor'un, Isıcam Klasik ve Isıcam Sinerji ile karşılaştırmalı performans değerleri tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Isıcam Konfor, Isıcam Sinerji ve Isıcam Klasik Performans Değerleri

Ürün	Gün Işığı (EN 410)		Güneş Enerjisi (EN 410)	Isı Geçirgenlik Katsayısı W/m ² K (EN 673)	
	Geçirgenlik %	Dışa Yansıtma %	Toplam Geçirgenlik	4+12+4 kuru hava	4+16+4 argon
Isıcam Klasik	80	14	0,75	2,9	2,9
Isıcam Sinerji	78	12	0,56	1,6	1,1
Isıcam Konfor	71	10	0,43	1,6	1,1

3.3 Isıcam Sinerji ve Isıcam Konfor Yeni Nesil Yalıtım Camları ile Elde Edilen Kazançlar

Isıcam Sinerji kışın ısıtma enerjisinden, Isıcam Konfor ise kışın ısıtma ve yazın soğutma enerjilerinden tasarruf sağlayarak aile ve ülke ekonomisine katkı verirken aynı zamanda CO₂ emisyonunun azaltılmasına ve bu bağlamda çevrenin korunmasına hizmet etmektedir.

Sağlanan tasarrufları rakamsallaştırmak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada; Ankara, İstanbul ve Antalya illerinde TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardına uygun olarak yalıtımı yapılmış ve 15 m² pencere alanı olan 100 m²'lik örnek birer daire incelenmiştir.

Örnek dairenin:

- Isıtmaya yönelik hesaplamaları TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardına uygun olarak geliştirilen İzoder/TS 825 Isı İhtiyacı Hesaplamaları programı ile yapılmıştır.
- Soğutmaya yönelik hesaplamaları Alarko Carrier/Hava Koşullandırma Yük Tahmini-Isı Kazancı Formu yardımı ile yapılmıştır.
- Isıcam Klasik, Isıcam Sinerji ve Isıcam Konfor birim fiyatı Trakya Cam Isıcam Fiyat Sirküleri'nden alınmıştır.
- Konut doğal gaz fiyatı İGDAŞ web sitesinden alınmıştır.
- Klima fiyatları Arçelik web sitesinden alınmıştır.
- Konut için elektrik tüketim bedeli TEDAŞ web sitesinden alınmıştır.

3.3.1 Isıcam Sinerji ile Sağlanan Tasarruflar

Ankara ve İstanbul illerinde, örnek birer daire ele alınarak pencerelerde Isıcam Klasik yerine Isıcam Sinerji kullanılması durumunda elde edilen kazançlar hesaplanmıştır. Sonuçlar aşağıda verilmiştir.

• Ankara

Örnek dairede, Isıcam Klasik veya Isıcam Sinerji kullanılması durumunda yıllık doğal gaz tüketimleri, Isıcam ilk yatırım maliyetleri ve bu tüketim sonucunda oluşan CO₂ emisyonları hesaplanarak tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Isıcam Sinerji ile Sağlanan Tasarruflar

	Camlama Alanı (m ²)	Cam İlk Yatırım Maliyeti YTL	Yıllık Isınma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	Yıllık Doğalgaz Tüketimi (m ³)	Yıllık Doğalgaz Tüketimi Maliyeti (YTL)	Yıllık CO ₂ Emisyonu (Kg)
Isıcam Klasik	15	569	9910	1033	641	2479
Isıcam Sinerji	15	731	9057	944	586	2266
Fark	-	162	-853	-89	-55	-213

Örnek dairenin pencerelerinde Isıcam Klasik yerine Isıcam Sinerji kullanılması durumunda 1 yılda 89 m³ daha az doğal gaz tüketilecek ve bunun sonucunda CO₂ emisyonunda 213 kg azalma sağlanacaktır.

Isıcam Klasik ve Isıcam Sinerji'nin maliyetleri arasındaki fark ile yıllık doğal gaz tüketim maliyeti arasındaki fark dikkate alınarak yapılan yatırım geri ödeme süresi (YGÖS) hesabı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

$$YGÖS = \frac{\text{Cam İlk Yatırım Maliyeti Farkı}}{\text{Yıllık Doğal Gaz Tüketim Maliyeti Farkı}} = \frac{162 \text{ YTL}}{55 \text{ YTL}} = 2,9 \text{ yıl.}$$

Tablodan da yer aldığı gibi örnek dairede Isıcam Klasik yerine Isıcam Sinerji kullanılması durumunda, ödenen ilave ilk yatırım bedeli, sağlanan enerji tasarrufuyla 2,9 yılda kendini geri ödemektedir.

