

**Enerjide verimlilik,
camda gelecek...**



28. CAM SEMPOZYUMU
Bildiriler Kitabı
7 Haziran 2013



ŞİŞECAM

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi
Ord. Prof. Dr. Cemil Bırsel Konferans Salonu
(09:00-17:00)

Yayına Hazırlayan

A. Semih İŞEVİ
Melek ORHON



ŞİŞECAM

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı

Copyright © 2013 Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
(Hizmete Özeldir) / Para ile satılmaz

*Kaynak göstermek kaydıyla alıntı yapılabilir.
Bildirilerden yazarları sorumludur.*

Yayına ait Bilgiler

Sınıflama/yer : UDC 666.1 (56) "2013" (063)=943.5=20 CAMİ 2013
Eser Adı : 28. Cam Sempozyumu Bildiriler Kitabı
Yazar(lar) Adı : ed. A. Semih İşevi / Melek Orhon
Kapak Fotoğrafı : Fırın içi fotoğrafı
Yayın Tarihi : Aralık 2013
Yayınlayan : T. Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı
Cilt/Sayfa : 248 s., 19x27,5 cm
Dizi : Cam Araştırma Merkezi Kütüphane - Dokümantasyon Bölümü Yayınları
Sempozyumlar Dizisi: 28
Konu : 1. Glass Problems 2. Glass Technology 3. Congresses

Baskı Bilgisi

1. Baskı: Aralık 2013 (400 adet)
Yapım : frs matbaacılık limited
Grafik Tasarım: frs matbaacılık limited

Dizgi : frs matbaacılık limited
Tel. : (0212) 629 00 00
Faks : (0212) 629 17 11
e-posta: frs@frs.com.tr

Baskı : frs matbaacılık limited
Adres : Yüzyıl, Mas-Sit Matbaacılar Sitesi 5. Cad. No:34 Bağcılar 34560 İstanbul / Türkiye
Tel. : (0212) 629 00 00

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

İş Kuleleri, Kule 3
34330 4. Levent / İstanbul
Tel : (0212) 459 55 50
Faks : (0212) 459 57 73
<http://www.sisecam.com.tr>
Intranet: <http://kutuphane.sisecam.com.tr>

28'inci Cam Sempozyumu Şişecam, Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığının ev sahipliğinde İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi'nde düzenlendi. Enerji Verimliliği, Enerji Geri Kazanımı ve Çevre, Enerji Tasarrufu, Ergitme ve Enerji, Mimaride Cam ve Enerji konularının ele alındığı sempozyuma, 19 farklı üniversiteden 43 öğretim elemanı ve 300'e yakın Şişecam çalışanı ve yöneticileri katıldı.

Açılış oturumu, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Ord. Prof. Dr. Cemil Birsal Konferans Salonu'nda gerçekleştirilen sempozyumun açılış konuşmasını Şişecam Yönetim Kurulu Başkan Vekili ve Genel Müdürü Prof. Dr. Ahmet Kırmacı yaptı. Temelleri 1934 yılında ülkenin temel cam ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile atılan Şişecam Topluluğu'nun bugün 12 ülkede üretim yapan küresel bir oyuncu haline geldiğini belirten Prof. Dr. Kırmacı, "Bu yükselişte yeni bilgileri ve teknolojileri kullanmanın yanında bunları üretmenin de gerekliliğine inanan Şişecam'ın 1976 yılında başlattığı Araştırma ve Teknolojik Geliştirme faaliyetlerinin büyük rolü vardır.

Prof. Dr. Ahmet Kırmacı, şöyle konuştu: "Bilginin paylaşıldıkça büyüdüğü ilkesi ile şirket içi bilgi paylaşımı ve çalışanlar arası iletişimi arttırmak amacı ile ilki 1985 yılında yapılan ve bugün 28'sini gerçekleştirdiğimiz Cam Sempozyumu artık ulusal ve uluslararası uzman fikirlerinin harmanlandığı, tüm cam dünyasının ArTeGe vizyonunun paylaşıldığı bir platforma dönüşerek kararlı, sürekli ve saygın bir şekilde büyümektedir."

Şişecam'da sürdürülebilirlik yalnızca finansal devamlılık olarak değil, çevreyi, doğal kaynakları, kullanılan girdileri, tüketimleri, müşterileri, değerleri de koruyarak büyüyen bütünleşik bir kavram olarak algılandığını vurgulayan Prof. Dr. Kırmacı, "Bu algının önemli bir parçası olarak 28'inci Cam Sempozyumu'nun ana teması 'Enerjide Verimlilik, Camda Gelecek' olarak belirlendi" dedi.

Şişecam Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanı Prof. Dr. Şener Oktik ise yaptığı konuşmada, bu yıl 28'incisi düzenlenen Cam Sempozyumu'nu üniversitelere taşıma kararı aldıklarını belirterek, şöyle konuştu: "İstanbul Üniversitesi'nin tarihi mekânında başlayan değişimi 'Araştırma ve Teknolojik Geliştirme yarışında kaynakları Şişecam stratejileri doğrultusunda değere dönüştürme' vizyonumuzda önemli bir öge olarak görmekteyiz. Araştırma ve teknolojik geliştirme çabalarımızın, özellikle fikirden başlayan, temel bilim ve deneysel araştırma geliştirme ile devam eden ticarileşme öncesi bölümünü ulusal ve uluslararası bütün ara yüzleri en etkin biçimde kullanarak üniversitelerimizle ve araştırma kurumlarımızla artan bir oranda birlikte yürütmekteyiz. Şişecam olarak üniversitelerimizi ve araştırma kuruluşlarımızı hizmet aldığımız kurumlar olarak değil, 'sürdürülebilir gelecek' için ortak vizyona sahip paydaşları olarak görüyoruz. Üniversitelerle işbirliklerinde ezberi bozup daha verimli ve güçlü ilişkiler geliştirmek için çalışacağız."

Sempozyumda sunulan bildirimleri daha önceki yıllarda olduğu gibi kitap kapsamında derleyerek, değerli bir belge ve yazılı kültürümüzün bir parçası olarak topluluğumuzun hizmetine sunmaktan mutluluk duymaktayız.

Topluluğumuzun en önemli bilimsel-teknolojik paylaşım ortamlarından biri olan sempozyumumuza verdikleri destek için başta Yönetim Kurulu Başkan Vekili ve Genel Müdür Prof. Dr. Ahmet Kırmacı ve Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanı Prof. Dr. Şener Oktik olmak üzere, tüm katılımcılara ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

Editörler

A. Semih İşevi

sisevi@sisecam.com.tr

Melek Orhon

meorhon@sisecam.com.tr

Prof. Dr. Ahmet Kırcan	7-8
Prof. Dr. Şener Oktik	9-10
Dünya ve Türkiye'deki Gelişmeler Işığında Enerji Sektörünün Değerlendirilmesi	11-18
Süreyya Yücel Özden	
Needs for R&D in the Glass Industry: Perspective of a Specialty Glass Manufacturer	19-35
Dr. Roland Langfeld	
Türkiye Cam Sanayinin Enerji ve Çevre Sorunları Üzerine Düşünceler	37-67
Prof. Dr. İskender Gökcalp	
Şişecam, Sürdürülebilirlik ve Enerji Yönetimi	69-70
Doç. Dr. Yıldırım Teoman	
Şişecam Enerji Tüketimlerinin Genel Görünümü	71-72
Atilla Ünsal - Levent Kaya	
Glass Melting Energy Benchmarks And Further Energy Saving Potential	73-93
Dr. Hans van Limpt - Ruud Beerkens - Adriaan Lankhorst - Piet van Santen	
Trakya Yenişehir Cam Sanayi A.Ş.'de Kurulan Atık Isı Elektrik Üretim Tesisi ile İlgili Yaşanan Tecrübeler	95-107
Hüseyin Demir - Serkan Şahin - Levent Kaya	
Dünya'nın En Büyük Kurumsal İklim Değişikliği Raporlama Sistemi: CDP ve ŞİŞECAM	109-118
Mirhan Köroğlu Göğüş - Ali Efe Çağlayan	
Cam Ambalaj Üretiminde, Atık Baca Gazı Isısının Geri Kazanımı ile Elektrik Üretimi: Organik Rankine Çevrimi (ORC) Teknolojisi İncelemesi	119-128
Sumru Güven - Taylan Sabaner - Tuğrul Misoğlu	
Enerji Tasarrufunda İnovatif Yaklaşımlar	129-137
Levent Kaya - Emre Dumankaya	
Harman ve Cam Kırığını Ön Isıtma Yoluyla Enerji Kazanımı	139-148
Tolga Koçel - Levent Kaya	
Boosting Energy Economy: Reducing Redox (Fe⁺²) Influence in the Glass Furnaces for Emerald Green Production	149-156
Andrey Maev	
Anadolu Cam Eskişehir Fabrikası Gün Işığı Aydınlatma Otomasyon Sistemi	157-161
Burçin İşgüden - İbrahim Bayındır	
Ep Tasarımı Tork Motorlu Pres Üretim Hattı	163-177
Ufuk Göncü - Murat Aşkın	
O/90-4"-18 Standart Pres Üfleme Makinası	179-190
Ahmet Okan - Dr. Yüksel Soykut - Kamil Kurt - İsmail K. Sayım - Bilal Erdoğan - Yıldırım Görmek - Serkan İnce - Kaan Say - Reha Gökmen - Ali Uzun - Ayhan Gençer - Hakan Şahin - Zeki Erdoğan - Bahtiyar Dalgıç - Murat Aşkın	
Cryogenic Oksijen Üretim Tesisi	191-203
Mehmet Aydemir	
Mimariye Camdan Yansıyanlar	205-219
Ayşe Hasol Erktin	
Günümüzden Geleceğe Nitelikli Camlar	221-230
Haluk Gürelen - Gül Pekışık - Hüseyin Ateş Parlar	
Nylon Takviyesi için Yeni Nesil Hidrolitik Dirençli Cam Elyafı, PA HD	231-240
Gülşah Kanbakoğlu Kahraman	
Uzak ve Yakın Alan Işınım Transferi ve Cam	241
Doç. Dr. Kürşat Şendur	
Yazar Adı Dizini	242
Anahtar Sözcükler Dizini	243

PARALEL OTURUMLAR	
<p>Ord. Prof. Dr. Cemil Birsel Konferans Salonu</p> <p>3. OTURUM Oturum Başkanı: Ahmet Okan ENERJİ GERİ KAZANIMI VE ÇEVRE</p> <p>14:00 - 14:20 TRAKYA YENİŞEHİR CAM SANAYİ A.Ş.'DE KURULAN ATIK İSİLEKTRİK ÜRETİM TESİSİ İLE İLGİLİ YAŞANAN TECRÜBELER Hüseyin Demir, Serkan Şahin, Levent Kaya</p> <p>14:20 - 14:40 DÜNYA'NIN EN BÜYÜK KURUMSAL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RAPORLAMA SİSTEMİ: CDP VE ŞİSECAM Mirhan Koroğlu Göğüş, Efe Çağlayan</p> <p>14:40 - 15:00 CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE, ATIK BACA GAZI İSİSİNİN GERİ KAZANIMI İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ: ORGANİK RANKİNE ÇEVİRİMİ (ORC) TEKNOLOJİSİ İNCELEMESİ Sumru Güven, Taylan Sabaner, Tuğrul Misoğlu</p> <p>15:00 - 15:30 KAHVE ARASI</p> <p>4. OTURUM Oturum Başkanı: Tuğrul Misoğlu ENERJİ TASARRUFU</p> <p>15:30 - 15:50 ANADOLU CAM ESKİŞEHİR FABRİKASINDA GÜN İŞİĞİ AYDINLATMA OTOMASYON SİSTEMİ Burçin İşgüden, İbrahim Bayındır</p> <p>15:50 - 16:10 EP TASARIMI TORK MOTORLU PRES ÜRETİM HATTI Ufuk Göncü - Murat Aşkın</p> <p>16:10 - 16:30 0/90-4"-18 STANDART PRES ÜFLEMELERİNDE AHMET OKAN, DR. YÜKSEL SOYKUT, KAMİL KURT, İSMAIL K. SAYIM, BİLAL ERDOĞAN, YILDIRIM GÖRMEK SERKAN İNCE, KAAN SAY, REHA GÖKMEN, ALI UZUN, AYHAN ÇENÇER, HAKAN ŞAHİN, ZEKİ ERDOĞAN BAHTIYAR DALGIÇ, MURAT AŞKIN</p> <p>16:30 - 16:50 CRYOGENİK OKSİJEN ÜRETİM TESİSİ Mehmet Aydemir</p> <p>17:00 - 19:00 KOKTEYL (FEN FAKÜLTESİ BAHÇESİ)</p>	<p>Prof. Dr. Engin Ak Derhanesi</p> <p>3. OTURUM Oturum Başkanı: Gülçin Albayrak ERÇİTME VE ENERJİ</p> <p>14:00 - 14:20 ENERJİ TASARRUFUNDA İNOVATİF YAKLAŞIMLAR Levent Kaya, Emre Durankaya</p> <p>14:20 - 14:40 HARMAN VE CAM KIRIĞINI ÖN İSİTMA YOLUYLA ENERJİ KAZANIMI Tolga Korceli, Levent Kaya</p> <p>14:40 - 15:00 BOOSTING ENERGY ECONOMY: Fe+2 INFLUENCE IN THE GLASS FURNACES FOR EMERALD GREEN PRODUCTION Andrey Maev</p> <p>15:00 - 15:30 KAHVE ARASI</p> <p>4. OTURUM Oturum Başkanı: Dr. Reha Akçakaya MİMARİDE CAM VE ENERJİ</p> <p>15:30 - 15:50 MİMARİYE CAMDAN YANSIYANLAR Ayşe Hasol Erktin HAS Mimarlık Ltd.</p> <p>15:50 - 16:10 GÜNÜMÜZDEN GELECEĞE NİTELİKLİ CAMLAR Haluk Gürelen, Ateş Parlar, Gül Pekişik</p> <p>16:10 - 16:30 NYLON TAKVİYESİ İÇİN YENİ NESİL HİDROLİTİK DİRENÇLİ CAM ELYAFI, PA HD GÜLŞAH KANBAKOĞLU KAHRAMAN</p> <p>16:30 - 16:50 UZAK VE YAKIN ALAN İŞİNİM TRANSFERİ VE CAM Doç. Dr. Kürşat Şendur Sabancı Üniversitesi</p> <p>17:00 - 19:00 KOKTEYL (FEN FAKÜLTESİ BAHÇESİ)</p>
<p>Ord. Prof. Dr. Cemil Birsel Konferans Salonu</p> <p>KAHVE VE KAHVE İKRAMI</p> <p>08:00 - 09:00</p> <p>09:00 - 09:30 1. AÇILIŞ OTURUMU Oturum Başkanı: Prof. Dr. Şener Oktik</p> <p>09:00 - 09:10 AÇILIŞ KONUŞMALARINI Prof. Dr. Şener Oktik Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanı</p> <p>09:10 - 09:30 Prof. Dr. Ahmet Kirman YK Başkanı Vekili ve Genel Müdür</p> <p>09:30 - 10:00 DÜNYA VE TÜRKİYEDEKİ GELİŞMELER İÇİNDE ENERJİ SEKTÖRÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ Süreyya Özden Dünya Enerji Konseyi Türkiye Milli Komitesi Başkanı</p> <p>10:00 - 10:30 NEEDS FOR R&D IN THE GLASS INDUSTRY: PERSPECTIVE OF A SPECIALTY GLASS MANUFACTURER Dr. Roland Langferd Schott AG /Research and Technology Development</p> <p>10:30 - 11:00 TÜRKİYE CAM SANAYİNİN ENERJİ VE ÇEVRE SORUNLARI ÜZERİNE DÜŞÜNCELER Prof. Dr. Iskender Gökalp ICARE-CNRS,DiJéans, Fransa Yanma Laboratuvarı Direktörü</p> <p>11:00 - 11:30 KAHVE ARASI</p> <p>2. OTURUM Oturum Başkanı: Hidayet Özdemir ENERJİ VERİMLİLİĞİ</p> <p>11:30 - 11:50 ŞİSECAM SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ENERJİ YÖNETİMİ Doç. Dr. Yıldırım Teoman</p> <p>11:50 - 12:10 ŞİSECAM ENERJİ TÜKETİMLERİNİN GENEL GÖRÜNÜMÜ Atilla Ünsal - Levent Kaya</p> <p>12:10 - 12:30 GLASS MELTING ENERGY BENCHMARKS AND FURTHER ENERGY SAVING POTENTIAL Hans van Limpt, Ruud Beerkens, Adriaan Lankhorst, Piet van Santen</p> <p>12:30 - 14:00 ÖĞLEN YEMEĞİ</p>	<p>Ord. Prof. Dr. Cemil Birsel Konferans Salonu</p> <p>3. OTURUM Oturum Başkanı: Ahmet Okan ENERJİ GERİ KAZANIMI VE ÇEVRE</p> <p>14:00 - 14:20 TRAKYA YENİŞEHİR CAM SANAYİ A.Ş.'DE KURULAN ATIK İSİLEKTRİK ÜRETİM TESİSİ İLE İLGİLİ YAŞANAN TECRÜBELER Hüseyin Demir, Serkan Şahin, Levent Kaya</p> <p>14:20 - 14:40 DÜNYA'NIN EN BÜYÜK KURUMSAL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RAPORLAMA SİSTEMİ: CDP VE ŞİSECAM Mirhan Koroğlu Göğüş, Efe Çağlayan</p> <p>14:40 - 15:00 CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE, ATIK BACA GAZI İSİSİNİN GERİ KAZANIMI İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ: ORGANİK RANKİNE ÇEVİRİMİ (ORC) TEKNOLOJİSİ İNCELEMESİ Sumru Güven, Taylan Sabaner, Tuğrul Misoğlu</p> <p>15:00 - 15:30 KAHVE ARASI</p> <p>4. OTURUM Oturum Başkanı: Tuğrul Misoğlu ENERJİ TASARRUFU</p> <p>15:30 - 15:50 ANADOLU CAM ESKİŞEHİR FABRİKASINDA GÜN İŞİĞİ AYDINLATMA OTOMASYON SİSTEMİ Burçin İşgüden, İbrahim Bayındır</p> <p>15:50 - 16:10 EP TASARIMI TORK MOTORLU PRES ÜRETİM HATTI Ufuk Göncü - Murat Aşkın</p> <p>16:10 - 16:30 0/90-4"-18 STANDART PRES ÜFLEMELERİNDE AHMET OKAN, DR. YÜKSEL SOYKUT, KAMİL KURT, İSMAIL K. SAYIM, BİLAL ERDOĞAN, YILDIRIM GÖRMEK SERKAN İNCE, KAAN SAY, REHA GÖKMEN, ALI UZUN, AYHAN ÇENÇER, HAKAN ŞAHİN, ZEKİ ERDOĞAN BAHTIYAR DALGIÇ, MURAT AŞKIN</p> <p>16:30 - 16:50 CRYOGENİK OKSİJEN ÜRETİM TESİSİ Mehmet Aydemir</p> <p>17:00 - 19:00 KOKTEYL (FEN FAKÜLTESİ BAHÇESİ)</p>



Değerli konuklar, Sevgili Şişecamlılar da diyeceğim.

Ağırlıklı olarak Şişecam'lıların bulunması nedeniyle bunu ekliyorum tabii ama ilk defa farklı bir yerde bir üniversite bünyesinde böyle bir toplantıyı düzenlemiş olmak farklı bir heyecan veriyor açıkça belirtmek gerekirse.

Bu heyecan içerisinde ben de sizlere ve tüm konuklara hoş geldiniz diyorum.

Değerli arkadaşlarım, çoğunuz biliyorsunuz ama konuklarımız açısından özellikle belirtmemiz gereken bazı hususlar olduğuna inanıyorum. 1935 yılından 34'te başlayan 35'ten itibaren de daha aktive olan Şişecam yaşamında çok ilklere imza atıldı. Bugün Şişecam geçen hafta tamamladığımız adımla artık 12 ülkede 20 bin kişiye ulaşan bir çalışanla üretim yapan ve gelişimi küresel anlamda ele alan bir şirket. Ve hiç şüphesiz ki bu büyüme teknolojik anlamda ilimle desteklenmesi gereken bir büyüme. Bugün nereye geldiğimize bakarsak 4 milyon tona yaklaşan cam üretimimiz 2 milyon tonu aşan soda üretimimiz 6 milyon tonlara yaklaşan endüstriyel hammadde üretimimiz ve bunun yanında yaptığımız diğer yan ürünler. Hiç şüphesiz ki bu gelişmeyi sürdürülebilmek ve bir başka anlamda bugün dünyanın en büyük sorunları arasında olan sürdürülebilirlik potansiyelini hayata geçirebilmek için tüm bu gelişmemizi ve gidişatımızı ve de geleceğimizi açıkçası bilim temelli yapmak lazım. Bu belirlemeyi öyle bir salonda ve Türkiye Cumhuriyetinin kurucusu şirket olarak ve şirketin ana hissedarı Türkiye İş Bankası anlamında da söylemek gerekirse onun da kurucusu olan Atatürk'ün hayatta "En hakiki mürşit ilimdir." sözünün altında söylüyor olmak yukarıda mutlaka dikkatinizi çekti, benim açımdan çok daha heyecan verici bir şey.