• İstanbul

Örnek dairede Isıcam Klasik veya Isıcam Sinerji kullanılması durumunda yıllık doğal gaz tüketimleri, Isıcam ilk yatırım maliyetleri ve bu tüketim sonucunda oluşan CO₂ emisyonları hesaplanarak tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Isıcam Sinerji ile Sağlanan Tasarruflar

	Camlama Alanı (m ²)	Cam İlk Yatırım Maliyeti (YTL)	Yıllık Isınma Enerjisi Tüketimi (kWh)	Yıllık Doğalgaz Tüketimi (m ³)	Yıllık Doğalgaz Tüketimi Maliyeti (YTL)	Yıllık CO ₂ Emisyonu (Kg)
Isıcam Klasik	15	569	8130	847	525	2033
Isıcam Sinerji	15	731	7475	779	483	1870
Fark	-	162	-655	-68	-42	-163

Örnek dairenin pencerelerinde Isıcam Klasik yerine Isıcam Sinerji kullanılması durumunda 1 yılda 68 m³ daha az doğal gaz tüketilecek ve bunun sonucunda CO₂ emisyonunda 163 kg azalma sağlanacaktır.

Isıcam Klasik ve Isıcam Sinerji'nin maliyetleri arasındaki fark ile yıllık doğal gaz tüketim maliyeti arasındaki fark dikkate alınarak yapılan yatırım geri ödeme süresi (YGÖS) hesabı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

$$\text{YGÖS} = \frac{\text{Cam İlk Yatırım Maliyeti Farkı}}{\text{Yıllık Doğal Gaz Tüketim Maliyeti Farkı}} = \frac{162 \text{ YTL}}{42 \text{ YTL}} = 3,9 \text{ yıl.}$$

Tablodan da yer aldığı gibi örnek dairede Isıcam Klasik yerine Isıcam Sinerji kullanılması durumunda, ödenen ilave ilk yatırım bedelinin, sağlanan enerji tasarrufuyla 3,9 yılda kendini geri ödediği görülmektedir.

3.3.2 Isıcam Konfor ile Sağlanan Tasarruflar:

• İstanbul

Örnek dairede Isıcam Klasik yerine Isıcam Konfor kullanılması durumunda yıllık ısıtma enerjisi, yıllık doğalgaz tüketim maliyeti, yıllık soğutma amaçlı elektrik enerjisi, klima elektrik tüketim maliyeti, klima ve Isıcam ilk yatırım maliyeti hesaplanarak tablo 6'de verilmiştir.

Tablo 6: Isıcam Konfor ile Sağlanan Tasarruflar

	İLK YATIRIM MALİYETİ			YILLIK ENERJİ İHTİYACI			YILLIK İŞLETME MALİYETİ			Yıllık CO ₂ Emisyonu (Kg)
	Camlama Maliyeti (YTL)	Klima Maliyeti (YTL)	Toplam Yatırım Maliyeti (YTL)	Isınma Enerjisi (kWh)	Soğutma Enerjisi (kWh)	Toplam Enerjisi (kWh)	Doğalgaz Tüketim Maliyeti (YTL)	Klima Elektrik Tüketim Maliyeti (YTL)	Toplam İşletme Maliyeti (YTL)	
Isıcam Klasik	569	738	1307	8130	708	8838	525	82	607	2033
Isıcam Konfor	947	648	1595	7475	480	7955	483	56	539	1870
Fark			288	-655	-228	-883	-42	-26	-68	-163



Örnek dairenin pencerelerinde Isıcam Klasik yerine Isıcam Konfor kullanılması durumunda;

- Soğutma amaçlı elektrik enerjisi yılda 228 kWh azaltılarak daha düşük maliyetle satın alınabilecek daha düşük kapasiteli bir klima kullanılacaktır.
- Isıtma amaçlı tüketimde ise yılda 68 m³ daha az doğal gaz tüketilecek ve bunun sonucunda CO₂ emisyonunda 163 kg azalma sağlanacaktır.