Biz bugün enerji bağlamında baktığımız zaman olaya biz bütün sistemimizde bir buçuk milyar m³'e yaklaşan doğal gaz tüketen 900 milyon kw saat elektrik tüketimi yapan bir topluluğuz ve üretimimiz cam. Cam ağırlıklı. Camın enerjile bağlantısını ise çok farklı biçimlerde ele almak mümkün. Bir yandan enerji tüketirken biz bu hayata enerjinin daha az sarf edilmesi için yeni ürünler yaparak sürdürülebilirlik açısından da katkıda bulunmaya çalışıyoruz. Hem enerjiyi az kullanacağız hem enerjinin bizden sonra bizim ürünlerimizde daha az tüketilmesini sağlayacağız. Tekrar başa dönmek gerekirse bunun bilim temelli yapılması gerçeği çok net olarak görülüyor. Ve araştırma ve teknolojik geliştirme adına bugün Şişecam daha iddialı ileriye daha farklı bakan ve yaptığı işlemleri bu temele dayandırma amacını içeren bir topluluk halinde çalışmalarını sürdürüyor ve 300'e yakın çalışmamız bu alanda araştırma ve teknolojik geliştirme konusunda çaba sarf ediyor. Ve yakın bir zamanda bu senenin sonunda yeni bir araştırma merkeziyle büyük ihtimalle Avrupa'da belki de daha da fazla

sayıdaki ÷lkede olmayan bir yeni merkezde araştırma faaliyetlerimizi farklı bir boyuta taşımayı planlıyoruz. Araştırma temelli bilim temelli yapacağımız her işin Şişecam'ın geleceğine Şişecam'ın ürünleri aracılığıyla da dünya geleceğine olan katkısı çok net biçimde hepimiz tarafından biliniyor ve dolayısıyla dün doğmuş yarın ölecekmiş gibi yeniden keşfetme ve öğrenme arzusuyla yeni şeyler üretmek için bu çabalarımızı bu temelde devam ettireceğimize ve tüm Şişecam'luların da buna yürekten inandığına ben de inanıyorum. Bu vesileyle 28. Cam Sempozyumu'nu farklı bir ortamda düzenlenmesine imkân yaratan ekibimize teşekkür ediyorum; ulusal, uluslararası ve de topluluğumuz içerisinde bu konuda emek vererek katılım sağlayan tüm konuşmacılara teşekkürlerimi tekrarlıyor, katılımcılara da hoş geldiniz diyorum. Umarım ki sempozyumumuz başarılı olur ve katkıda bulunur. Sağ olun.

Prof. Dr. Ahmet Kırmán
Yönetim Kurulu Başkan Vekili ve Genel Müdür



Değerli Konuklar, Sevgili Şişecam'lılar

1985 yılından bu yana düzenlenen Şişecam "Cam Sempozyumlarında" cam bilimi ve teknolojisi alanında bilgiyi, beceriyi, deneyimi paylaşıp harmanlamaya çalışmaktayız. Başlangıçta Şişecam Grubu içerisinde biz bize gerçekleştirilen paylaşımların yapıldığı etkinlik daha sonra seçilen temada uluslararası saygınlığı olan uzmanların davet edildiği ancak yine Grup bünyesinde bir platform olarak büyümüş,

güçlenmiştir.

2012 yılında ilk defa icra kurulumuzun kararı ile etkinliğimize ülkemizin bütün üniversiteleri ve araştırma kurumları davet edilerek, bilginin, becerinin, deneyim ve yetkinlerin paylaşımını güçlendirme çabası içine girilmiştir. Bu çabayı destekleyecek şekilde 2013 yılında Şişecam İcra Kurulu 28. Cam Sempozyumu Üniversitemize taşıma kararı almıştır. İstanbul Üniversitesinin bu tarihi mekânında başlayan değişimi "Araştırma ve Teknolojik Geliştirme yarışında kaynakları Şişecam stratejileri doğrultusunda değere dönüştürme" vizyonumuzda önemli bir öge olarak görmekteyiz.

Sürdürülebilir geleceği; çevre, doğal kaynaklar, kullanılan girdiler, tüketim, müşteriler ve bunların dinamik bileşkesi olan finansal yapı yanında toplumsal ve evrensel değerleri içine alan bütünleşik bir kavram olarak değerlendirmekteyiz. Sürdürülebilir geleceğin temel taşıyıcısının, araştırma ve geliştirme ve buna bağlı olarak kurumsal ölçekte yeni ve yenilikçi düşünce, yapılanma, ürün ve teknolojiler olduğuna inanmaktayız. Bu inançla Şişecam Grubu 2013 yılı için toplam cirosunun %1'ini araştırma ve teknolojik geliştirmeye ayırmış olup geleceğe öngörülerini ülke politikaları doğrultusunda yapmıştır.

Araştırma ve teknolojik geliştirme çabalarımızın, özellikle fikirden başlayan, temel bilim ve deneysel araştırma geliştirme ile devam eden ticarileşme öncesi bölümünü ulusal ve uluslararası bütün ara yüzleri en etkin biçimde kullanarak üniversitelerimizle ve araştırma kurumlarımızla artan bir oranda birlikte yürütmekteyiz. Üniversitelerle işbirliklerinde "ezberi bozup" daha verimli ve güçlü ilişkileri aramaktayız. Üniversitelerle sanayinin işbirliği öncelikle iki taraf arasında ilişkinin başlayabilmesini gerektirir. Her türlü ilişkide olduğu gibi bu ilişkisinde birinci koşulu tanışabilmektir. Tanışıklığa aracı olması dileği ile bu yıl İstanbul Üniversitemizde gerçekleştirdiğimiz bu etkinliği gelecek yıl farklı bir Üniversitemizde yapabilmek dileğindedir. Tanışıklıkların ardından ihtiyaçları anlamanın ve ihtiyaçların karşılanması için donanımların test edilmesiyle, karşılıklı yararın var olduğu alanlarda, güvene ve ortak değerlere dayalı yeni ilişkilerin ve işbirliklerinin yeşermesini ve güçlenmesini umut ediyoruz.

Şişecam Kurumsal Araştırma ve Teknolojik Geliştirme faaliyetleriyle "yeni ürün ve yeni teknolojiler" ile birlikte "yeni pazarlar" ararken "cam ve cama dayalı" ürünlerinin sürdürülebilir gelecekteki yerini ulusal ve uluslararası ortak araştırma ve geliştirme faaliyetleri ile güçlendirme vizyonunu önüne koymuştur. Uluslararası ölçekte faaliyet gösteren sanayi kuruluşları faaliyetin olduğu ülkede seçilmiş alanlarda kendileriyle stratejik ortaklık yapacak

üniversiteler ve araştırma kuruluşları belirleyerek uzun dönem işbirliklerine girmektedirler. Benzer bir yaklaşımla Şişecam'da üniversitelerimizi ve araştırma kuruluşlarımızı hizmet aldığımız kurumlar olarak değil, "sürdürülebilir gelecek" için ortak vizyona sahip paydaşları olarak görmek istemektedir. Somut adımlar, ulusal ölçekte İstanbul Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Akdeniz Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sabancı Üniversitesi, Koç Üniversitesi, Harran Üniversitesi, TÜBİTAK - UME, UEKAE Enstitüleri ile uluslararası ölçekte CelSian (Hollanda) ile Penn State University (ABD), University of Washington USA ile yapılan yeni işbirliği anlaşmaları ile atılırken, Chianese Ceramic Society, Balkan Ceramic Society, International Commission on Glass, European Container Glass Federation, Glass for Europe, Glass Alliance Europe, European Domestic Glass, International Crystal Federation, European Industrial Research Management Assoc. gibi kuruluşlarla ilişkilerimiz etkin bir şekilde süregitmektedir.

28. Cam Sempozyumu'nun teması sürdürülebilirlik kavramının önemli bir bölümü oluşturan ve cam sektörünün en önemli girdisi olan enerji alanında "Enerjide Verimlilik, Camda Gelecek" olarak seçilmiştir. Seçilen temanın yol göstericiliğinde bu yıl Cam Sempozyumumuzun açılış oturumunda "Enerji sektöründe dünya ve bölgesel ölçekte gelişmeler" konusunda Dünya Enerji Konseyi Türkiye Milli Komitesi Başkanı Süreyya Özden, özel camlar sektörünün önde gelen firmalarından Schott AG uzun yıllarını vermiş Dr. Roland Langfel sektördeki Arve cam sektörünün enerji ve çevre sorunları üzerine görüşlerini paylaşmak üzere Fransa Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi-CNRS'den Prof. İskender Gökalg konuşmacı olarak bizlere bilgi aktaracaklar. Şirket içi çalışmalarımızı ve deneyimlerimizi paylaşacağımız bölümler içerisinde Gruplarımızdan gelen sunumlar yanında ergitme teknolojilerinde Şişecam'ın yeri konusunda Hollanda Celcian Araştırma Enstitüsünden Dr. Hans Van Limpt cam üretiminde sektörel ergitme enerjisi benchmark çalışmaları, sürdürülebilirlik konusunda ortak çalışmalarımız için Sabancı Üniversitesi'nden Mirhan Köroğlu Göğüş ve "Mimaride Cam ve Enerji" başlığında Has Mimarlık Ltd.'den Ayşe Hasol Ertkin ve Sabancı Üniversitesinden Doç. Dr. Kürşat Şendur sunumları ile sempozyuma güç katacaklar. Bu tablo Şişecam'ın "ArTeGe ve işbirliği" konusundaki politikalarını bir kez daha vurgulamamıza aracı olmaktadır.

Ulu Önder'imiz Mustafa Kemal Atatürk'ün 1934 yılında Şişecam'a verdiği ülkemiz cam sektörünü çağdaşları ile yarışan ve onlara öncülük eden düzeye çıkarma hedefinde "bilgiyi, beceriyi, deneyimi ve yetkinlikleri doğru ve etkin harmanlama çabamız olan Cam Sempozyumlarını bu yıl ilk defa kurum dışına taşıdık. Kapsamı ve içeriği ile cam alanında ülkemizin en önemli birlikteliği olan ve bu yıl daha geniş bir katılımı ve yeni bir formatta gerçekleşen 28. Cam Sempozyumunu çıktılarının ülkemiz, Şişecam ve bütün cam dünyası için yeni ufuklar açmasını diliyoruz. Kazanılan deneyim ve özgüven ile Şişecam'ın gelecekte uluslararası sempozyumlara ev sahipliği yapabilme hayalini sizlerle paylaşmak isterim.

28. yıldır Cam Sempozyumlarının aralıksız sürmesini sağlayan iradeye ve sempozyumun her yıl daha etkin ve daha güçlü yapılabilmesinin mutfağındaki bütün çalışma arkadaşlarıma yürekten teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Prof. Dr. Şener Oktik
Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanı

DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ GELİŞMELER IŞIĞINDA ENERJİ SEKTÖRÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Süreyya Yücel Özden

yucel.ozden@gama.com.tr

Dünya Enerji Konseyi Türk Millî Komitesi Başkanı ve GAMA HOLDİNG A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanlığı



İnşaat Yüksek Mühendisi

Eğitimi: O.D.T.Ü. ve İngiltere, Londra, Imperial College.

1963 – 1964 yıllarında özel mühendislik şirketlerinde çalıştı. Sonra, 1964 – 1965 yıllarında T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü'nde **araştırma ve şantiye mühendisi** olarak görev yaptı. İki yıllık askerlik hizmetinden sonra, 1967 – 1978 yılları arasında, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı'nda önce, **Ulaştırma Sektörü Uzmanı**, sonra, **Sektörler Bölümü Müdürü** olarak görev yaptı. 1978 – 1982 yıllarında **TÜGSAŞ (Azot Sanayii T.A.Ş.) Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü**, 1984 – 1990 yıllarında **TEKEL Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü**, sonra da **Maliye ve Gümrük Bakanlığı Müsteşar Yardımcısı** idi. 1991 yılında kendi isteği ile Devlet hizmetinden ayrıldı. 1991 – 1997 yılları arasında özel sektörde çalıştı. 1997 yılı Ağustos ayında, **Ulaştırma Bakanlığı Müsteşarlığı'na** atandı. Üç yıl bu görevi yaptıktan sonra, tekrar kendi isteği ile ayrıldı. 28 yıl kamu hizmetinin yanı sıra, 1963 – 1964, 1982 – 1984 ve 1991- 1997 ve 2001 - 2011 dönemlerinde, on dokuz yıl da, özel sektörde Genel Müdür ve Yönetim Kurulu Üyesi olarak görevler yaptı. Ayrıca, 1970 – 1978 yılları arasında ODTÜ'de Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği Fakülteleri'nde "part time" öğretim görevlisi olarak Ulaştırma Mühendisliği konusunda dersler verdi ve "Tez Çalışmaları" nı yönetti. Halen özel sektörde çalışmaya devam ediyor. TOBB'a bağlı Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu (DEİK) İş Konseylerinde görev alıyor, **Dünya Enerji Konseyi Türk Millî Komitesi Başkanı** ve Yollar Türk Millî Komitesi Yönetim Kurulu Üyesi.

Özellikle son dönemlerde, Türkiye'nin bulunduğu Orta Doğu Bölgesi'nde, uluslararası ilişkiler açısından önem taşıyan gelişmeler cereyan etmektedir. Diğer taraftan, Türkiye Enerji Sektörüne ilişkin önemli yasal değişiklikler yapılmış bulunmaktadır. Birincil enerji kaynakları arzında, % 72 oranında dışa bağımlı olan Türkiye için, enerjide arz güvenliği, sosyal eşitlik ve de çevre koruması gibi konularda, hassas politikaların belirlenmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda:

- Orta Doğu Bölgesindeki Gelişmeler,
- Enerjide talep durumu,
- Enerji sektöründeki yatırım gereksinimi,
- Dış kaynaklara bağımlılık durumu,
- Arz güvenliği konusu,
- Enerji kullanımında verimlilik sorunu,
- Bu konuların sanayi ve ticaret sektörüne etkileri,
- Diğer görüşler

Bu konuşmada ele alınacaktır.

Anahtar Sözcükler: Enerji sektörü, enerji kaynakları, politika belirleme

Sayın Başkan, Sayın Genel Müdür, Şişecam Topluluğu'nun değerli mensupları, çok değerli katılımcılar,

Bana ilgi gösterip bu güzide toplantınıza davet ettikleri için başta bu etkinliğin düzenleyicilerine en içten teşekkürlerimi sunarken sizleri de içten saygılarımla selamlıyorum.

Şişecam olarak iki kelimeyi duyduğumda ve özellikle de bugün aranızda olmak şansını elde ettiğimde, bir heyecanımı dile getirmeden kendimi alamıyorum. Bunlardan birincisi bürokrasideki görevim sırasında, kendisiyle çok yakından Genel Müdür ve Bakan olarak çalıştığım Sayın Şahap Kocatopçu'yu anmadan geçemeyeceğim. Bizim yıllarımızda, Şişecam adının Şahap Kocatopçu adıyla anıldığı dönemlerdi. Biz bürokraside, ihracat nedir diye yeni yeni öğrenirken, Sayın Kocatopçu'yla tanıştığımızda ihracatın ne anlama geldiğini daha ciddi bir biçimde öğrenmeye başlamıştık. Kendisini rahmetle anıyorum. Bana gösterdiği yakın ilgi dolayısıyla, Genel Müdür ve Bakan olarak çalışırken, kendisinden çok şeyler öğrendim. Hakikaten ülkemizin sanayileşme yönünde veya sanayileşmesi tarihinde gerçekten parlayan bir yıldız olmuştur. Nur içinde yatsın...

Bu tür değerli insanlarımızı inanıyorum ki, sık sık saygıyla yâd etmemizde büyük önem var. Çünkü gelecek nesiller, hangi konuların nereden nereye nasıl geldiğini, kimler tarafından getirildiğini öğrenmeliler diye düşünüyorum.

Bir diğer Şişecam'la ilgili olan ilişkim de, biraz önce Sayın Prof. Dr. Oktik çok nazik kelimelerle özgeçmişimi okudular, Şişecam'a yaklaşık 9 yıl kadar müşteri olarak görev yapmamdır. O zamanki devlet büyüklerimizin emriyle, bizim zamanımızda görevlere talip olunmazdı, bize emir verilirdi, biz o emirle görevleri yerine getirmeye çalışırdık, sigara ve içki kullanmadığım halde Tekel Genel Müdürlüğü yapmak zorunda kaldım. Yaklaşık 8 yıl sürdü. Bu 8 yıllık sürede değişik Genel Müdürlerle, Şişecam ile çalıştım. Rakamlar hafızamda, 80 - 90 milyon şişe olarak, sizin herhalde o zamanki en büyük müşteriniz bizdik. Her gün şikâyetler gelir, şişenin kapağı kırılır, gövdesi çalışmaz; o kadar ilgilenmişim ki, o sırada sizin "Computer Aided Design" işlerini yapan arkadaşlarım vardı, aynı üniversitede okumuştuk. Onlarla yakından temas kurarak, daha iyi şişe, daha iyi cam nasıl yapılır diye çok yoğun bazı geceler mesailer harcadığımızı anımsıyorum. Gerçekten inancım şudur: Ülkemizde hepimiz hayatımızı kazanmak için çeşitli kuruluşlarda, kâh devlette kâh özel sektörde çalışıyoruz. Ama öyle inanıyorum ki, akşam evimize giderken, çalıştığımız kurumla iftihar etmemiz çok büyük önem taşıyor. Bence, siz Şişecam çalışanları olarak, böyle bir şansa sahipsiniz, her akşam evinize giderken göğsünüzü gururla kabartabilirsiniz. Çünkü gerçekten Türkiye'mizin en güzide kuruluşlarından birisi Şişecam'dır. Bu açıdan ben de naçiz tebriklerimi, başarı dileklerimi sizlere sunuyorum.

Bugünkü toplantıya çağrılırken benden istenilen konu enerji sektörü hakkında bir değerlendirme yapmaktır. Özgeçmişimi okurken -belki fark etmişsinizdir- dediğim gibi, 30 yıla yakın bürokraside oradan oraya koştuk. Ben inşaat mühendisliği okudum; daha sonra da yurt dışında şansım oldu, altyapı ekonomisi ve planlaması okudum. Enerjiyle doğrudan doğruya

ilişkim yoktu. Fakat görevlerim esnasında, özellikle birtakım fabrikaları yönetirken, üretim yaparken, yüksek basınçlar, akıcı sıvılar, asitler, gazlarla uğraşırken, her gece hangi fabrikanın müdürü beni uyandıracak diye korkuyla yatardım. Çünkü üretimi sürekli kalabilmek için arızasız bir günüm geçmezdi. Türkiye'de, o sırada Rusya'dan Karadeniz hattı üzerinden elektrik alıyorduk. Özellikle Samsun'daki bir fabrikada aksaklık olurdu. Enerjinin gerçekten kalkınmak için büyük önem taşıdığının farkına varmaya ve o yıllardan itibaren asıl işimin yanında enerji ile ilgili konuları yakından izlemeye başladım ve halen izlemeye, öğrenmeye devam ediyorum. Toprak, su nasıl yaşamak için gerekli ise, değerli katılımcılar, kalkınmak için de enerji şart. Fakat bu olay kendi içerisinde çok derin bir olay ve o nedenle yıllardan beri biriktirdiğim çalışmalarla şu anda enerji ile yoğun olarak uğraşıyorum. Uğraşıyorum derken, bu işin bir de uluslararası boyutu var. Bu da ilginç olduğu için size aktarmak isterim. Uğraşırken bir kuruma üye olmak durumunda oldum: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. Nedir Dünya Enerji Konseyi diye baktığımızda şu ilginç detay gözüme çarpıyor her zaman. 1923 yılında, bizim büyük Atatürk'ümüz ve silah arkadaşları Cumhuriyetimizi kurma çalışmaları ile uğraşırken ve o yıllarda, daha ne Birleşmiş Milletler, ne IMF, ne OECD vs. herhangi bir kuruluş yokken, bu batılı insanlar bir araya geliyorlar ve diyorlar ki "Enerji büyük bir tehlike olacaktır. Tek başımıza bu tehlike ile başa çıkamayız, gelin birlik olalım, beraber olalım, bir örgüt kuralım" ve 1923 yılında Dünya Enerji Konseyi diye bilinen kurumu kuruyorlar. Bu ilginçtir, çünkü o yıllarda daha herhangi bir belirgin uluslararası örgüt yok. Şu anda bu kuruluşun merkezi Londra'dadır. Yaklaşık bu kuruluşa üye 99 - 100 ülke vardır. Bizim genç Cumhuriyetimiz bu kuruluşa üye olmuyor, ta ki 1949 yılına kadar. 1949 yılında, o dönemin Başbakanı rahmetli İsmet İnönü Başkanlığındaki Bakanlar Kurulu aldığı bir kararla, Türkiye'nin bu kuruma üye olmasını ve bu kurumda Türkiye'yi temsil etmek üzere bir Milli Komite kurulmasını Bakanlar Kurulu kararıyla açıklıyor. İşte o yıldan beri de, bendenizin bugün naçizane başkanlığını yapmaya çalıştığım kuruluş hayata geçiyor. O yıllarda daha henüz Türkiye Cumhuriyeti hükümetinde bir Enerji Bakanlığı veya bugünkü adı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı diye bakanlık yok. Yani ülkemizin gündeminde henüz enerji yok. Bu kuruluş 1949 yılında kurulduktan sonra, bu kuruluştaki görev alan büyüklerimiz çaba göstermeye başlıyorlar. Bu çabalar 1963 yılına kadar devam ediyor, ancak 1963 yılından sonra, bu kurumun yoğun önerileri ve çabalarından sonra, Türkiye Cumhuriyeti Bakanlar Kurulu'nda bir Enerji Bakanlığı sandalyesi oluşuyor. Hepinizin bildiği gibi, 1963 yılından beri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı olarak Türkiye Cumhuriyeti Hükümetinde böyle bir bakanlık var. Dolayısıyla bu uluslararası kuruluşun, kuruluş yılları, yaptığı çalışmalar, bizim 1949 yılında üye oluşumuz ve 1963 yılından itibaren de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'mızın var olması, sanıyorum ilginç bir tarihî süreçtir.

Enerji hemen hemen her şeydir dedim. Şöyle bu sektörün durumuna yakından bakacak olursak değişik olaylar, değişik gelişmeler görüyoruz. Önce şunu kesinlikle kabul etmeniz lazım ki, içinde bulunduğumuz çağda yaşanan hemen hemen tüm uluslararası ilişkilerde, daha açıkçası savaşlarda ve çatışmalarda, perdenin arkasında var olan en büyük aktör, en büyük itici güç enerjidir. Petrole ulaşmak isteyenler, özellikle son 20 yıldır, doğalgaza ulaşmak isteyen ülkeler, güçlerini kullanarak bu olaylara sebebiyet veriyorlar ve bu çatışmalar durmadan devam ediyor. Son yıllarda özellikle ilginç gelişmeler oldu. Tunus'ta bir satıcının

yolda kendisini yakması ile başlayan Arap baharı, hemen hemen onunla aynı tarihlerde gerçekleşen Japonya'daki nükleer santral arızası -ancak gerçekten nükleer santral arızası değil-, bir başka nedenle santralin su altında kalmasıyla ortaya çıkan arızalar, dünyadaki enerjiyle ilişkin talep ağırlığının Batılı ülkelerden Asya'ya doğru kayması ve nüfusun artışı, enerji sektörünü oldukça kritik hale getirmektedir. Bu olaylara, bir de son zamanlarda, özellikle ülkemizin bulunduğu yöre itibariyle önem taşıyan, Doğu Akdeniz'deki petrol ve doğalgaz kaynaklarının bulunması eklenmektedir. Bütün bu olayları gözümüzün önüne alıp birbiriyle birleştirdiğimiz zaman, biraz evvel arz ettiğim gibi, hepsinin arkasında uluslararası çatışmalara iten noktanın enerji olduğunu görüyoruz. Uluslararası ilişkiler yönündeki etkilere biraz sonra daha ayrıntılı girmek istiyorum, ancak belki çoğumuzun yakından bilebileceği bilgiler tekrar olacaktır, ama ben ülkemizin enerji sektörünün, ana hatları itibariyle, genel karakteristiğini size sunmak istiyorum.

Türkiye enerji sektörünün içinde yaşadığımız yıllarda önemli yönlerinden bir tanesi taleple ilişkindir. Enerjiden söz ederken iki ana konuya değinmek doğru oluyor. Bunlardan bir tanesi birincil enerji kaynaklarıdır. Yani kaynakların herhangi bir değişime, herhangi bir işleme, çevrime tabi tutulmadan kullanıldıkları kaynaklardır. Su, doğalgaz, petrol, kömür ve benzeri gibi... Bir de çevrilerek elde ettiğimiz, ikincil enerji diye vasıflandırdığımız, elektrik enerjisi konusudur. Enerjiden bahsederken bu iki göstergelyi, bu iki özelliği, göz önünde tutmak yanlış olmamaktadır. Bu açıdan baktığımızda, Türkiye'mizde birincil enerji kaynakları dediğimiz kaynaklara olan talep, -son yıllardaki gelişmeleri dikkate alarak arz ediyorum- yılda ortalama % 4 ile % 5 oranında artış göstermektedir. Bunun yanında ikincil enerji dediğimiz, elektrik enerjisine olan talep artışı da, yaklaşık olarak yılda, değişik kalkınma senaryolarına göre, % 7 ile % 8 oranında artış göstermektedir. İşte değerli katılımcılar, Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olarak, enerji konusundan söz edildiğinde, gözüne getirmemiz gereken iki basit rakam bunlardır; bu talep artışlarıdır. Bu talep artışları nasıl karşılanacaktır? Bu artış oranları bu şekilde devam ederse, herhangi bir önlem alınmazsa, talebin yönetilmesi gibi teklifler ve yaklaşımlar düzenlenmez ise, bu talep artış oranları ile ülkemiz hangi durumla karşı karşıya kalacaktır? Bu çok önemli bir sorudur. Şu anda dünyada tüketilen enerjinin % 1'i ülkemizde tüketilmektedir. Dünyadaki genel tüketim oranına baktığımızda ki bunları eşdeğer petrol olarak açıklıyoruz; 12 küsur milyar ton eşdeğer petrol birincil enerji dünyada tüketilirken, 110 milyon üzerinde ton eşdeğer petrol de biz tüketiyoruz; yani dünyaya göre % 1 oranındayız. Bu bir karşılaştırma, o dünyanın sorunu ama bizim için arz ettiğim gibi, birincil enerji kaynaklarına ve elektriğe olan talep artışının ne olacağıdır. Bu talep artışına baktığımız zaman, konu bizi bir başka köşeye götürüyor. O da ülkemizin enerji sektöründeki çok önemli bir durumunu sergiliyor. Değerli katılımcılar, ülkemiz biraz önce arz ettiğim birincil enerji kaynaklarını temin etme açısından bakıldığında, % 75 oranında dışa bağımlı bir ülkeyiz. Bu dışa bağımlılık ne yazık ki her yıl giderek daha da artmaktadır. 10 yıl öncesine, 12 yıl öncesine baktığımızda, % 35'ler, % 38'ler düzeyinde yerli kaynaklarımızdan kendi ihtiyacımızı karşılar halde iken, bugün bu % 24'lere, 23'lere doğru azalmaktadır ve görülen odur ki, eğer bazı önlemler alınmazsa, azalma devam edecektir. Yani, vurgulamak istediğim ikinci konu, Türkiye'nin, enerji sektörü açısından yüksek oranda enerjide dışa bağımlı bir ülke olmasıdır. 2012 yılında enerji temini için 60 milyar dolar ödedik; bu 60 milyar dolara biraz daha ayrıntılı

baktığımız zaman, şunu görmekteyiz: Bunun yaklaşık 40 milyar doları ulaştırma sektörümüz için, 18 - 20 milyar doları da doğrudan doğruya enerji sektörüne yapılan ithalat içindir. Niye bunu söylüyorum? Burada bir olayı vurgulamak için: Enerji sektörü sadece teknik bir sektör olarak kalmıyor, hayatımızın tüm ayrıntılarına giriyor. Örneğin, kent planlaması, arazi planlaması, arazi kullanımı, şehir içi taşıma sistemleri, şehirlerarası taşıma sistemleri, kentsel alan- kırsal alan taşıma sistemleri... Bütün bunlara baktığınız zaman, eğer belirli önlemleri almadığınız takdirde, ulaştırma sektörü, büyük bir ağırlıkla, enerji ithalatında önemli bir rol oynamaya başlıyor ve 40 küsur milyar dolar onun için, 20 küsur milyar dolar da enerji için ödediğiniz zaman, toplam 60 milyar doları ödemeler dengemizde büyük bir yük olarak görüyoruz. Dolayısıyla, hızlı talep artışının yanında, yüksek oranda dışa bağımlılık durumu enerji sektörümüzün ikinci temel özelliğidir.

Üçüncü özelliğimiz, arz güvenliği dediğimiz konudur. Arz güvenliği, sözcük anlamıyla da kendini rahat belirleyecektir. Özellikle % 75 oranında dışa bağımlı olduğumuz bu kaynaklar, ne derece bizim için temininde güvenceli olmaktadır? İşte Arap baharı, işte karışıklıklar, işte Irak harbi... Bütün olayları göz önüne getirdiğimiz zaman, acaba ne ölçüde güvenli şekilde dış kaynaklara bağlıyız, bu dış kaynaklar bize birincil enerji ihtiyacımızı, aksatmadan, nasıl sağlayabilirler? Birinci olay budur. İkinci olay ise, bu zorluklarla, bu büyük ödemelerle sağladığımız kaynakları ne ölçüde elektriğe dönüştürebiliyoruz ve dolayısıyla kalkınmamız için çok büyük önem taşıyan elektrik enerjisini ne tür bir sağlamlıkta elde edebiliyoruz? İşte "arz güvenliği" dediğimiz olay budur.

Arz güvenliği sorunu bugün sadece Türkiye için değil, dünyada bütün ülkeler için geçerlidir, büyük önem taşımaktadır. Örneğin Birleşmiş Milletler sekreteri bu konuda özel bir proje başlatıp dünyada uygulama çalışıyor. "Herkes için enerji" adı altında arz güvenliğini sağlamak bakımından yoğun çaba gösteriyor. Belki bilirsiniz, şu anda bütün çalışmalara rağmen dünyada yaklaşık bir buçuk milyar insan henüz herhangi bir çağdaş enerji olanağına sahip olmadan yaşamını sürdürüyor. Dünya nüfusu 8 - 9 milyara doğru giderken bu oranın değişmeyeceğinden korkulmaktadır. Bu demektir ki, dünya nüfusu arttıkça enerjiden yoksun olarak yaşayan nüfusun miktarı, sayısı da daha da artacaktır. Bu dünyanın sorunu; fakat ülkemize baktığımız zaman bu konuda kritik durumdayız. Bu konuya bakıldığında özellikle uluslararası ilişkiler yönünden durumumuz nedir, ona bakmak gerekirken, aynı zamanda elektrik enerjisine ilişki durumumuza da bakmak gerekiyor. Biraz önce arz ettim, yılda % 7 - 8 oranında artış gösteriyor. 2012 yılı itibariyle 242 milyar kW saat elektrik tükettik, elektrik depolanamayan bir olgu olduğu için üretildiği kadar harcanmaktadır. Çok küçük bir bölümünü, bazen ithal ediyoruz, bazen ihraç ediyoruz ama genelde arz ettiğim gibi 242 milyar kW saat düzeyinde elektrik tüketiyoruz. Bugün Türkiye'mizde kişi başına elektrik tüketimi 3200 kW saat dolaylarındadır ama kapısında beklediğimiz ve girmek için de çalıştığımız -bana göre doğru veya yanlış, tartışılır- Avrupa Birliği ülkelerinde bu, yaklaşık, 6 bin kW saat düzeyinde, ama Okyanus ötesinde, Amerika ve Kanada'ya baktığımızda da, 12000-13000 kW saat düzeyindedir. Yani, Türk insanı olarak önümüzde gideceğimiz daha çok yol var! Neden biz de daha çok elektrik imkânına sahip olmayalım? Elektriği daha çok kullanıp daha çok ekonomik, teknik, teknolojik faaliyetler yapmayalım? Ülkemizi daha çok

kalkındırma çabasını göstermeyelim? Ve neden daha ucuz elektriğin sahip olmayalım? Bunlar arz güvenliği soruları açısından önem taşımaktadır.

242 milyar kW saat elektriği, kurulu güç olarak, ülkemizdeki santraller itibariyle baktığımızda, son yıllarda sağlanan gelişmelerle, 58 bin megavat düzeyinde bir santral kapasitesiyle üretiyoruz. Bu kapasite yılsonunda 60 000 MW'ı geçebilir. Günümüzde mevcut 58 000 MW'a baktığımızda, bunun ne kadarı gerçekten tam çalışabilir halde, santrallerin ne kadarının bakım ve onarımı zamanında yapılmıştır; dolayısıyla ne ölçüde güvenilir şekilde bize kesintisiz 242 milyar kW saati sağlayabilir, bu da ayrı bir sorundur.

Bu olaya baktığımızda enerji sektörümüzün bir başka özelliği ile karşı karşıya kalıyoruz. Mevcut kurulu kapasitemizi söyledim, talebi söyledim, peki bunlarla nereye varıyoruz? Bununla karşı karşıya olduğumuz yatırım ihtiyacıyla karşılaşıyoruz. Arz ettiğim ölçüde talep artışı devam ederse, son zamanlarda çok söylenen, hangi manaya söylendiğine de çok dikkat etmemiz gereken, 2023 yılı -ben 2030 diyeceğim önümüzdeki 15 yıla bakıyorum- bu talep artışları devam ederse, Türkiye bugün sahip olduğu elektrik enerjisi üretim tesisleri kapasitesini, en azından, ikiye katlamak zorunda. Yani bugün 58 bin megavat diye belirttiğimiz kurulu kapasitemizin, önümüzdeki 15 yıl içerisinde, 100 000 MW düzeyine çıkması gerekiyor. Bunun anlamı, değişik hesap biçimlerine göre bakıldığında, önümüzdeki 15 yıl içerisinde, Türkiye'nin enerji sektörüne ayırması gereken kaynak 200 - 250 milyar dolardır. Nasıl bulacağız bu parayı, kimden alacağız, nasıl üreteceğiz? Para bulunamazsa, bu yatırım yapılamazsa, bu kapasite yaratılamazsa, elektrik enerjisi talebimiz nasıl karşılanacaktır? Bunlar üzerinde çok ciddi şekilde durulması gereken olaylardır.

Bütün bu özelliklere, size kabaca arz ettiğim özelliklere baktığımız zaman, Türkiye enerji sektörümüze ilişkin bir başka özellik de karşı karşıya kalıyoruz. O da, değerli katılımcılar, enerjideki, enerji tüketimindeki verimsizliğimizdir. Ben sizleri örnek alarak bu tür sorunları anlatıp ülkemizde dolaşıyorum -illerde dolaşım bunu anlatmaya çalışıyorum- sizin ürününüzü, bir bardağı örnek göstererek söylüyorum ve çok yanlış olduğunu zannetmiyorum. Bugün Avrupa diye bildiğimiz kesime bakıp da, oradaki ülkeleri söylersek, onların belirli ebatta bir bardağı üretilebilmesi için harcadıkları elektriğe baktığımız zaman, aynı kalitedeki bardağı, biz de üretiyoruz, ancak biz, 2 buçuk katı daha fazla elektrik kullanarak üretiyoruz. Bardağı sadece bir anlatım örneği olarak söyledim. Asıl belirtmek istediğim, ülkemizdeki bir birim mal ve hizmet üretimidir. Yani enerjimizi büyük ölçüde israf ediyoruz. 250 milyara ihtiyacımız var; mevcut kapasitemizi ikiye katlamamız lazım. Bu paraları nereden bulacağız derken, aslında elimizde çok önemli bir kaynak var: Enerjiyi verimli kullanabilirsek belki bu kadar büyük parasal yüklerle, bu kadar büyük kapasite ihtiyacıyla da karşı karşıya kalmayabiliriz. O halde ne yapıp edip enerjiyi verimli kullanmayı öğrenmemiz gerekiyor. Bunu bu salonda bulunan sizler için söylemiyorum, bu salonda bulunan sayın yöneticiler için söylemiyorum, Şişecam için de söylemiyorum, ne tür çaba sarf ettiğinizi biliyorum, ama lütfen dönüp de ülkemizin genelindeki yaşam biçimine baktığımız zaman, bunun gerçekten büyük bir olay olduğu görülecektir.

Değerli katılımcılar, eğer Türk halkı olarak yaşam biçimimizi değiştirme yönünde kararlar almaz isek, sadece enerjiyi değil, birçok kaynaklarımızı verimsiz şekilde kullanmaya devam edeceğiz ki bu büyük israftır. Bu nedenle alınacak olan çeşitli önlemlerle sanayimizdeki enerji yoğunluğunu, ulaştırma sektörümüzdeki enerji sarfiyatını ne yapıp edip azaltmak durumundayız, dolayısıyla enerji daha verimli kullanmak durumundayız. Türkiye enerji sektörünün temel noktaları bunlardır.

Değerli katılımcılar, yüksek talep artışı olan bir ülkeyiz. Bu yüksek talep artışı zannedilmesin ki sadece bizim ülkemize özgü bir durum. Dünyada da, genelde bakıldığında talep artışı devam ediyor. Önümüzdeki 15 yıl içerisinde dünya, % 70 oranında daha fazla enerjiye ihtiyaç duyacaktır. Fakat çok düzensiz tüketim dağılımı da var. Bakınız tüm Afrika kıtasının bir gecede tükettiği elektriği, New York kenti sadece bir gecede tüketiyor. Dünyada bu yönde çok değişik ve düzensiz dağılımlar vardır.

Ülkemizin yüksek talep artışı, ithal bağımlılığı, arz güvenliğindeki kritikliği, yüksek yatırım ihtiyacı ve enerjiyi verimsiz kullanım özelliklerine değindim. Bunlar hakkında hassas olmamız gerektiği düşüncesiyle bu belirtmeyi yaptım. Bunlar belki bazı olumsuzluklar seslendirebilir sizin gönüllerinizde. Ama hiç mi olumlu yönümüz yok? Önemli bir olumlu yönümüz var; özellikle başlangıçta söylemeye çalıştım. Enerjinin uluslararası ilişkiler açısından perde arkasında en büyük aktör olduğunu söylediğimiz zaman, ülkemizin büyük avantajı ortaya çıkıyor; o da sahip olduğumuz coğrafi pozisyonudur. Ortadoğu'da bulunuyoruz, bize çok büyük bir avantaj sağlıyor, bunu enerjide çok önemli bir jeopolitik veya jeostratejik pozisyon diye adlandırıyoruz. Eğer iyi değerlendirilebilirse bu durum bize büyük avantajlar sağlayabilir. Dünyanın tüm petrol kaynaklarının ve tüm doğalgaz kaynaklarının % 70'i bizim ülkemizin etrafında bulunmaktadır. Bir taraftan doğumuzda üretici ülkelerle, batımızda da enerjiye, bizim gibi büyük ölçüde bağılık gösteren, Avrupa'nın arasında bulunuyoruz. Son zamanlardaki açıklamalarda sık sık duyduğunuz: "Türkiye enerjide köprüdür, enerjide merkezdir, enerjide hup olacaktır." gibi mesajların hepsi doğrudur, ama bütün bu avantajları kazanabilmek için, Türkiye'nin gerek ulusal olarak, gerekse uluslararası alanda çok iyi yönetilmesi gerekiyor. Bu avantajlarımızı gerçeğe dönüştürdüğümüz takdirde, Türkiye'miz gerçekten enerji konusunda bir merkez olabilir. Merkez olmanın avantajları, enerji ihtiyacımızın karşılanmasında bize büyük katkılar sağlayabilir, ama ne yazık ki değerli katılımcılar, enerjide veya dünyada sular durulmuyor.

Son 20 yılda yapılan araştırmalar sonucunda, başlangıçta çok ümit görülmesi de, 20 yılın sonuna doğru yaklaşıldığı bugünlerde, Doğu Akdeniz'de çok önemli ölçüde petrol ve doğalgaz kaynakları bulunmuştur. Fakat bu petrol ve doğalgaz kaynaklarının nasıl paylaşılacağı, bunların üzerinde kimin ne kadar hakkı olacağı konusunda büyük bir kargaşa vardır. Mısır, İsrail, Lübnan, Ürdün ve Suriye'deki olaylar, bu kaynakların paylaşımı, bu ülkelerin dışında, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ve Rusya gibi ülkelerin de karışımıyla, düğüm üzerine düğüm atılacak şekilde karmaşık hale gelmekte, Doğu Akdeniz'de sular ısınmaktadır. Eğer barışçıl ortam sağlanabilirse, bu kaynakların dünya tüketim merkezlerine ulaştırılmasında ülkemiz tekrar önemli ölçüde rolleri üstlenebilecektir. Bu bakımdan da

avantajlar sağlanabileceğini umuyoruz, fakat bu Doğu Akdeniz'de kaynayan suların ortasında da bizim Kıbrıs'ımız var. Kıbrıs olayı dolayısıyla da bu karmaşanın içerisinde nasıl çıkılacağı büyük önem taşımaktadır.