Isıcam Klasik ve Isıcam Konfor'un maliyetleri arasındaki fark ile;

- Yıllık doğal gaz tüketim maliyeti arasındaki fark,
- Farklı kapasitelerdeki klimaların maliyeti arasındaki fark,
- Yıllık elektrik tüketimindeki fark,

dikkate alınarak yapılan yatırım geri ödeme süresi (YGÖS) hesabı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

$$\text{YGÖS} = \frac{\text{İlk Yatırım Maliyeti (Klima+Cam Maliyeti) Farkı}}{\text{Yıllık Toplam İşletme Maliyeti Farkı}} = \frac{288 \text{ YTL}}{68 \text{ YTL}} = 4,2 \text{ yıl}$$

Tablodan da görüldüğü gibi örnek dairede Isıcam Klasik yerine Isıcam Konfor kullanılması durumunda, Isıcam Konfor için ödenen ilave ilk yatırım bedelinin, daha düşük kapasiteli klimanın daha düşük bedelle satın alınması ve yıl içinde sağlanan enerji tasarrufu (doğalgaz ve elektrik) ile 4,2 yılda kendini geri ödediği görülmektedir.

• Antalya

Örnek daire ele alınarak pencerelerde Isıcam Klasik yerine Isıcam Konfor kullanılması durumunda elde edilen kazançlar hesaplanmıştır. Sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Örnek dairede Isıcam Klasik veya Isıcam Konfor kullanılması durumunda yıllık soğutma amaçlı elektrik enerjisi, klima elektrik tüketim maliyeti, klima ve Isıcam ilk yatırım maliyeti hesaplanarak tablo 7'da verilmiştir.

Tablo 7: Isıcam Konfor ile Sağlanan Tasarruflar

	Klima Kapasitesi (Btu)	Camlama Alanı (m ²)	İlk Yatırım Maliyeti			Yıllık Elektrik Enerjisi (kWk)	Yıllık Elektrik Tüketim Maliyeti (YTL)
			Klima Maliyeti (YTL)	Cam Maliyeti (YTL)	Toplam Maliyet (YTL)		
Isıcam Klasik	12000	7,5	738	284	1022	1075	125
Isıcam Sinerji	9000	7,5	648	473	1121	691	80
Fark		-	-90	189	99	-384	-45



Örnek dairenin pencerelerinde Isıcam Klasik yerine Isıcam Konfor kullanılması durumunda soğutma amaçlı elektrik enerjisi yılda 384 kWh azaltılarak daha düşük maliyetle satın alınabilecek daha düşük kapasiteli bir klima kullanılabilir.

Farklı kapasitelerdeki klimalar, Isıcam Klasik ve Isıcam Konfor'un maliyetleri arasındaki fark ile yıllık elektrik tüketim maliyeti arasındaki fark dikkate alınarak yapılan yatırım geri ödeme süresi (YGÖS) hesabı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

YGÖS=İlk Yatırım Maliyeti (Klima+Cam Maliyeti) Farkı/Yıllık Klima Elektrik Tüketim Maliyeti Farkı 99 YTL/45 YTL=2,2 yıl

Tablodan da yer aldığı gibi örnek dairede Isıcam Klasik yerine Isıcam Konfor kullanılması durumunda, Isıcam Konfor için ödenen ilave ilk yatırım bedelinin, daha düşük kapasiteli klimanın daha düşük bedelle satın alınması ve yıl içinde sağlanan enerji tasarrufu ile 2,2 yılda kendini geri ödediği görülmektedir.

4.Ürün Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetlerimiz

Ürünlerimizin kullanımının yaygınlaştırılmasını sağlamak amacıyla;

- Müteahhitlere, yatırımcılara, resmi kurumlara ve mimari bürolara ziyaretler yapılmış,
- Üniversiteler, ilgili meslek kuruluşları ve bakanlıkların düzenledikleri toplantı ve kongrelere aktif katılımlar gerçekleştirilmiştir.

Ürünlerimize yönelik tanıtım ve bilgilendirme faaliyetleri sonucunda Kiptaş, TOKİ, MSB projelerinde ve pek çok özel konut ve ticari bina projesinde ürünlerimizin kullanılması sağlanmıştır.

Son olarak medyada yaygın reklam kampanyası düzenlenerek geniş kitlelere ulaşılması hedeflenmiştir.