Varsa, sorularınızı cevaplandırmaktan büyük mutluluk duyacağım. Sizleri daha fazla rakamsal bilgilerle sıkmak istemiyorum. Enerji sektörümüz hakkında genel bilgiler sunmaya çalıştım; umarım yaptığımız uyarılar dikkate alınır, beklentiler veya bugün tehlikeli diye arz ettiğimiz hususlar gerçekleşmez ve Türkiye'miz enerji konusunda herhangi bir darboğaza girmeden sosyal ve ekonomik kalkınmasını sürdürme başarısını devam ettirir.

Beni dinlediğiniz için hepinize içten saygılar sunuyorum, başarılar diliyorum.

NEEDS FOR R&D IN THE GLASS INDUSTRY: PERSPECTIVE OF A SPECIALTY GLASS MANUFACTURER

Dr. Roland Langfeld

roland.langfeld@schott.com

Corp. Research & Technology Development SCHOTT AG 55122 Mainz, Germany



Dr. Langfeld studied Physics at the University Frankfurt and the University Munich and received a doctorate in the field of semiconductor physics at the Institute of Nuclear Physics (Frankfurt). In 1988 he joined the central research of SCHOTT AG. As a scientific officer he firstly dealt with application and product development coating and themes of the R&D planning. As Vice President of the unit "New Business" he was responsible of scouting new businesses for the SCHOTT GLAS (since July 2004 SCHOTT AG). In 1998 he became Vice President of "Corporate Research and Technology Development" as well as "Corporate Innovation and Technology Management". In 2009, Dr. Langfeld has been appointed „Research Fellow“ of SCHOTT AG.

Dr. Langfeld holds several honorary posts:

Member of the steering committee and council member of the International Commission on Glass (ICG)

Member of the industrial advisory board of the Lehigh University, PA, USA

Chairman of the advisory council of technology of the federal state Rheinland-Pfalz, Mainz, Germany

Board member of the Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. (German Society of Materials Research), Frankfurt, Germany

Member of the university council of the Fachhochschule Mainz, Germany

Chairman of the board of trustees of the Fraunhofer-Institute for Silicate Research (ISC, Wuerzburg, Germany)

Member of the board of trustees of the Fraunhofer-Institute for Applied Optics and Precision Engineering (IOF, Jena, Germany)

Member of the board of trustees of the Fraunhofer-Institute for Mechanics of Materials (IWM, Freiburg, Germany)

Member of the advisory board of Cluster New Material, Bayern Innovativ GmbH, Nuernberg Germany

Member of the board of trustees of the Deutsches Museum, Munich, Germany

Member of the advisory board of Glass Technology of the Deutsches Museum, Munich, Germany

SCHOTT AG

SCHOTT AG is an international technology group that sees its core purpose as the lasting improvement of living and working conditions. To this end, the company has been developing special materials, components and systems for over 125 years. The main areas of focus are the household appliances industry, pharmaceuticals, solar energy, electronics, optics and the automotive industry. The SCHOTT Group is present in close proximity to its customers with production and sales companies.

The main drivers for innovation in glass industry are cost and quality. Glass making is capital intensive, main cost drivers are energy and raw materials. These challenges together with a further increasing demand for higher product quality in a globally competitive environment, and the threat of substitution by other materials can only be met by innovation.

Specialty glass industry has additional boundary conditions which require specific attention in R&D compared to soda lime glass production:

- higher melting and refining temperatures
- broader variety of raw materials
- broader range of tank-size, melting and hot-forming technologies
- refractory material limitations and cooling limitations
- slower reaction rates for melting and especially for refining
- significantly higher demands to glass quality in terms of homogeneity and freedom of solid inclusions and gaseous inclusions

The direction for R&D is clear, improvements on the material side and on the process side have to be made:

- Improved/new glass compositions to reduce costs, to improve glass quality, and to enable new applications
- Substitution of rare and/or costly raw materials
- Reduction of energy costs in glass melting and post processing
- Preparing for ever increasing environmental concerns
- Improved/new melting technologies for optimized tank lifetime and flexibility
- Improved sensors and controls
- Better multi-scale simulation tools to support material and process development
- Finding new applications for glass

Specific examples for R&D requirements will be given. Any kind of innovation will only find its way into industrial practice if stringent economic criteria are fulfilled. New glass compositions, melting technologies, or production processes must not increase production costs !

Keywords: specialty glass, R&D requirements.



"Making Glass Better"

A Glass Manufacturers perspective on the needs for R & D
in the glass industry for the next 10 to 15 years

Dr. Roland Langfeld, SCHOTT AG, Germany

28. Şişecam Glass Symposium,
June 7th, 2013, Istanbul, Turkey

© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

"Making Glass Better"

2

Agenda

General information

Specific situation of specialty glass industry

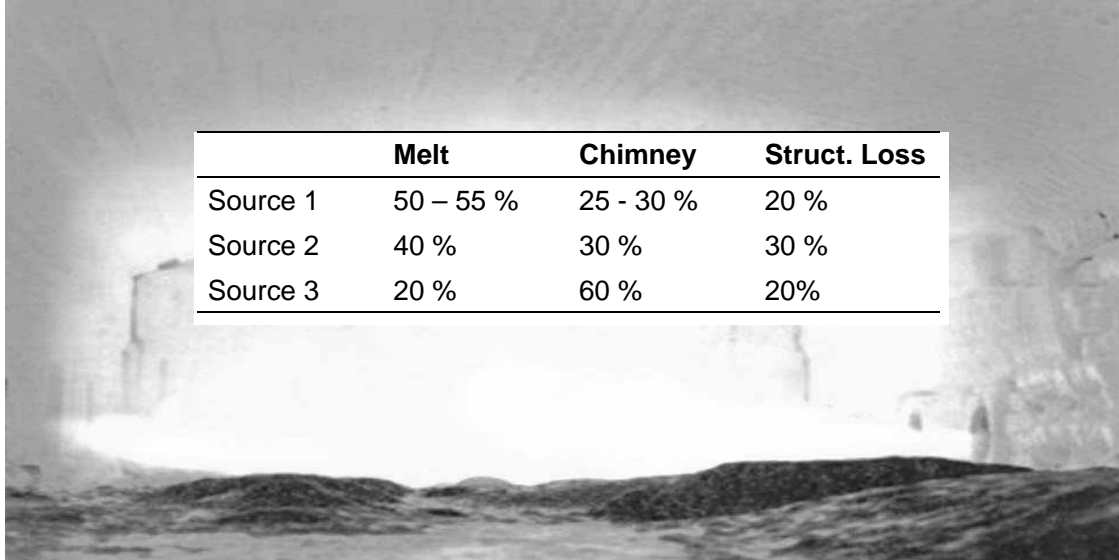
Conclusions of the ICG – SCHOTT Energy Panel 2012

Classification of the requirements of the specialty glass industry

28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

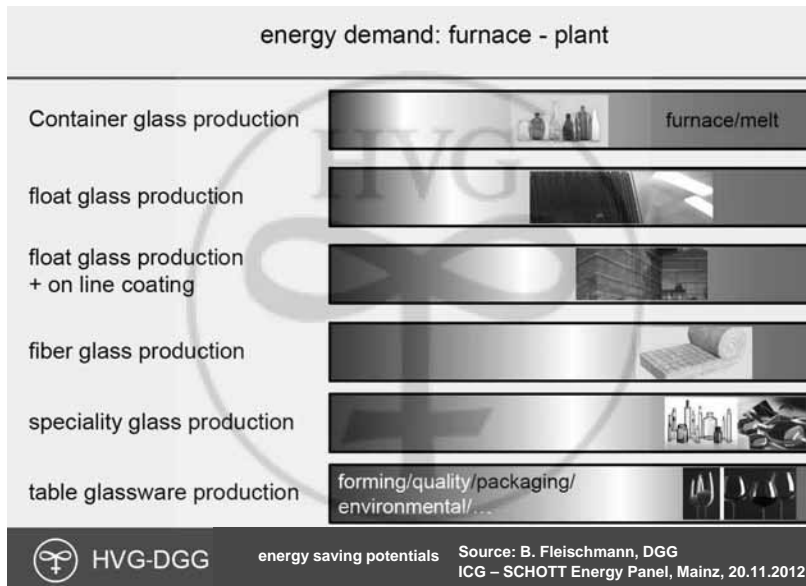
Glass melting is by far not energy efficient



28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

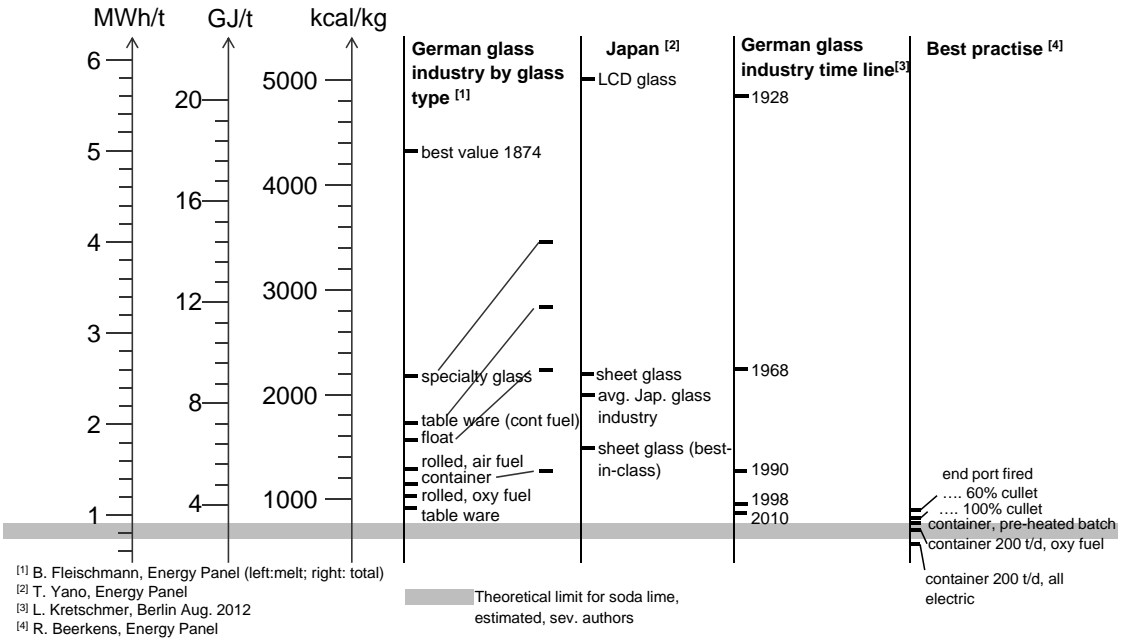
Energy consumption beyond melting



28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

**Specific energy consumption
Soda-lime seems to come to a limit.**



Agenda

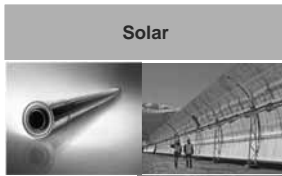
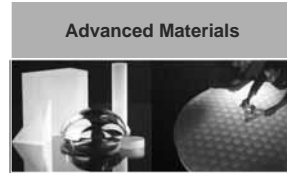
General information

Specific situation of specialty glass industry

Conclusions of the ICG – SCHOTT Energy Panel 2012

Classification of the requirements of the specialty glass industry

Specialty Glass and Glass Ceramics: What can we learn from progress made with soda-lime ?



SCHOTT: facts and figures FY 2011/2012

€2.01 billion	Worldwide sales, 86% generated outside of Germany
16,000	Employees, 5,600 of whom are based in Germany
in 35 countries	Production sites and sales offices

© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

Specific situation of specialty glass industry

What makes our business "specific" ?

- more / other raw materials
- various glass types
- higher melting temperatures
- multitude of forming technology
- diverse batches/small lot sizes
- specific energy consumption
- quality requirements



classic („soda-lime-silicate glass“):
soda (CaCO_3), lime (Na_2CO_3), silicate (SiO_2)

specialty glasses today:
different oxide, carbonate, nitrate, sulfate ...

technical glasses up to ~ 7 components
optical glasses up to ~ 14 components

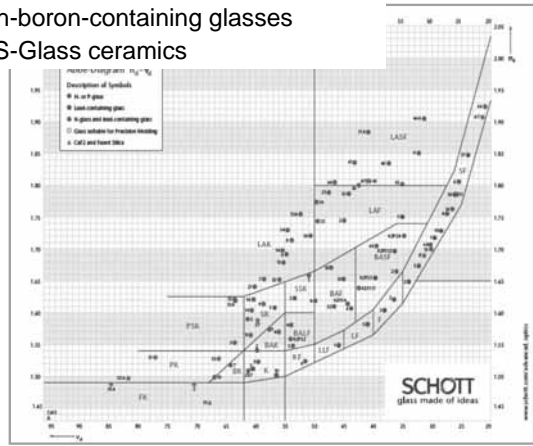
28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

Specific situation of specialty glass industry

What makes our business "specific" ?

- more / other raw materials
 - various glass types
 - higher melting temperatures
 - multitude of forming technology
 - diverse batches/small lot sizes
 - specific energy consumption
 - quality requirements
- soda-lime glass
 - aluminosilicate glass
 - non-alkaline-earth borosilicate glass
 - borosilicate glass (containing alkaline-earth)
 - high-boron-containing glasses
 - LAS-Glass ceramics



28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

Specific situation of specialty glass industry

What makes our business "specific" ?

- more / other raw materials
- various glass types
- higher melting temperatures
- multitude of forming technology
- diverse batches/small lot sizes
- specific energy consumption
- quality requirements

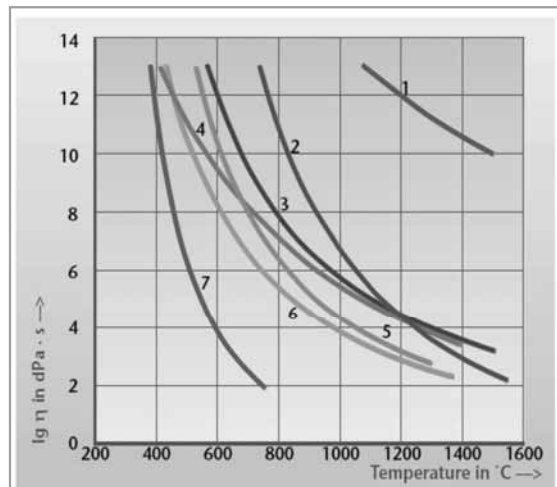


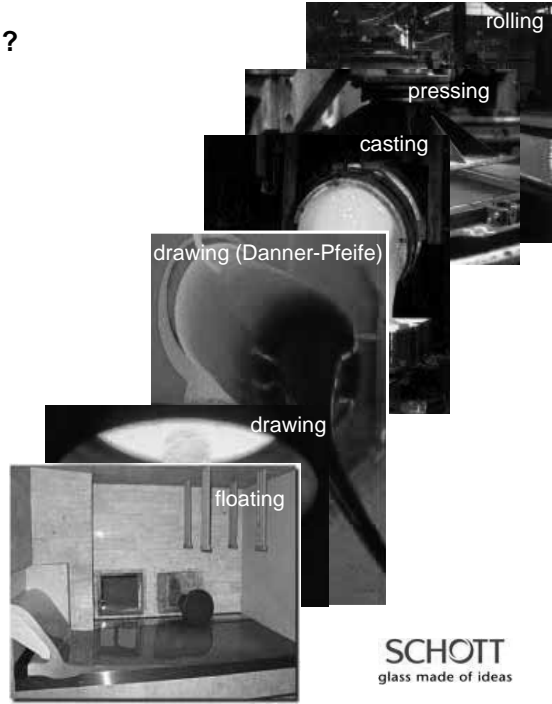
Fig. 10. Viscosity-temperature curves for some important technical glasses. 1: fused silica, 2: 8409, 3: 8330, 4: 8248, 5: 8350, 6: 8095, 7: 8465.

28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

Specific situation of specialty glass industry

What makes our business "specific" ?

- more / other raw materials
- various glass types
- higher melting temperatures
- multitude of forming technology ←
- diverse batches/small lot sizes
- specific energy consumption
- quality requirements



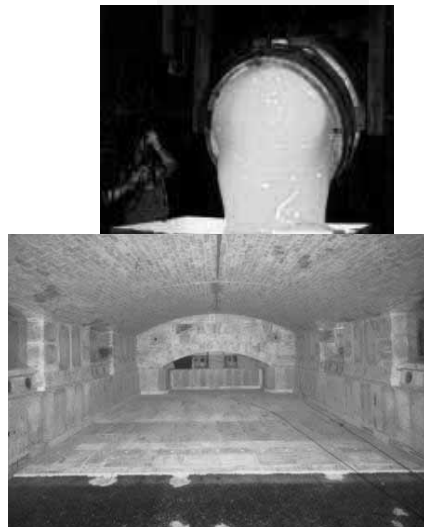
28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

Specific situation of specialty glass industry

What makes our business "specific" ?

- more / other raw materials
- various glass types
- higher melting temperatures
- multitude of forming technology ←
- diverse batches/small lot sizes
- specific energy consumption
- quality requirements

Throughput:
0,5 – 80 t/d
continuous/batch



28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

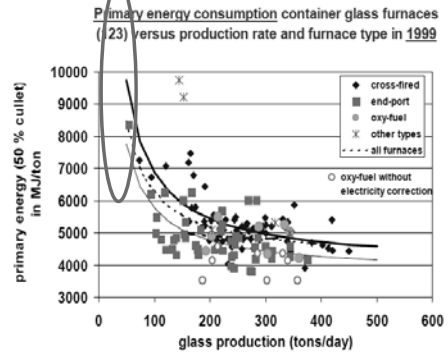
Specific situation of specialty glass industry

What makes our business "specific" ?

- more / other raw materials
- various glass types
- higher melting temperatures
- multitude of forming technology
- diverse batches/small lot sizes
- specific energy consumption ←
- quality requirements

- glass production is an energy intensive process
- less than 1/3 of the energy input is used for the generating of the glass melt itself
- most of the energy input is lost in the process

1kW_{electric} p.a. ≈ 1000 €



28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

ICG 2010 Bahia-Brazil Glass - Environment and Sustainability

Specific situation of specialty glass industry

What makes our business "specific" ?

- more / other raw materials
- various glass types
- higher melting temperatures
- multitude of forming technology
- diverse batches/small lot sizes
- specific energy consumption ←
- quality requirements



28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

Specific situation of specialty glass industry

Summary

Specialty glass manufacturing energy consumption is generally different/higher from soda-lime glass manufacturing for several reasons:

- higher melting and refining temperatures → 1650 °C plus
- refractory material limitations and cooling → HZFC < 1750 °C
- slower reaction rates for melting and especially for **refining**
→ How can **rates for achieving glass** quality improved,
where are bottlenecks or "lazy" volumes ? → $E_L = f(T \cdot t)$
- smaller tank systems with higher surface to volume ratio → 50 t/d
- significantly higher demands to glass quality in terms
of homogeneity and freedom of **solid inclusions and bubbles** → "0" inclusions
- batch cullet ratio (internal cullets, external cullets virtually not available) → pros/cons ?

28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

Agenda

General information

Specific situation of specialty glass industry

Conclusions of the ICG – SCHOTT Energy Panel 2012

Classification of the requirements of the specialty glass industry

28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

www.icglass.org



Committee Login

International Commission on Glass

Home About Technical Committees Officers Congress Awards Publications ICG History What Is Glass Membership

About ICG



Members

Aims

The ICG (International Commission on Glass) is a non-profit international Society of national scientific and technical organisations with particular interests in glass science and technology. It was founded in 1933 and has grown to become the recognised world-wide organisation in the field of glass with presently 37 member organisations bringing together the world's most respected universities, scientific institutions, companies of the glass industry and allied organisations.



The aim of ICG is to promote and stimulate understanding and cooperation between glass experts in the fields of science and technology as well as art, history and education.

The ICG achieves these objectives by organising Technical Committee work (e.g. laboratory round robins, comparative studies, topical meetings), compiling information on glass (e.g. publishing scientific and technical papers, reports and books) and by sharing and disseminating knowledge on glass in advanced educational courses and workshops. A further major role is to organise international meetings. Every three years the ICG holds an International Congress on Glass while Annual Conferences take place during the intervening period often in conjunction with national society meetings.

The ICG is financed by subscriptions from Member Organisations set in proportion to the annual glass output of the respective countries. Additional income arises from Associate Member Organisations, the sale of publications and royalties.