5.Yasal Düzenlemeler

4 Ocak 2003 tarihinde Avrupa Birliği'nde yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı Direktifi (2002/91/EC) ile yeni ve mevcut binaların enerji ihtiyacının mümkün olan en alt düzeye indirilmesi, binaların enerji performansının hesaplanmasına yönelik ortak bir sistem getirilmesi hedeflenmiş ve binaların enerji sertifikası verilmesi ile ilgili esaslar belirlenmiştir. Direktife göre üye ülkeler, kendi iklim şartlarına göre yeni ve mevcut binalar için kanun ve yönetmeliklerini oluşturmakla yükümlüdür.

Ülkemizde de AB mevzuatına uyum çalışmaları doğrultusunda binalarda enerji performansı direktifi ile ilgili kanun ve yönetmelikler Bayındırlık ve İskân Bakanlığı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanmaktadır. Bu kapsamda, Enerji Verimliliği Kanunu, Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ilk sıralarda yer almaktadır.



Enerjinin etkin kullanılması, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanılmasında verimliliğin artırılması amacıyla hazırlanan Enerji Verimliliği Kanunu 2 Mayıs 2007'de yürürlüğe girmiştir.

- Binalara enerji sertifikası verilmesi,
- Enerji Yöneticisi atanması,
- Enerji tasarruf projelerine mali destek sağlanması,
- Toplum bilgilendirme amaçlı eğitimlerin düzenlenmesi,
- İlgili standart ve yönetmeliklerin hazırlanması,

hakkındaki usul ve esaslar ilgili kanun kapsamında yer almaktadır.

Söz konusu kanun ile birim milli gelir başına tükettiğimiz enerjinin 2020 yılına kadar en az % 15 azaltılması hedeflenmektedir.

Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği de taslak olarak incelemeye sunulmuştur. Yönetmeliğin amacı dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini, yerel koşulları ve maliyet unsurlarını da dikkate alarak binalarda minimum enerji ihtiyaçlarının ve uygulama esaslarının belirlenmesine, enerjinin verimli ve etkin kullanılmasına, çevrenin korunmasına, binalara enerji sertifikası verilmesine yönelik düzenlemeleri yapmaktır. Yürürlükte olan Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliğinin de yerini alacak olan yeni yönetmeliğin Mayıs 2009'da yürürlüğe girmesi planlanmıştır.

14 Haziran 2000 tarihinde zorunlu olarak uygulamaya giren TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardının revizyon çalışmaları devam etmekte olup revize standardın 2008 başında yürürlüğe girmesi beklenmektedir. Bu standart, binalarda net ısıtma enerjisi ihtiyaçlarını hesaplama kurallarına ve binalarda izin verilebilir en yüksek ısıtma enerjisi değerlerinin belirlenmesine yöneliktir. Standard, Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği'nde de referans olarak yer almaktadır.

6. Sonuç

Isıcam Sinerji ve Isıcam Konfor yeni nesil yalıtım camlarımızın pazara sunulması, ülke çapında önemli ölçüde enerji tasarrufu imkanı yaratmıştır.

- Bu enerji tasarrufu atmosfere salınan CO₂ emisyonunun azaltılmasına yardımcı olacak ve gelecek nesillere daha temiz ve sağlıklı bir çevre bırakmamızı sağlayacaktır. Ankara veya İstanbul'da bir dairede Isıcam Klasik yerine Isıcam Sinerji kullanılması sonucu azaltılacak yıllık CO₂ emisyonu miktarı bir meşe ağacının bir yılda tükettiği CO₂ miktarına eşittir.
- Aile bütçemizde yakıt giderlerinin payı azalacak, oluşan tasarrufu başka ihtiyaçlarımız için kullanma imkanı oluşacaktır.
- En büyük katkı ülke ekonomisine olacak, ülke olarak toplam enerji faturamız düşecek, enerji konusunda dışa bağımlılığımız azalacak, tasarrufla yaratılacak fon eğitim ve sağlık gibi temel ihtiyaçlara ayrılacaktır.



Ülkemizde tüm konutlarda yeni nesil yalıtım camlarının kullanılması durumunda oluşacak bireysel tasarruflarla, ülke genelinde her yıl yaklaşık 2 milyar USD düzeyinde ısıtma enerjisi tasarrufu sağlanabileceği öngörülmektedir.

***DAHA AZ ENERJİ TÜKETEREK TEMİZ BİR DÜNYADA YAŞAMAK
ARTIK HEPİMİZİN HEDEFİ***

7. Kaynaklar

1. Energy Information Administration, International Energy Outlook 2007
2. Energy Information Administration, Annual Energy Review 2006
3. Buyruk, Hakkı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Enerji Verimliliği Haftası, Nisan 2007
4. Çalıköğlü Erdal. Enerji Verimliliğine Bakışımız ve Yasal Hazırlıklar, Nisan 2007
5. Elektrik İşleri Etüt İdaresi, 2006 Yılı Genel Enerji Dengesi, Kasım 2007
6. Elektrik İşleri Etüt İdaresi web sitesi
7. Building Energy Performance Directive (2002/91/EC)
8. Enerji Verimliliği Kanunu
9. Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği

22. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU PROGRAMI

16 KASIM 2007 İŞ SANAT KÜLTÜR MERKEZİ

AÇILIŞ OTURUMU (09:00 - 10:30)

Oturum Başkanı: Dr. Yıldırım Teoman

08:30 - 09:00

KAYIT ve KAHVE

09:00 - 09:10

AÇIŞ KONUŞMASI

Dr. Yıldırım Teoman

09:10 - 09:30

AÇILIŞ KONUŞMASI

Prof.Dr. Ahmet Kırmán

Yönetim Kurulu Başkanı

09:00 - 11:00

AÇILIŞ / Oturum Başkanı: Dr. Yıldırım Teoman

09:30 - 10:00

BİR AR-GE ÜRÜNÜ: F&D

Cam Ev Eşyası Grubu Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı

(Hazırlayan ve sunan: Melek Orhon

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü - Şişecam)

10:00 - 10:30

YENİ YATIRIMLAR VE ÇEVRE İZİNLERİ SÜRECİ

Dilek Bolcan

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü - Şişecam

10:30 - 11:00

**GELİŞEN PAZARLARDA ŞİŞECAM YATIRIMLARI
VE FİNANSMANI**

Aytaç Mutlugüller

Finansman Başkan Yardımcılığı - Şişecam

11:00 - 11:30

KAHVE ARASI

11:30 - 13:00

1. OTURUM / Oturum Başkanı: Ahmet Okan

11:30 - 11:50

**FOREHEARTH RENKLENDİRMEDE GELİŞMELER,
ALTERNATİF RENKLENDİRİCİLER**

Arca İyiel - Banu Çopuroğlu - Tolga Uysal

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü - Şişecam

Suat Doğanlarlı - Niyazi Ala

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Kırklareli Fabrikası -

Cam Ev Eşyası

Hüseyin Erduran - Ahmet Akıllıoğlu

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası -

Cam Ev Eşyası

- 11:50 - 12:10** **PREŞ-BLOW ÜRÜNLERDE ÜRETİM HIZ ARTIŞI SAĞLANMASI**
Ahmet Saraç - Savaş Saatçi
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası - Cam Ambalaj
- 12:10 - 12:30** **E-CAMI ÜRETİMİNDE SÖNMEMİŞ KİREÇ KULLANIMI**
Hale Haybat - Ümit Akın - Nilgün Bayhan
Cam Elyaf Sanayii A.Ş. - Kimyasallar
Nilay Yamaç
Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü - Şişecam
- 12:30 - 12:50** **YAN ÜRÜN SODYUM SÜLFATIN SAFLAŞTIRILMASI**
F.Tamer Akköseoğlu - Dr.Hülya Özkan - Özlem Lale - Esra Gürışık
Grup Geliştirme Müdürlüğü - Kimyasallar
- 13:00 - 14:00** **YEMEK ARASI (İş Kule 3 Yemekhanesi)**
- 14:00 - 16:10** **2. OTURUM / Oturum Başkanı: Julide Bayram**
- 14:00 - 14:45** **FACTORS DETERMINING ENERGY EFFICIENCY OF GLASS FURNACES AND POSSIBILITIES OF ENERGY SAVINGS E.G. BY APPLICATION OF BATCH & CULLET PREHEATING**
Ruud Beerkens
TNO Science & Industry
- 14:45 - 15:05** **ŞİŞECAM'DA ENERJİ TÜKETİMİ**
Levent Kaya
Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü - Şişecam
- 15:05 - 15:50** **GLASS, ENERGY, ENVIRONMENT and CLIMATE CHANGE**
Guy Tackels
Saint-Gobain Conceptions Verrières
- 15:50 - 16:10** **YENİ ERİTME TEKNİKLERİ**
Atilla Ünsal - Fatih Çelik
Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü - Şişecam
- 16:10 - 16:30** **KAHVE ARASI**
- 14:00 - 16:10** **3. OTURUM / Oturum Başkanı: Şevket Asilkazancı**
- 16:30 - 16:50** **NANOTEKNOLOJİ VE CAM TEKNOLOJİSİ ALANINDAKİ UYGULAMALARI**
Prof. Dr. Ertuğrul Arpaç
Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü – Akdeniz Üniversitesi