- ▶ ICG News
- ▶ Other News

Latest ICG News

5th December 2012
Photonics School, Brazil
Materials for Photonics: Glasses, Optical Fibers and Sol-Gel... - *A Duran* ▶

5th December 2012
ICG School, Shanghai
1st ICG Summer School on "Functional Glasses", Shanghai, Aug 2012... - *IC Glass* ▶

21st November 2012
ICG/SCHOTT talk Energy
Report of discussions on energy savings in melting at Mainz on 20/11/12... - *R Langfeld* ▶

12th September 2012
Bioglass book
New publication by J Jones & A Clare, TC04... - *IC Glass* ▶

21st August 2012
4th Summer School
Successful ICG Montpellier Summer School for international students... - *J M Parker* ▶

View All Latest ICG News

The ICG roadmap process

Roadmapping workshops

1. glass melting technology
2. materials for technical and medical application
3. basic glass science
4. glass surfaces & stress corrosion mechanism
5. application related topics

...results are published in Aug. 2010



ICG Glasroadmap

example: melting and energy & environment

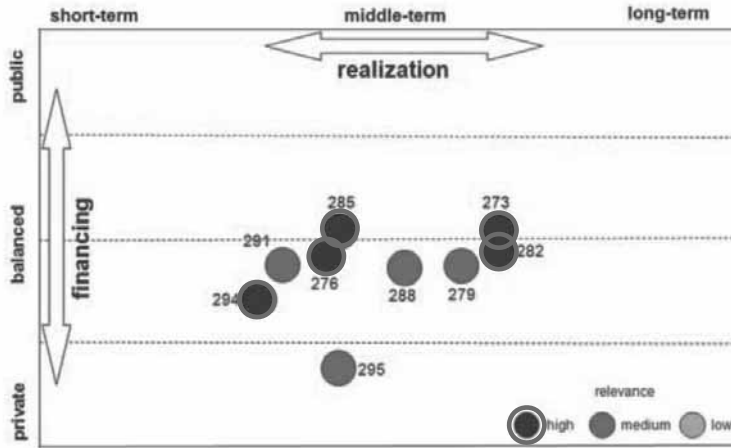


Figure 3.1.9: Sustainability aspects in the melting process by: • 273 Increase of energy efficiency above 65% • 276 Improve energy recovery • 279 Independence from single energy sources / Improve flexibility of melters for multiple energy sources • 282 Reduce use of fossil fuel (CO2 and Costs) • 285 Minimise emission of pollutants • 288 Cost and performance-neutral replacement of potentially harmful additives • 291 Energy savings by increased use of cullet • 294 Improvement of sorting / cleaning processes of cullet • 295 Energy savings by increasing yield

Energy Panel 2012 Goals

- review of progress achieved since Brigg meeting 2008
- identification of hurdles
- results of new melting concepts
- identification of mid-term potentials for energy savings
- a first glance on alternatives



Energy Panel 2012 Presentations & Speakers

Energy reduction in glass melting: thermodynamic considerations and limitations

Prof. Conradt, RWTH Aachen University

Analysis of Glass Melting & Fining Performance of Glass Furnaces in Relation to Energy Efficiency

Prof. Beerkens, CelSian Glass & Solar b.v.

Efficient bubble removal

Prof. Nemeč, The Academy of Sciences of the Czech Republic

Inflight melting of glass

Prof. Yano, Tokyo Institute of Technology

Future energy saving potentials in melting glass with furnaces based on the invention of Friedrich

Siemens

Dipl.-Ing. Fleischmann, Hüttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e.V.

Energy efficiency improvements of soda-lime float glass furnaces

Ir. Fasilow, ACG Europe

Preparation of glasses via a sintering route of nanoparticles

Prof. Clasen, Saarland University

28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

event in cooperation of



SCHOTT
glass made of ideas

Conclusions (1)

Incremental

- Main progress in energy savings can already be made by **applying best practice** and implementing **incremental improvements**.
- Step-by-step improving glass composition, glass furnace insulation and optimizing chemical (re-) fining are **promising ongoing tasks**.
- A lot of potential is in post melting processes: ceramization, annealing, bending, coating, ...
- Energy saving by **TCR or Hotox is leaving the conceptual phase**, first installations on pilot-scale are under discussion. First reliable results on performance and economy are to be expected within 2 – 3 years (short term)
- Tough **return-on-invest requirements** will slow-down rapid implementation of promising concepts (e.g. batch preheating, electricity from flue gas heat).

28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

Conclusions (2)

Radical new concepts

- **Rapid melter- concepts** (like inflight melting) made a lot of progress and are close to the end of first trial runs. Main unsolved problem is the extremely high bubble content of the glass, there is no feasible rapid (re-)fining concept in sight. Major breakthrough in solving this issue on pilot plant level is not expected before at least 3 years (mid term). In-flight or SCM (submerged combustion melting) should be combined with effective fining and defoaming processes.
- **Segmented-melter concepts** are leaving conceptual stage and it is going to enter pilot stage. Significant results are expected mid-term.
- Industry requires short (2 years) return-on-invest for the transfer of new energy saving technologies. As a consequence, the necessary development and improvement of these technologies is shifted into the **pre-industrial stage (pilot plants), requiring high invest for R&D**. This type of projects can only be managed by industry/academia-consortia.

Conclusions (3)

New boundary conditions

- Industry will be forced to **re-think the concept of large, long-living efficient tanks**. Small aggregates, flexible in terms of throughput and glass-type may become economically preferred. (mid term)
- Esp. in specialty glass industry **saving energy and improving glass quality are divergent goals**, there are no short term technical solutions in sight to solve that contradiction.
- **CO₂ emission** certificates will remain an issue on European level. Industry will have to fight for exemptions to be able to compete on global level. So far in terms of energy costs and CO₂ emissions fossil fuels and electric melting have no distinctive advantage over each other.
- **New resources of unconventional fossil fuels (shale gas)** in the US and other countries will have a significant impact on energy prices worldwide. Combined with the threat of an economic downturn there will be less pressure on industry in general to force energy savings there (short & mid term)
- Special **situation in Germany**: whether Germany will tap into its shale gas resources depends strongly on the acceptance and political decisions (mid term). Other European countries (France, Poland) will presumably behave differently.

Agenda

General information

Specific situation of specialty glass industry

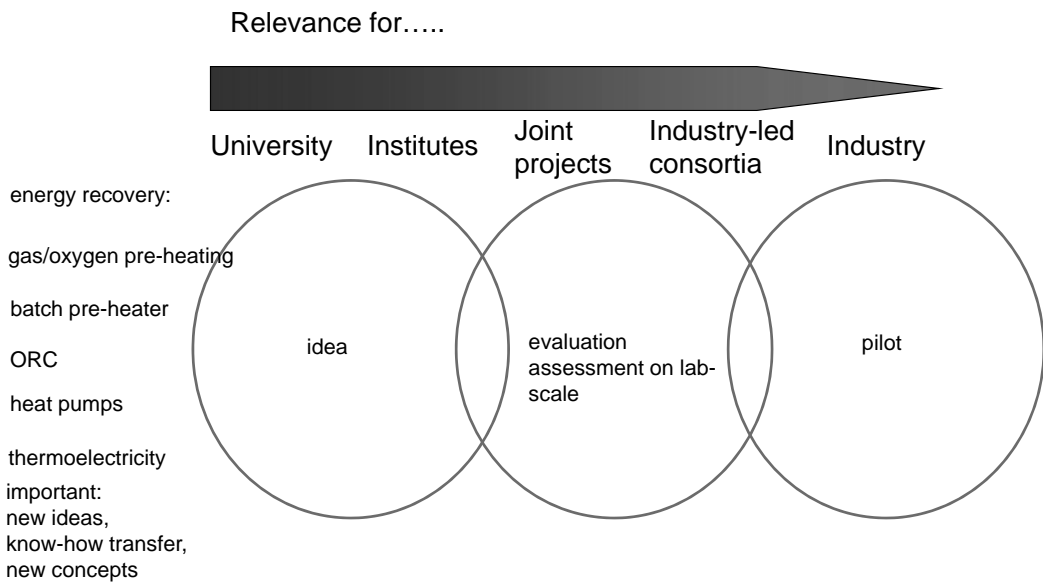
Conclusions of the ICG – SCHOTT Energy Panel 2012

Classification of the requirements of the specialty glass industry

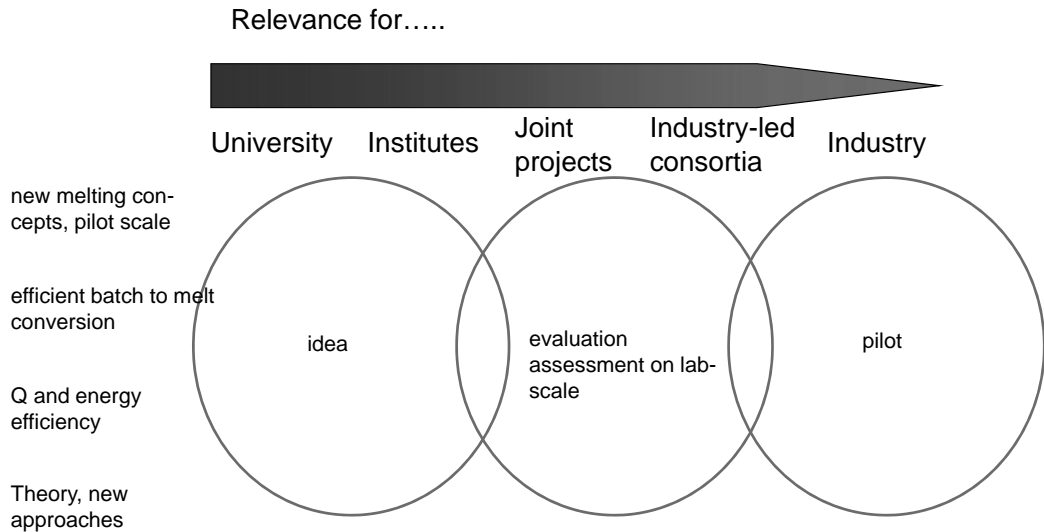
28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

Classification of the requirements of the specialty glass industry (1): Incremental improvements



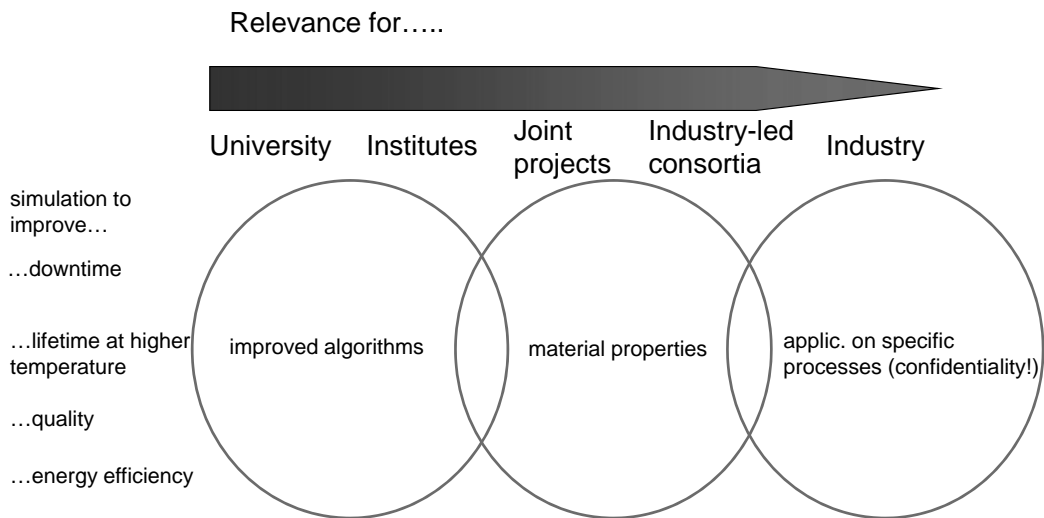
Classification of the requirements of the specialty glass industry (2): Radical new concepts



28. Şişecam Glass Symposium, June 7th, 2013, Istanbul, Turkey
Dr. Roland Langfeld
© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

Classification of the requirements of the specialty glass industry (3): Tools & Simulation

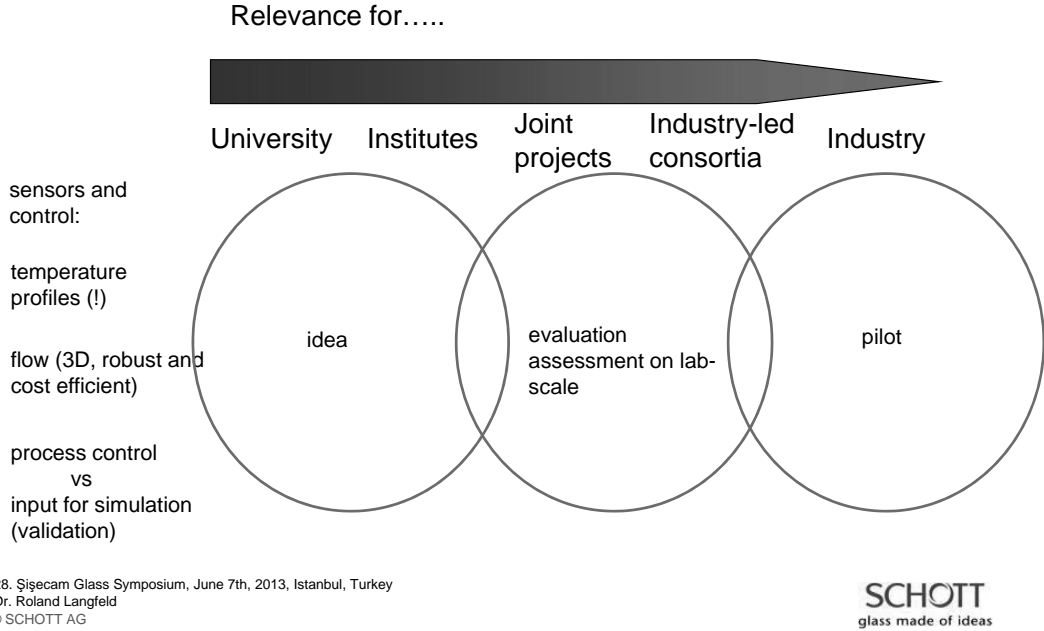


→ improved tank simulation
deep understanding, reality check

© SCHOTT AG

SCHOTT
glass made of ideas

Classification of the requirements of the specialty glass industry (4): Sensors and Controls



Obrigado
Vielen Dank
Dzienkuje
Maraming salamat
Komapsumnida
Gracias
Shukran gazilan
谢谢
(Xie xie)
Cok sagolun
Daku jem vám
Mnogo blagodarya
Stort Tack
Thank you
Merci
Multumsec
çok teşekkürler
Bedankt
Grazie
Spasibo
Nagyon Köszönöm
Terima kasih
Paljon kiitoksia
どうも有難うございました。
(Arigato)
Efharisto poli
Dekuji
Shukriya

TÜRKİYE CAM SANAYİNİN ENERJİ VE ÇEVRE SORUNLARI ÜZERİNE DÜŞÜNCELER

Prof. Dr. İskender Gökalp

iskender.gokalp@cnsr-orleans.fr

Centre National de la Recherche Scientifique

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement, Orléans, France



Araştırma Alanları:

- * Yanma; gazlaştırma; akışkanlar mekaniği; türbülanslı, çok fazlı ve kimyasal reaksiyon içeren akışların sayısal çözümlenmesi ve lazer teknolojileriyle ölçülmesi
- * Doğal gaz, kömür, biokütle ve sıvı yakıt yanma odaları ve gazlaştırma sistemlerinin, hidrojen ve sentetik gaz eldesi, emisyonların azaltılması ve CO2 tutulması teknolojilerinin tasarımı ve optimizasyonu
- * Enerji sistemlerinin sosyo-tekniik bütünsel analizi

1951 İstanbul doğumlu İskender Gökalp, Saint-Joseph lisesini ve İTÜ Makina Fakültesi Uçak bölümünü bitirdikten sonra Paris Üniversitesinde türbülanslı yanma konulu doktora çalışmasını yaptı. Aynı üniversitede 1979-1983 yılında asistanlık yaptı ve 1983 yılında CNRS araştırmacısı olarak Orléans şehrindeki Yanma laboratuvarına atandı. 2003 yılında bu laboratuvarın müdürü oldu ve 2007 yılında komşu laboratuvarla birleştirerek bugün müdürü olduğu Yanma, Aerotermik, Reaktivite ve Çevre Enstitüsünü kurdu (Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement - ICARE). 100 kadar araştırmacı ve destek personelinin çalıştığı ve ana ARGE alanları Enerji & Çevre ve Uzaya Ulaşma (space propulsion) olan ICARE Şubat 2012'de "temiz ve güvenli enerji sistemlerinin kimyasal kinetiği ve aerotermodinamiği" konularında Fransa'nın mükemmeliyet merkezi olarak seçildi.

İskender Gökalp'in başlıca araştırma alanları arasında yanma, türbülanslı akışlar, çok fazlı akışlar, hidrojen üretilmesi ve yanması, sıvı ve katı parçacık yanması, kömür ve biokütle gazlaştırılması ve yanması, sosyo-tekniik sistemlerin analizi vardır. 120 citation endeksli yazısı, 500'den fazla toplam yazısı ve sunumu olan İskender Gökalp bugüne kadar 50 den fazla doktora çalışması yürüttü. Son senelerde Türkiye'den doktora öğrencileri de almaya başladı. İskender Gökalp 2001'de Avrupa Yanma Enstitüleri Federasyonunu kurdu ve halen başkanlığını yapıyor. Buna benzer başka uluslararası mesuliyetleri de vardır. Çeşitli AB programlarında proje yürütücüsü ve değerlendircisi görevi yaptı. Enerji ve uzay sektörleri sanayi kuruluşlarıyla çeşitli ortak projeler yönetti ve yönetiyor. Şu anda FP7 nin Energy 2011 çağrısında kabul edilen OPTIMASH (Optimisation of the gasification of high ash content coals for electricity generation) projesinin koordinatörlüğünü yapmaktadır. 2003 yılından itibaren Türkiye ile bilhassa enerji konularında ARGE ortaklıklarını hızlandırmış ve çeşitli şirketlerle ortak çalışmalar yürütmüştür. 2013'te Türkiye linyitlerinin gazlaştırılması ve pülverize kömür yakıalarının geliştirilmesi konularında iki TÜBİTAK TEYDEB projesinin yürütücülüğünü üstlenmiştir.

Cam sanayisi enerji yoğun bir faaliyet alanıdır. Yapısı gereği yüksek sıcaklıkta ortamların oluşturulması gerekmektedir. Teknolojinin bugünkü durumu bu ısının fosil yakıtları yakma teknolojileriyle elde edilmesini gerektirmektedir. Bunun bir sonucu cam sanayisinde karbon dioksit ve azot oksitleri salınımlarının yoğun olmasıdır. Dolayısıyla cam sanayisinin enerji ve çevre sorunları enerji verimliliği, çevre kirliliği ve de Türkiye koşullarında enerji bağımsızlığı açılarından üzerinde etraflıca düşünülmesi gereken konulardır.

Bu bildiriye önce sanayi süreçlerinde karşılaşılan yakıt ve yakma teknolojileri konularında kısa bir değerlendirme yapılacaktır. Arkasından cam sanayisinin enerji ve çevre sorunları özetlenecek ve son senelerde önerilen tedbirler ve yenilikçi yaklaşımlar özetlenecektir. Son bölümde Türkiye koşullarında cam sanayisi enerji verimliliği, çevresel etkileri ve enerji bağımsızlığı değerlendirilecek ve bazı öneriler sunulacaktır.

Anahtar Sözcükler: Enerji, Çevre, Yenilikçi enerji teknolojileri, Yanma, Gazlaştırma, Kömür, Hidrojen, CO₂



28. CAM SEMPOZYUMU
İstanbul, 7 Haziran 2013



Türkiye Cam Sanayinin Enerji ve Çevre Sorunları Üzerine Düşünceler

Iskender GÖKALP

Centre National de la Recherche Scientifique
Institut de Combustion, Aérothermique,
Réactivité et Environnement
Orléans, France

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



<http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>
webicare@cnrs-orleans.fr



Centre National de la Recherche Scientifique
Institut de Combustion, Aérothermique,
Réactivité et Environnement
Orléans, France






Directeur: Iskender GÖKALP
Iskender.gokalp@cnrs-orleans.fr

Institut de Combustion, Aérothermique,
Réactivité et Environnement

1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2

ICARE in Orléans

- Institut for
- Combustion
- Aerothermal sciences
- Reactivity
- Environment



Where is ICARE ?

ICARE is in Orléans,
125 km from Paris

ICARE - CNRS
Institut de Combustion, Aérothermique
Réactivité et Environnement
1c, avenue de la Recherche Scientifique
45071 Orléans - Cedex 2 - France

Total staff : 90
26 Researchers and faculty
21 Engineers and technicians
20 PhD students and post-docs
23 Various contractual staff

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Main research domains



Two main research domains:

Energy & Environnement
Space & Propulsion

Three main research thematic:

Chemical kinetics and dynamics of combustion and reactive systems
Atmospheric chemistry
Supersonic, hypersonic, rarefied, ionized flows

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>





Research domains of ICARE Energy & Environment Propulsion & Space



- Combustion
- Chemical kinetics
- Plasmas physics
- Fluid mechanics, turbulence
- Two phase flows
- Supersonic, hypersonic flows
- Ionized, rarefied flows










Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>

Application domains

- Aerospace propulsion
- Electric propulsion
- Liquid and solid propulsion
- Atmospheric reentry
- Atmospheric chemistry
- Energy production
- Alternative fuels, biofuels, hydrogen
- Pollutant emissions reductions
- Industrial risk prevention

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>




Main R&D cooperations



International cooperations: EU, Russia, USA, Canada, China, Japon, Ukraine, Türkiye, Argentine...