- 16:50 - 17:10** **FLOAT HATLARINDA ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIM OLANAKLARI**
Mehmet Emin Kızılkaya
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası - Düzcam
- 17:10 - 17:30** **AYNA HATTINDA BOYALI CAM ÜRETİMİ**
Ercan Acar
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası – Düzcam
- 17:30 - 17:50** **SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEK İÇİN YENİ NESİL YALITIM CAMLARI**
Haluk Güreren - Gül Pekışık
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Yönetim ve Satış Merkezi - Düzcam
Hüseyin Ateş Parlar
Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü - Şişecam
- 17:50 - 18:00** **KAPANIŞ ve DEĞERLENDİRME**
Dr. Yıldırım Teoman
- 18:00 - 20:00** **KOKTEYL**
Dr. Yıldırım Teoman

ANAHTAR SÖZCÜKLER DİZİNİ

	Sayfa		Sayfa
A		I,İ	
Advanced furnace concepts	57	Isıcam konfor	98
Ayna hattı.....	93	Isıcam Sinerji	98
		İzinler	8
B		K,L	
Batch preheating	57	Kalıp.....	31
Boyalı cam	93	Kalker.....	39
		Konsantre	21
C,Ç		Low E kaplama	98
CO ₂ emisyonu	?		
Çevre	8,62	M,N	
Çevre direktifleri	?	Mevzuat.....	8
		Müldebak	31
E		Nanoteknoloji.....	71
Ebüşör	31		
E-Camı	39	P,R	
Energy balances	?	Pres-Blow.....	31
Energy efficiency	?	Rüzgar enerjisi	84
Energy saving methods	57		
Enerji.....	60,63	S	
Enerji tasarrufu.....	58,98	Sodyum sülfat	47
Enerji verimi	58,62	Solar low E kaplama	98
Enerji verimliliği.....	60	Sönmemiş kireç.....	39
Environment.....	61		
Environmental regulations	61	Ü,Y	
Eritme.....	63	Üretim iyileştirme	31
		Yakıt pilleri	84
F		Yakıt tasarrufu	39
f&d	7	Yan ürün.....	47
Fırın.....	63	Yatırım	16
Fırın tasarımı	58	Yellow cake	47
Finansman	16	Yeni ürün	7
Forehearth renklendirme	21		
Frit.....	21		
G, H			
Gökkuşığı	93		
Güneş enerjisi.....	84		
Harman ön ısıtma	58		
Hidrojen	84		

YAZAR DİZİNİ

Sayfa	Sayfa
A	K, L
Acar, Ercan 93	Kaya, Levent 60
Akıllıoğlu, Ahmet 21	Kızılkaya, Emin 84
Akın, Ümit 39	Lale, Özlem 47
Akköseoğlu, F.Tamer 47	
Ala, Niyazi 21	M, O
Arpaç, Prof. Dr. Ertuğrul 71	Mutlugiller, Aytaç 16
	Orhon, Melek 7
B	
Bayhan, Nilgün 39	Ö, P
Beerkens, Ruud 57	Özkan, Dr. Hülya 47
Bolcan, Dilek 8	Parlar, Hüseyin Ate 98
	Pekışık, Gül 98
Ç, D	
Çelik, Fatih 63	S, T
Çopuroğlu, Banu 21	Saatçi, Savaş 31
Doğanlarlı, Suat 21	Saraç, Ahmet 31
	Tackels, Guy 61
E, G	
Erduran, Hüseyin 21	U, Ü
Güreren, Haluk 98	Uysal, Tolga 21
Gürışık, Esra 47	Ünsal, Atilla 63
	Y
H, İ	Yamaç, Nilay 39
Haybat, Hale 39	
İyiel, Arca 21	