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Türkiye Cam Sanayinin Enerji ve Çevre Sorunları Üzerine Düşünceler



Cam sanayisi enerji yoğun bir faaliyet alanıdır. Yapısı gereği yüksek sıcaklıkta ortamların oluşturulması gerekmektedir. Teknolojinin bugünkü durumu bu ısının fosil yakıtları yakma teknolojileriyle elde edilmesini gerektirmektedir. Bunun bir sonucu cam sanayisinde karbon dioksit ve azot oksitleri salınımlarının yoğun olmasıdır. Dolayısıyla cam sanayisinin enerji ve çevre sorunları enerji verimliliği, çevre kirliliği ve de Türkiye koşullarında enerji bağımsızlığı açılarından üzerinde etraflıca düşünülmesi gereken konulardır.

Bu bildiri önce sanayi süreçlerinde karşılaşılan yakıt ve yakma teknolojileri konularında kısa bir değerlendirme yapılacaktır. Arkasından cam sanayisinin enerji ve çevre sorunları özetlenecek ve son senelerde önerilen tedbirler ve yenilikçi yaklaşımlar özetlenecektir. Son bölümde Türkiye koşullarında cam sanayisi enerji verimliliği, çevresel etkileri ve enerji bağımsızlığı değerlendirilecek ve bazı öneriler sunulacaktır.

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Combustion and Fuels



Combustion is a mode of chemical conversion of energy

Fuel and oxidant molecules react in the presence of an energy source (heat) to generate heat, CO₂ and H₂O in the case of the complete combustion of a carbon containing fuel reacting with air (or oxygen)

Combustion generates also other emissions than CO₂ and H₂O, such as SO_x, NO_x, soot particles etc

Fuel can be in the gaseous phase (natural gas, methane, H₂), liquid phase (kerosene, fuel oil) or solid phase (coal, biomass, metals such as Al, Mg...)

Main oxydants are air, or pure oxygen, or oxygen enriched air, but H₂O, CO₂, may also be considered as oxydants

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Combustion is a multidisciplinary research area

Combustion is a truly multidisciplinary research area where several phenomena/disciplines interact:

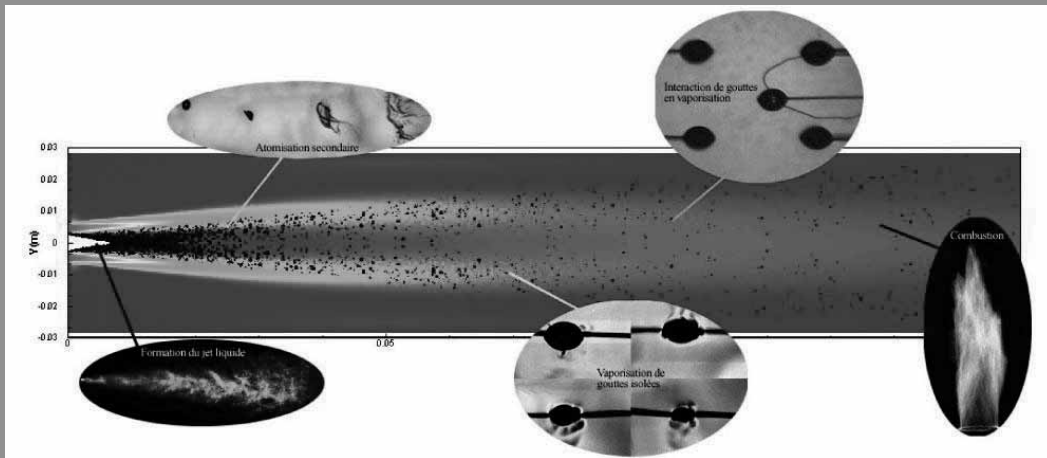
Thermodynamics, chemical kinetics, heat transfer, fluid mechanics, turbulence, multi-phase flows, material sciences, mainly

For example, to characterize and model the behavior of a fuel oil flame in air necessitate studying the fuel properties (thermodynamics, chemical kinetics), the atomization properties (spray formation and vaporization), mixing properties and finally combustion (heat release rate or burning rate) and emission properties (CO, CO₂, NO_x, Sox, particulates matter...)

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Liquid fuel atomization and combustion



Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Regimes of Combustion



Regimes of Combustion/Flames

Premixed or Non-premixed (or diffusion)

Laminar or Turbulent

Rich or Poor (compared to the ideal stoichiometric conditions)

Homogenous or Multi-phase

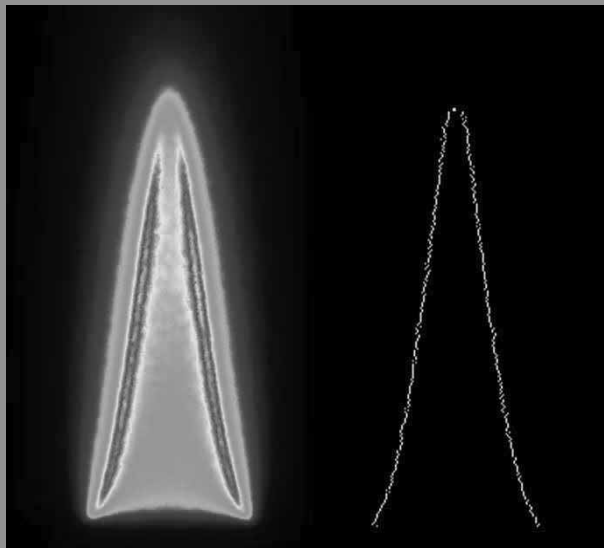
Subsonic or Supersonic

Subcritical or Supercritical

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Laminar Bunsen type flame



Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>

ICARE ORLÉANS UPR n°3001 du CNRS

Global shape of turbulent Bunsen flames

Pressure effect

0,1 MPa 0,3 MPa 0,9 MPa

H₂ effect

$\alpha = 0$ $\alpha = 0,1$ $\alpha = 0,2$

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>

ICARE ORLÉANS UPR n°3001 du CNRS

Combustion is complex research area

- The main difficulties in combustion studies are related to the complexities of reacting turbulent flows where all thermodynamic parameters are non linearly correlated, fluctuate in space and time and where several space and time scale are observed
- So combustion is a complex topic
- It is complex in lab scale flames, so you can imagine how complex it is for an industrial scale flame

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Experimental Approaches to Combustion Studies



Experimental approaches use today mainly optical and laser diagnostics (rapid imagery, laser Doppler velocimetry, PIV, Rayleigh scattering, Raman scattering, laser induced fluorescence, but also several analytical techniques (gas analysis by several methods). The optical diagnostics are called non-intrusive compared for example thermocouples or sampling probes

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



<http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>
webicare@cnrs-orleans.fr

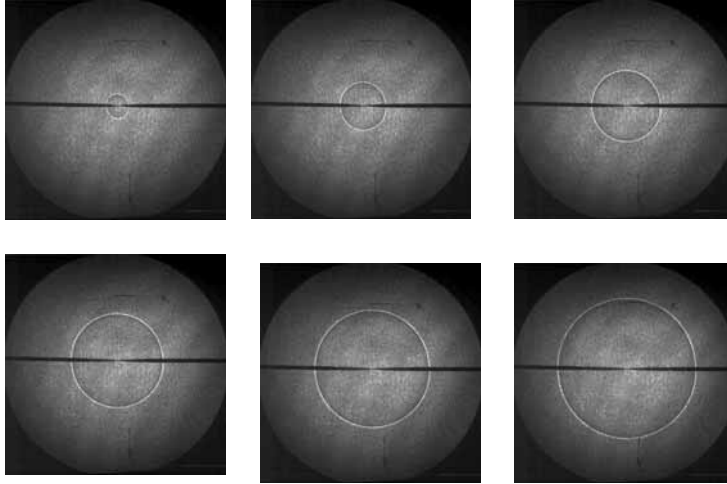
Combustion issues of the produced gas



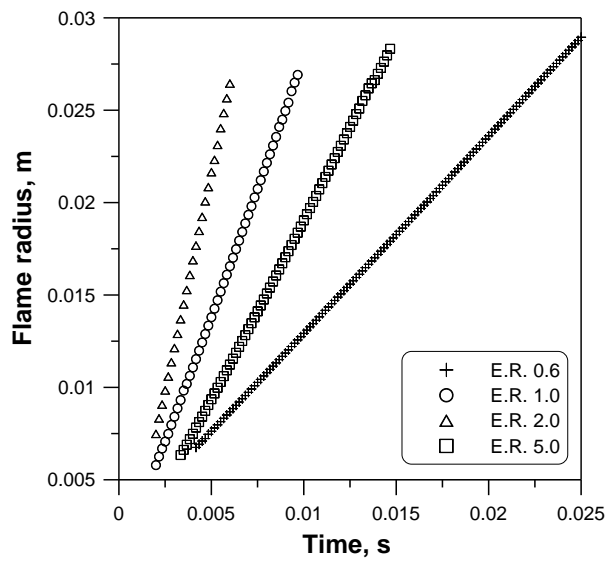
Laminar flame propagation velocities of syngas – air mixtures



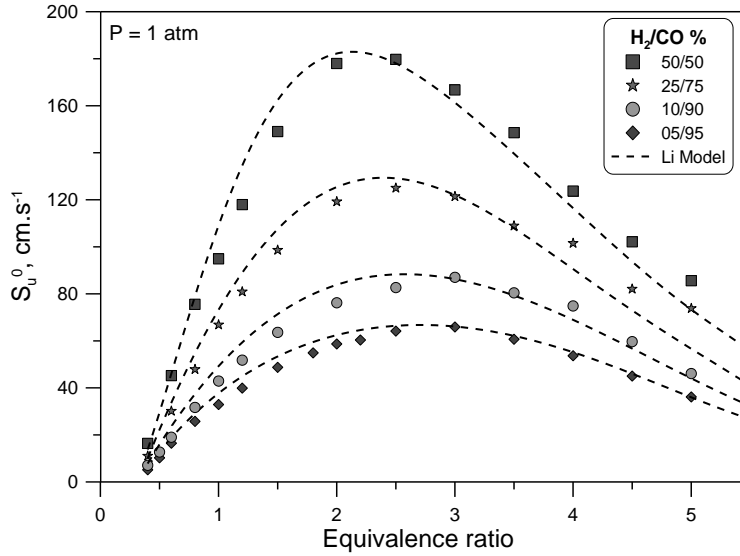
**Temporal evolution of the flame front (25/75 % H₂/CO,
E.R. = 0.6, P=0.1 MPa. T = 300 K, 6000 images/s)
2 – 12 ms**



**Temporal evolution of flame radii for different
equivalence ratios (10%H₂ – 90% CO)**

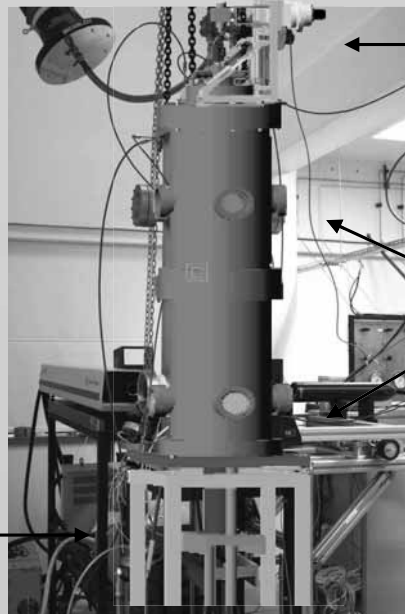


Results summary for laminar flame speeds of syngas mixtures



ICARE High Pressure Combustion Chamber

- $H = 1.2 \text{ m}$
- $D_{\text{int}} = 0.3 \text{ m}$
- Water cooling system
- Windows heating system
- Laser light absorbing paint



Pressure regulation

Windows

Axial displacement

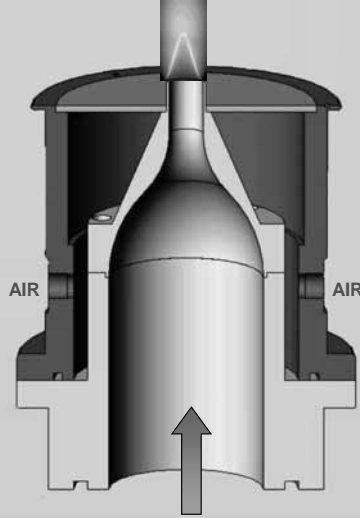
Laminar Burner

Experimental conditions

- $U_0 = 0.7 \text{ à } 1 \text{ m/s}$
- $\phi = 0.9 \text{ à } 1.05$
- $P < 0.2 \text{ MPa}$
- $Re < 1300$

Characteristics

- Bunsen Burner
- $D = 12 \text{ mm}$



Objectives

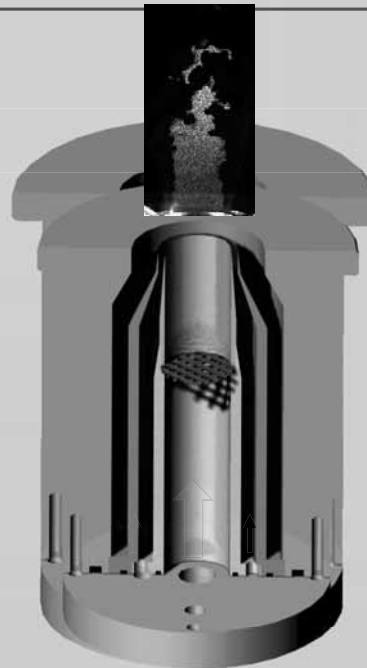
Study of the Flickering

High Pressure

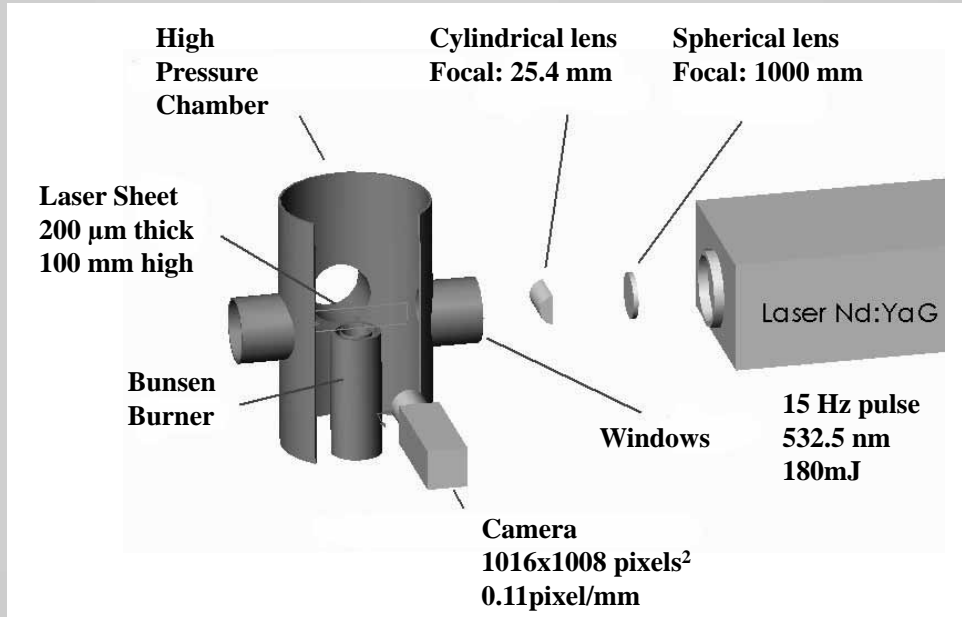
Turbulent Burner

Experimental conditions

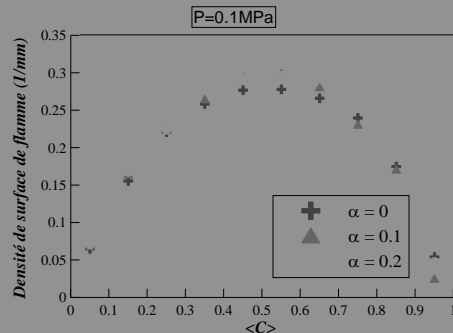
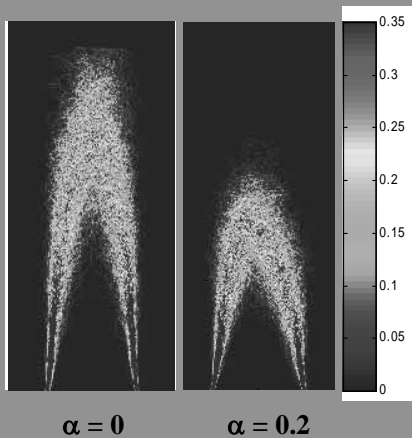
- $U \approx 2.1 \text{ m/s}$
- $\phi = 0.6 \text{ à } 0.7$
- $P = 0.1 \text{ à } 0.9 \text{ MPa}$
- Pilot flame flow $< 7\%$
Main flow
- $T = 300 \text{ K}$
- u' et L_U cste

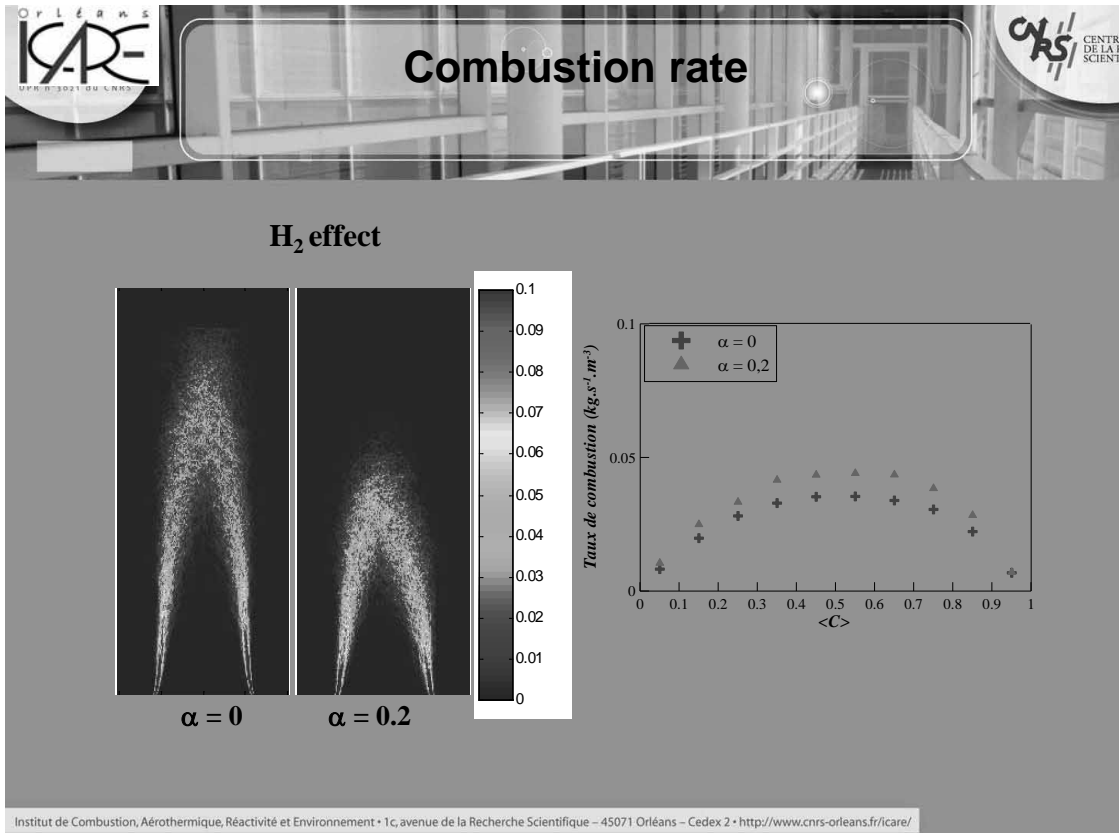
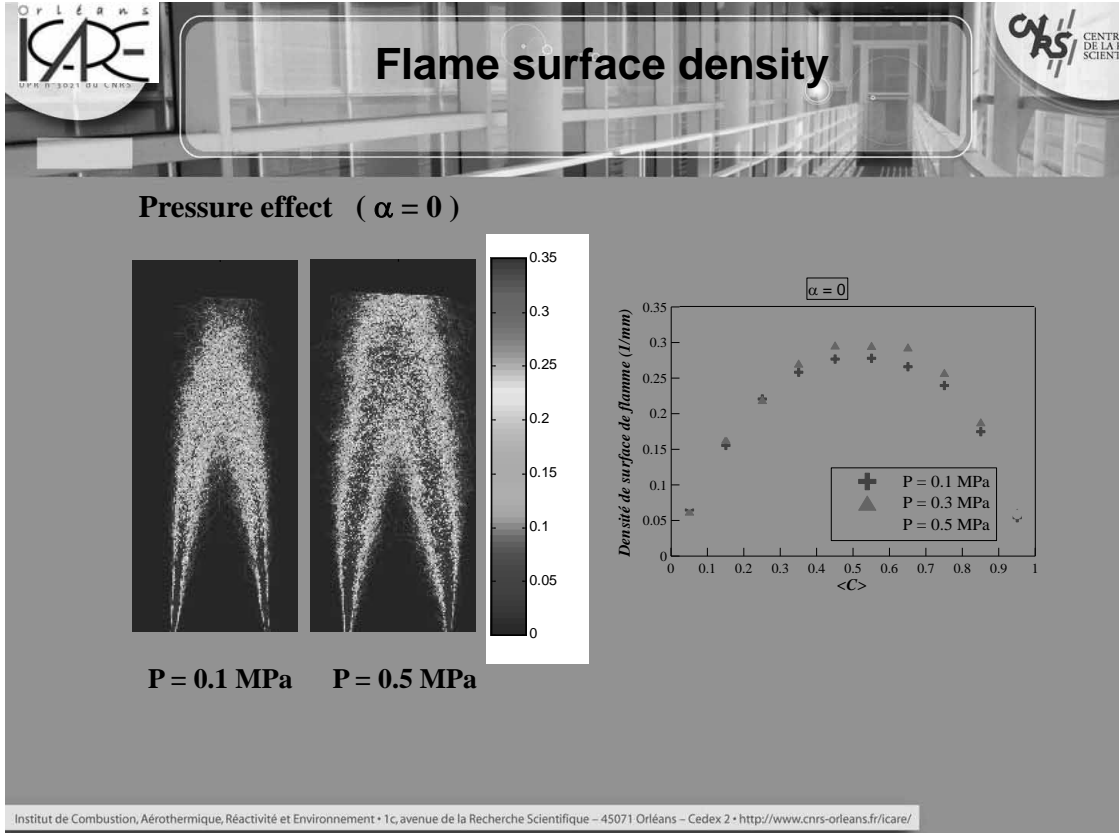


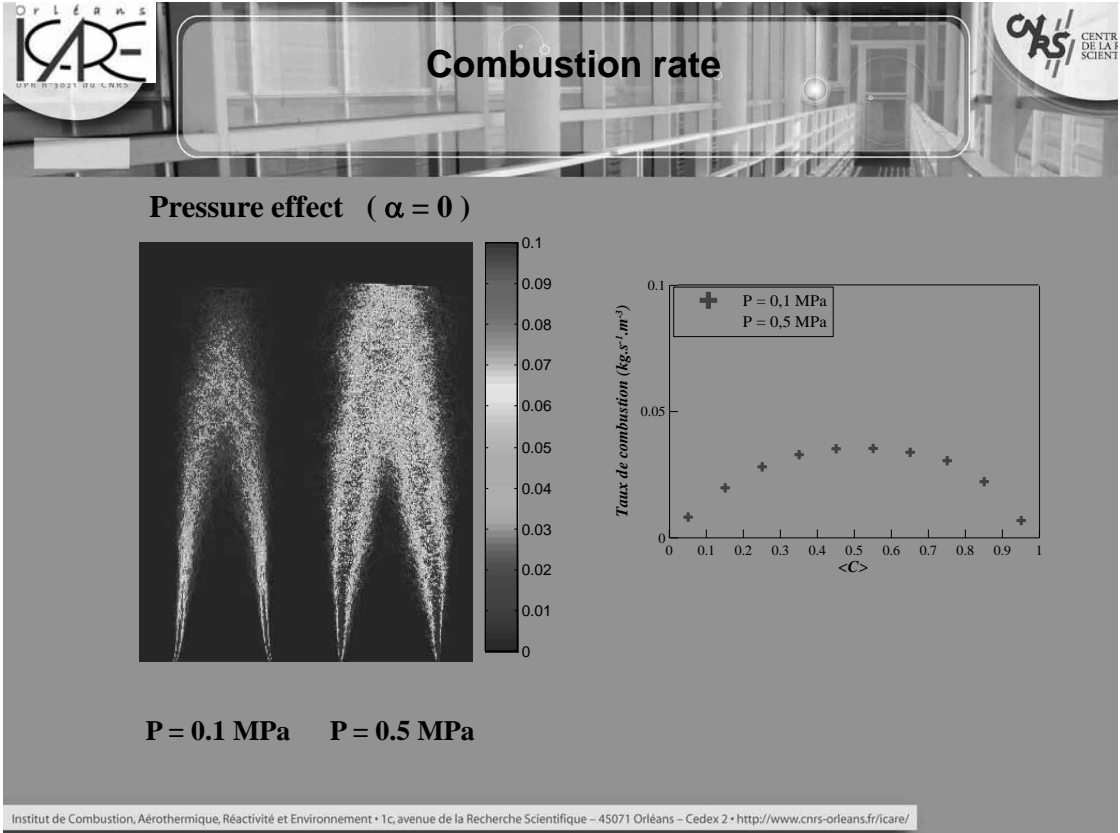
Laser diagnostics



H₂ effect







Numerical Approaches to Combustion Studies

Numerical methods use either commercial CFD codes or homemade codes, for the simulation of the chemical kinetics of heat release and emissions, flame dynamics (stability), burning rates, heat transfer (radiation...)

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>

ICARE ORLÉANS CENTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Exact transport equation of Σ

Cant et al. (1990)

$$\frac{\partial \Sigma}{\partial t} + \nabla \cdot (\tilde{\mathbf{U}} \Sigma) = \underbrace{-\nabla \cdot \langle \mathbf{u}'' \rangle_s \Sigma}_{\text{Terme 4}} - \underbrace{\nabla \cdot \langle \mathbf{w} \mathbf{n} \rangle_s \Sigma}_{\text{Terme 5}} + \underbrace{\nabla \cdot \langle \mathbf{u}'' \rangle_s \Sigma}_{\text{Terme 3}} + \underbrace{(\nabla \cdot \tilde{\mathbf{U}} - \langle \mathbf{nn} \rangle_s : \nabla \cdot \tilde{\mathbf{U}}) \Sigma}_{\text{Terme 1}} + \underbrace{\langle \nabla \cdot \mathbf{u}'' - \mathbf{nn} : \nabla \mathbf{u}'' \rangle_s \Sigma}_{\text{Terme 6}} + \underbrace{\langle \mathbf{w} \nabla \cdot \mathbf{n} \rangle_s \Sigma}_{\text{Terme 2}}$$

Terme 4: Terme de convection par l'écoulement moyen

Terme 5: Terme de diffusion turbulente

Terme 3: Terme de propagation

Terme 1: Taux d'étirement dû à l'écoulement moyen

Terme 6: Taux d'étirement dû à l'écoulement turbulent

Terme 2: Terme de courbure

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>

ICARE ORLÉANS CENTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Results

$$\frac{\partial \Sigma}{\partial t} = \underbrace{-\nabla \cdot (\tilde{\mathbf{U}} \Sigma)}_{\text{Terme 4}} + \underbrace{(-\nabla \cdot \langle \mathbf{w} \mathbf{n} \rangle_s \Sigma + \langle \mathbf{w} \nabla \cdot \mathbf{n} \rangle_s \Sigma)}_{\text{Terme 5}} - \underbrace{\nabla \cdot \langle \mathbf{u}'' \rangle_s \Sigma}_{\text{Terme 3}} + \underbrace{(\nabla \cdot \tilde{\mathbf{U}} - \langle \mathbf{nn} \rangle_s : \nabla \cdot \tilde{\mathbf{U}}) \Sigma}_{\text{Terme 1}} + \underbrace{\langle \nabla \cdot \mathbf{u}'' - \mathbf{nn} : \nabla \mathbf{u}'' \rangle_s \Sigma}_{\text{Terme 6}}$$

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



The challenge of conventional glass furnace design

*Proc. VII European Society of Glass Science and Technology Conf.,
Athens, Greece, 25–28 April 2004 Glass Technol., 2005, 46 (2),
M. Lindig, R&D Department, Nikolaus Sorg GmbH & Co., Stoltestrasse 23,
97816 Lohr am Main, Germany*

Conclusions

The efficiency of conventional glass furnaces has reached a technical and theoretical limit. Furnace operation, that is the result of production requirements, can have a significant effect on the efficiency. Owing to certain basic thermodynamic principles and technical limitations no major improvement in energy consumption can be expected. The glass industry will not be able to make a significant contribution to the reduction of global emissions.

The programmes established by the authorities are based on a time frame which is not suitable for the glass manufacturing business. Furnaces built today must run for the next 10 years in order to achieve a return on investment. Furnace ageing will cause the energy consumption to rise during this time. No significant change in technology is possible during the tank campaign.

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



CO2 capture issues

*** Capture of CO2 from large scale fossil fuel combustion facilities is becoming mandatory today**

• Moving from coal fueled power stations to natural gas fueled ones reduces already the CO2 emissions

• To go further in this direction there are several ways also necessitating new combustion modes (H2 fuels; biofuels)

• Another strategy to facilitate CO2 capture and decrease its energy cost is by increasing the CO2 concentration in the flue gases; in this case physical capture processes such as membrane capture could be operational

• One way to allow this strategy is to move to oxy-combustion or to combustion in O2 enriched air. This also necessitates recirculating the flue gases (or the CO2) to reduce the flame temperature

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



CO₂/ ECT issues in the Glass Industry



*A “bottom up” rather than “top down” approach should be adopted. To date, reduction targets have been set mainly on political grounds, without looking at real potentials in the different sectors. Glass Alliance Europe recommends a target-setting exercise based on consultation with sectors, to identify real reduction potentials. For instance, a 90% reduction in CO₂ emissions in the glass industries is simply not achievable due to the decomposition of raw materials in the furnace which represent about 20% of the CO₂ emissions of a glass furnace.

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



NO_x is an issue too



Reduction of NO_x emissions in regenerative fossil fuel fired glass furnaces: a review of literature and experimental studies

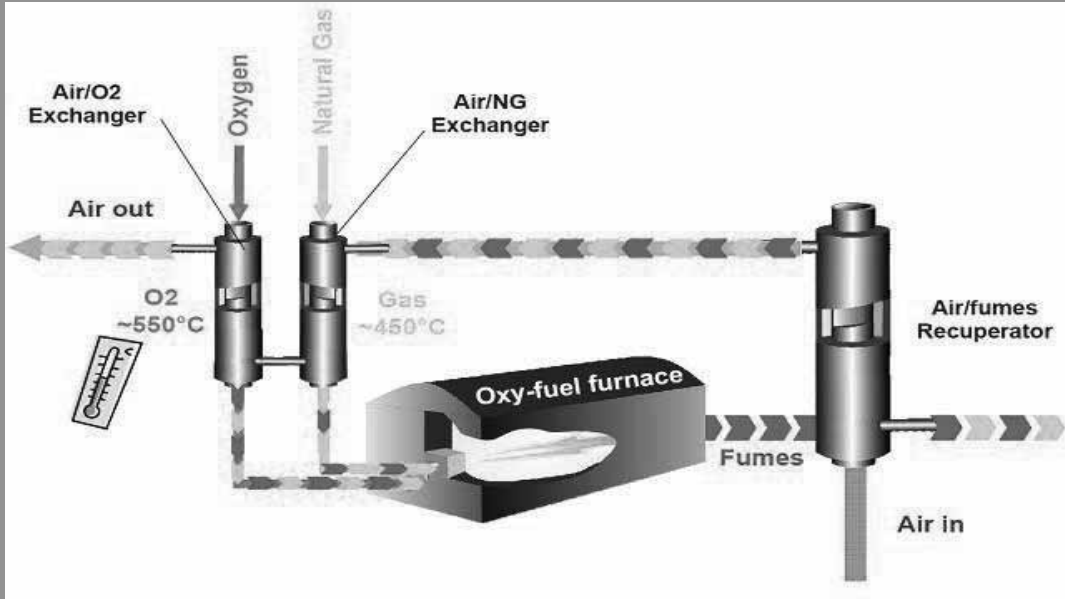
Proc. XXI Int. Congr. Glass, Strasbourg, France, 1–7 July 2007 *Glass Tech.: Eur. J. Glass Sci. Technol. A*, December 2008, **49** (6), 279–288

Ruud Beerkens & Hans van Limpt
TNO Science and Industry, De Rondom 1, PO Box 6235,
5600 HE Eindhoven, The Netherlands

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Oxy-fuel / Oxy-combustion solution



Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>

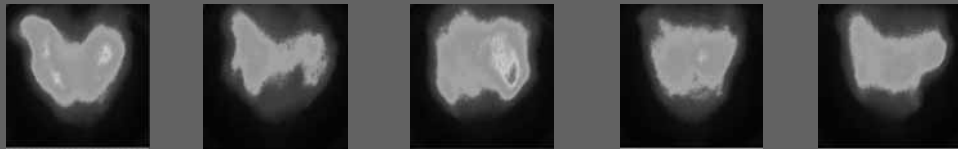


EXPERIMENTAL RESULTS IN THE TURBULENT REGIME

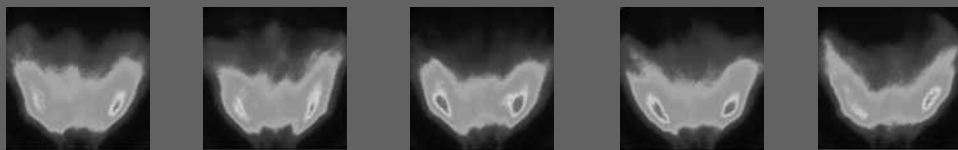


Instantaneous OH* images

21 % O₂ Phi 0.8 S_n 1.4



30 % d'O₂ Phi 0.8 S_n 1.4



Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement

1c, avenue de la Recherche Scientifique - 45071 Orléans - cedex 2



Oxy-fuel technologies for boosting and 100% conversions of cross fired furnaces



Proc. Eighth Eur. Soc. Glass Sci Technol. Conf. Glass Technol.: Eur. J. Glass Sci. Technol. A, August 2007, 48 (4)

Neil G. Simpson, Richard Wilcox¹ BOC, UK; Steve Whitfield Arc Sunderland, UK Jeff Remson

Osram Rhode Island, USA; Jim Auken Anchor Glass Containers, USA Frans v.d. Wiel LG Philips, The Netherlands

Oxy-boosting technologies for two categories of cross-fired furnaces: volatile (borosilicate) and non-volatile (soda–lime– silica and TV panel glasses) are considered. Many borosilicate glass tanks have converted to 100% oxy-fuel; case studies demonstrate the benefits of increased tonnage and lowered energy demand and NO_x emissions using a staged, flat flame burner technology. The decision to convert to oxy-fuel for other glass types typically is made on a case by case basis. It is shown through a set of case studies that BOC's CGM™ advanced melting system can increase tonnage and quality on both oxy-boosted and 100% oxy-fuel furnaces.

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Oxy-fuel / Oxy-combustion solution



Glass Technol.: Eur. J. Glass Sci. Technol. A, December 2006, 47 (6),

Effect of furnace operating conditions on alkali vaporization, batch carryover, and the formation of SO₂ and NO in an oxy-fuel fired container glass furnace

Alejandro Molina,† Christopher R. Shaddix,¹ Linda G. Blevins‡

Hydrogen and Combustion Technologies, Sandia National Laboratories, PO Box 969 MS 9052, Livermore CA 94550, USA

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Natural gas solution ?



- * **Natural gas (NG) is the cleanest fossil fuel for heat and power generation**
- **Still, it has limited reserves, even if new unconventional reserves are more and more exploited, causing additional environmental damages**
- **For countries not possessing NG reserves, its import constitutes an important item for their international commerce balance**
- **Therefore, substituting NG by other gaseous fuels could be an interesting strategy if the resources used are domestic and/or renewable, if the produced gas causes less environmental damage and suitable for heat and power generation.**

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Natural gas solution ? Turkish example



- * **Turkey imports (2010) 38 Gm³ of NG (its domestic production is only 0.68 Gm³)**
- * **21.5 Gm³ are used for electricity generation corresponding to 18.2 GW of installed power and 98 GWh annual electricity generation (about half of Turkish electricity consumption)**
- * **In 2010, the energy resources imported by Turkey constitute 20,7 % of its total imports (186 Billions USD)**
- * **The total exports of Turkey in 2010 amount to 114 Billions USD; so 34% of Turkish exports are used to pay its energy imports. This ratio does not contain the imports of energy related equipment (gas turbines, boilers etc).**

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Natural gas solution ?



*Proc. VII European Society of Glass Science and Technology Conf.,
Athens, Greece, 25–28 April 2004 Glass Technol., 2005, 46 (1)*

High emissivity natural gas flames for improved radiative heat transfer in glass melting furnaces

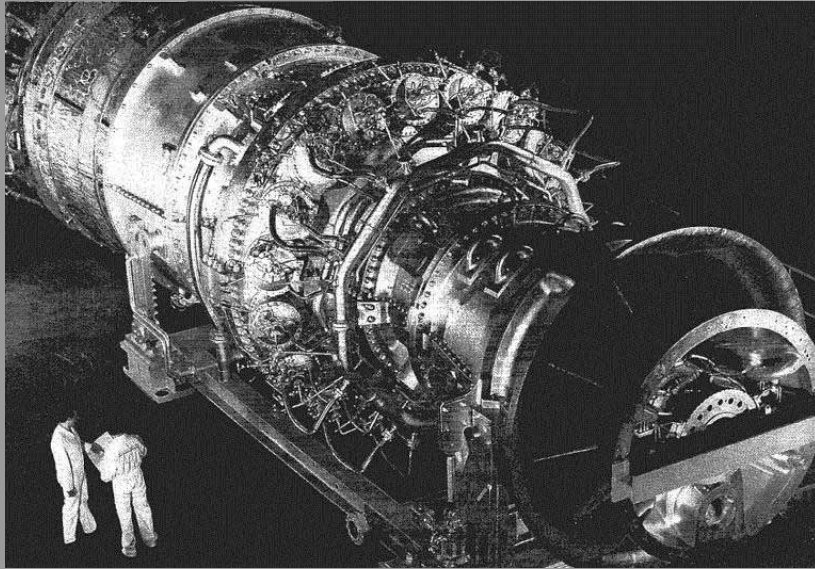
A. J. Faber¹ & M. van Kersbergen

*TNO TPD, Glass Group, PO Box 595, 5600 AN Eindhoven, The
Netherlands*

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>

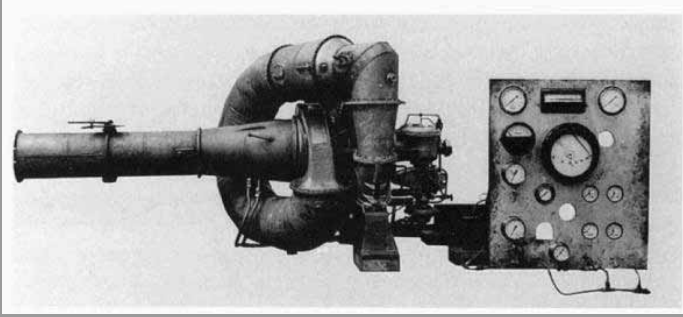


Some History Industrial Gas Turbine Technology from a Socio-Historical Perspective





Industrial Gas Turbine Technology from a Socio-Historical Perspective



Assembly of the first model of Whittle's experimental engine which run for the first time on 12 April 1937.

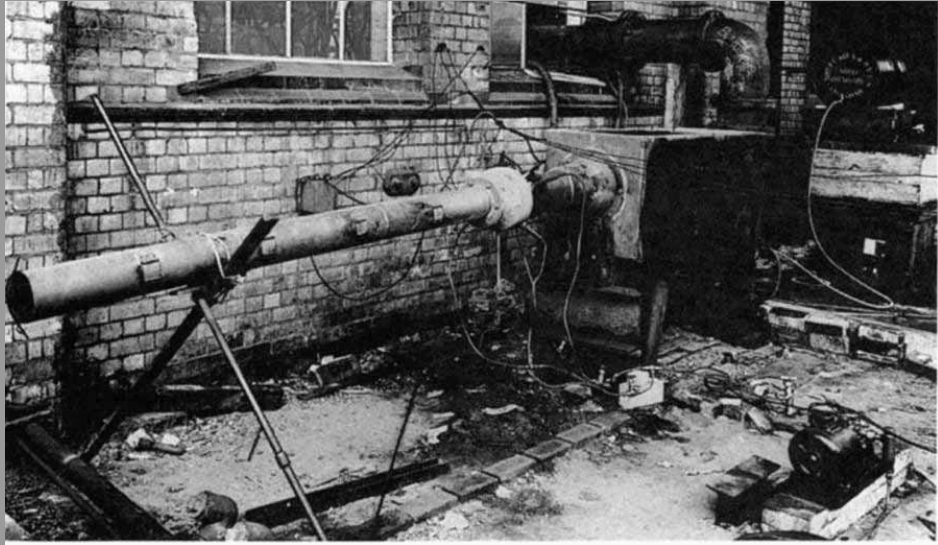
The W1 engine had its first run on 12 April 1941 and was first flight tested with The Glouster E28 aircraft on 15 May 1941



45



Industrial Gas Turbine Technology from a Socio-Historical Perspective



Whittle's combustion chamber test rig



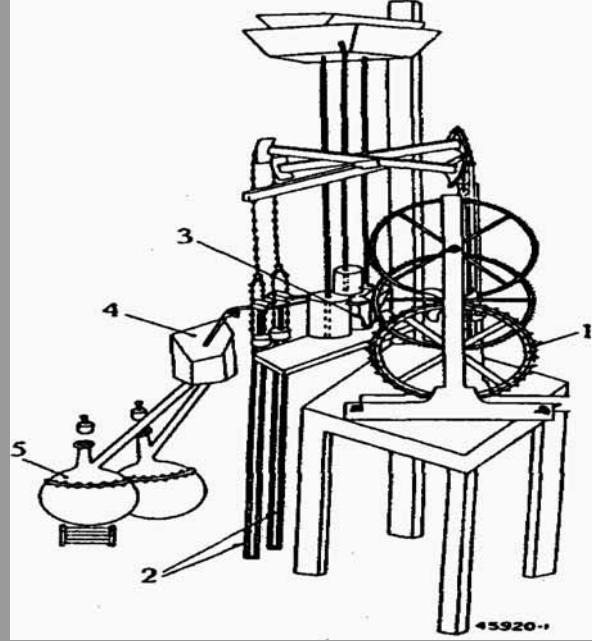
46



Industrial Gas Turbine Technology from a Socio-Historical Perspective



The prehistory of the gas turbine technology starts with the patent issued to **John Barber in England (1791)**, but no working model of it was ever built.



47



Some History



Glass Technol.: Eur. J. Glass Sci. Technol. A, October 2012, **53** (5), 177–188

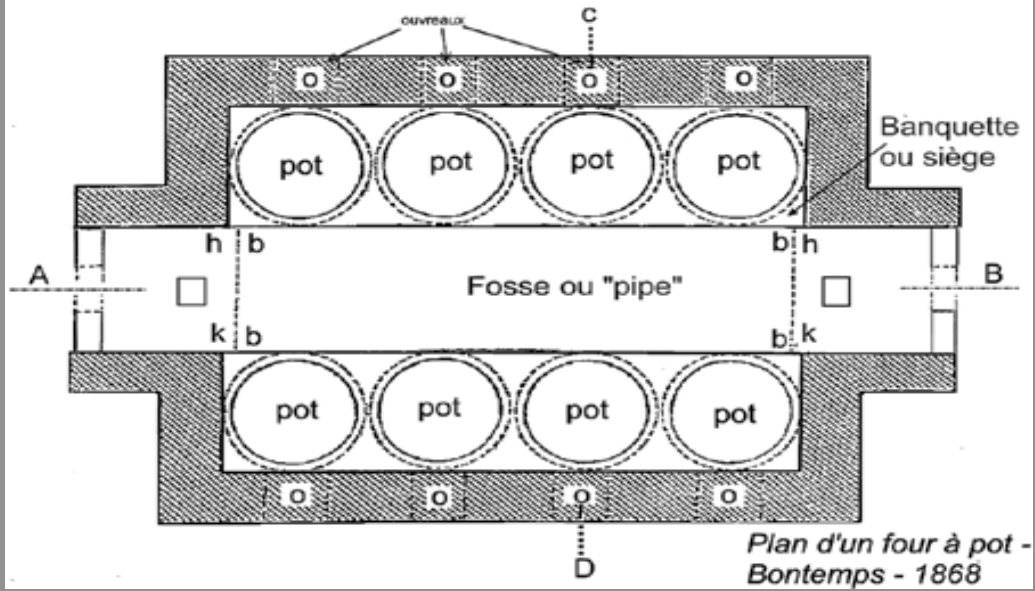
Developments of Siemens regenerative and tank furnaces in Saint-Gobain in the XIXth century

Marie-Hélène Chopinet

Surface du Verre et Interface, UMR125 CNRS/Saint-Gobain, Aubervilliers, France



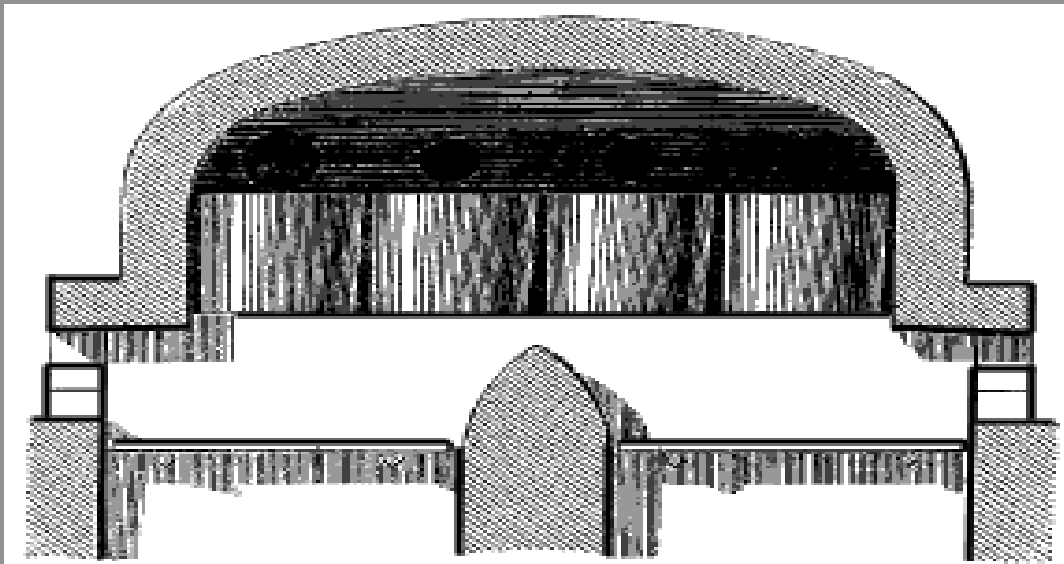
Wood-fired furnace in 1850ies



Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



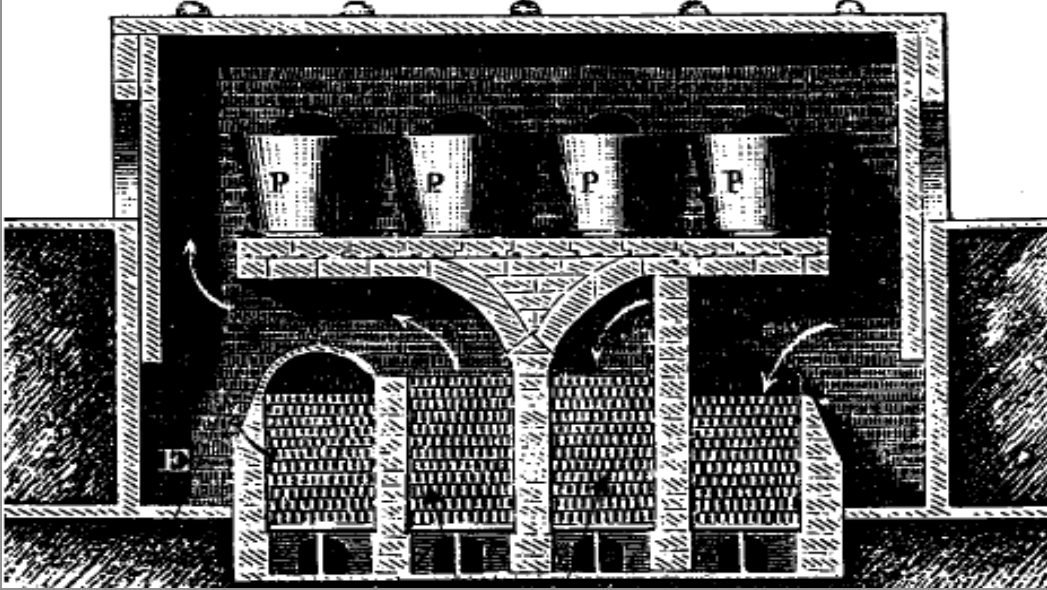
Coal-fired furnace



Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



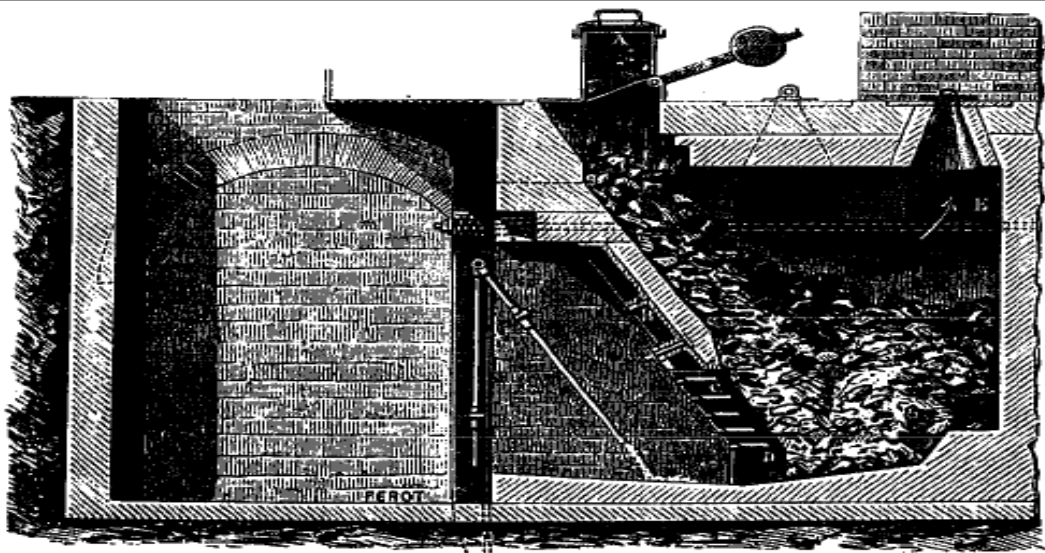
Siemens regenerative furnace: this side view shows the air and gases movements during one of the period. After the inversion the flow of air and gas are reversed



Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Gas producer: coal+water+air+carbon monoxide+hydrogen+nitrogen(

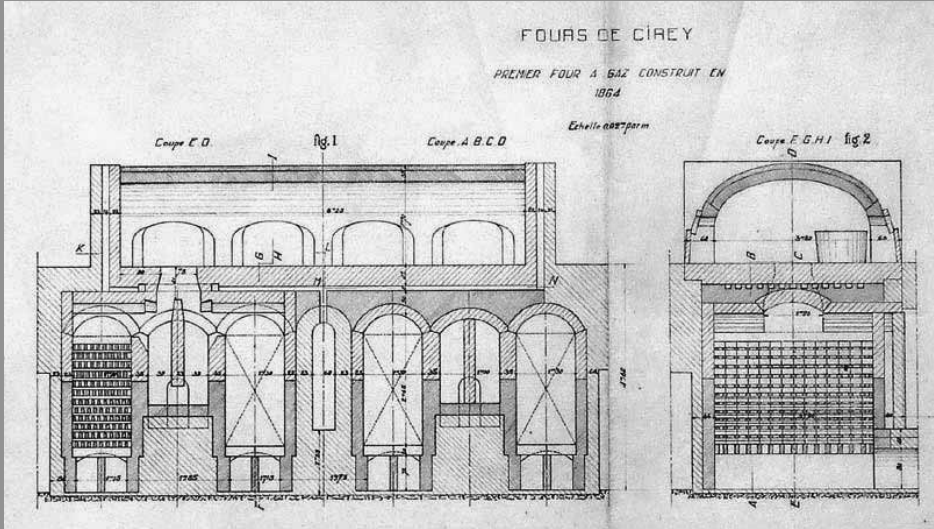


Coupe verticale du générateur à gaz de C. W. Siemens.

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



First regenerative furnace built in the Saint-Gobain Cirey factory in 1864



Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



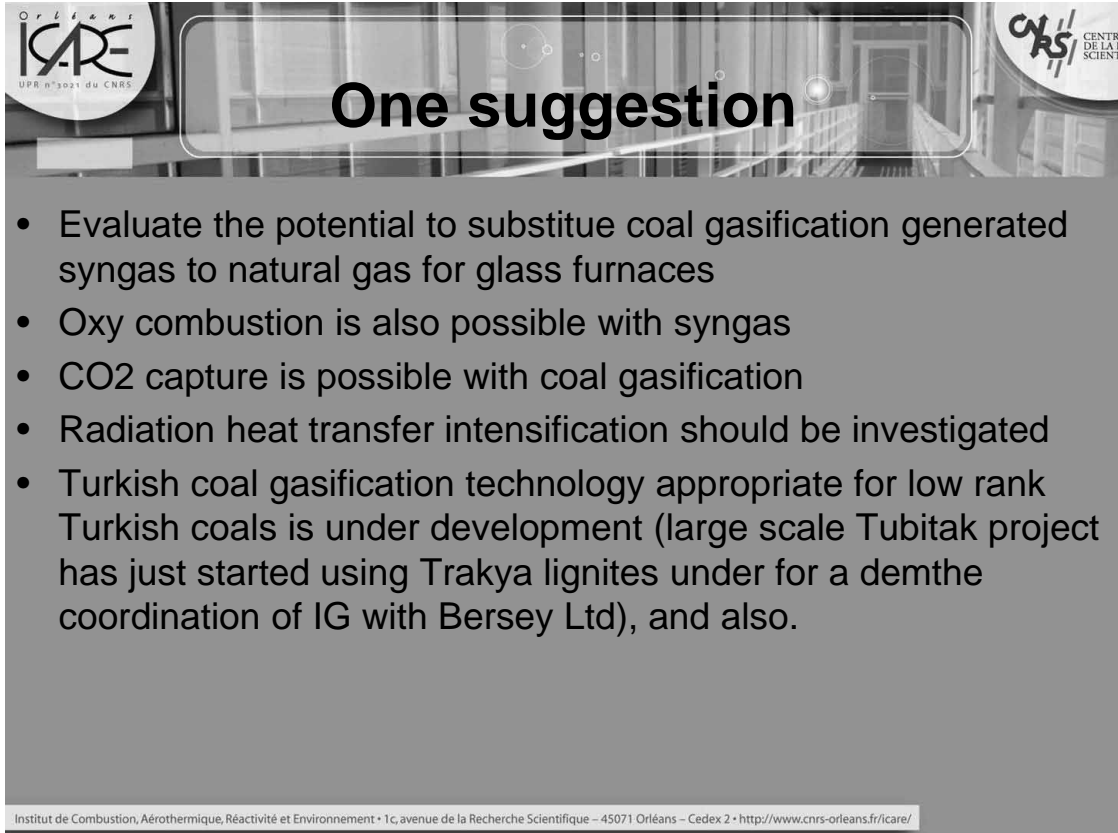
Alternatives to Natural Gas



For the Turkish glass industry any alternative to natural gas should be able to deal with several issues :

- Process efficiency
- Energy security
- Economic viability
- Technologic independency
- CO₂, Nox emissions

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



One suggestion

- Evaluate the potential to substitute coal gasification generated syngas to natural gas for glass furnaces
- Oxy combustion is also possible with syngas
- CO2 capture is possible with coal gasification
- Radiation heat transfer intensification should be investigated
- Turkish coal gasification technology appropriate for low rank Turkish coals is under development (large scale Tubitak project has just started using Trakya lignites under for a demthe coordination of IG with Bersey Ltd), and also.

Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>



Lignite gasification for syngas generation OPTIMASH Project

<http://www.cnrs-orleans.fr/icare/webicare@cnrs-orleans.fr>

European Commission FP7 ENERGY 2011 6.1-1
Optimizing gasification of high-ash content coals for electricity generation
OPTIMASH

Participant n°	Participant legal name	Participant short name	Organisation type	Country
1 (coordinator)	Centre National de la Recherche Scientifique	CNRS	Research Organisation	FR
2	StichtingEnergieonderzoek Centrum Nederland	ECN	Research Organisation	NL
3	Thermax Limited	THERMAX	Industry	IN
4	Indian Institute of Technology Madras	IIT Madras	University	IN
5	General Directorate of Turkish Coal Enterprises	TKI	Industry	TR
6	Hacettepe Universitesi	HUN	University	TR



Innovation Investment Pilkington float glass as a case study



Glass Technol.: Eur. J. Glass Sci. Technol. A, April 2007, **48** (2)

David J. Bricknell

Manchester Metropolitan University

It is a common criticism today that companies are not prepared to invest in new technology, especially if that technology is speculative and high cost. The case of Pilkington's invention and development of the float glass process in the late 1950s is sometimes cited as an example of the adventurous spirit which has been lost in a modern business world dominated by accountants and investment analysts.

Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement • 1c, avenue de la Recherche Scientifique – 45071 Orléans – Cedex 2 • <http://www.cnrs-orleans.fr/icare/>

ŞİŞECAM, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve ENERJİ YÖNETİMİ

Doç. Dr. Yıldırım Teoman

yteoman@sisecam.com.tr

Genel Müdür Danışmanı /Genel Müdürlük



Dr. Yıldırım Teoman 1954 yılı Trabzon doğumludur. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladıktan sonra İstanbul Teknik Üniversitesinden 1975 yılında Kimya Mühendisi olarak mezun olan Yıldırım Teoman 1979 yılında tamamladığı akışkan yataklarda ısı transferi başlıklı tez çalışması ile İngiltere'de Birmingham Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünden Doktor ünvanı almış ve 1983 yılında Türkiye'ye geri dönene kadar aynı üniversitede yüksek sıcaklıkta ısı depolama sistemleri, akışkan yataklar, katı taneciklerin elleçlenme ve depolanması konularında doktora sonrası çalışmalar yapmıştır.

Ağustos 1983'de Şişecam'da çalışmaya başlayan Dr. Yıldırım Teoman bir süre İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya mühendisliği Bölümünde ileri ısı transferi ve akışkan yataklar derslerini vermiş, 1986 yılında Doçent ünvanı almıştır.

Enerjinin kalite ve kesintisizliği tedarik tarafında en az maliyeti kadar önem kazanırken, tüketim tarafında maliyetlerinin kontrol altında tutulması enerji kullanım alışkanlıklarının bütünü ön plana çıkmaktadır. Doğrudan ve dolaylı olarak neden olduğu çevresel risklerle birleştiğinde enerji, Şişecam Topluluğunun operasyonel etkilerini sürekli olarak ve genişleyen bir perspektifte hafifletmek durumunda olduğu temel bir girdiyi temsil etmektedir.

2013 konsolide bütçe rakamları ile parasal boyutu 1,6 milyar TL tutarında bir büyüklüğü ifade eden bu girdinin Topluluğu gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakma hedefi ile sürdürülebilir bir geleceğe taşımak adına bir bütün içinde yönetilmesi gerekmektedir.

Temelleri uzun yıllar öncesinde atılmış enerji tasarrufu çalışmaları ile bugün Topluluğumuz global piyasalarda sektöründe sağladığı ciddi rekabet gücüne katkıda bulunacak verimlilik düzeylerini yakalamış olmakla birlikte, büyüme süreçleri ve artan enerji maliyetleri karşısında enerji verimliliği konusuna yeniden ivme kazandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çerçevede başlatılan Şişecam Sürdürülebilir Enerji Yönetimi Projesi temel olarak Topluluk Enerji Yönetim sisteminin oluşturulması, enerji tüketim izleme sistemlerinin oluşturulması, enerji tasarruf potansiyellerinin belirlenmesi, Topluluk Enerji yoğunluğu hedeflerinin belirlenmesi ve nihai olarak Şişecam Sürdürülebilirlik Raporunun çıkartılmasını hedeflemektedir.

Proje çalışmaları, üretim tesislerimizde yürütülmekte olan kapsamlı enerji etütleri çerçevesinde Topluluk enerji tüketim profili, etütlerle belirlenen tasarruf potansiyelleri, en iyi uygulama örnekleri ve olumsuzluk yaratan alışkanlıklar bağlamında değerlendirilerek özetlenecektir.

Anahtar Sözcükler: Enerji Maliyeti, Enerji Verimliliği

-GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR-

ŞİŞECAM ENERJİ TÜKETİMLERİNİN GENEL GÖRÜNÜMÜ

Atila Ünsal - Levent Kaya

aunsal@sisecam.com – lkaya@sisecam.com

*Ergitme Teknolojileri ve Mühendislik Direktörlüğü – Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı/
Genel Müdürlük*



Ortadoğu Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünden 1985 yılında lisans 1986 yılında yüksek lisans derecelerini almıştır. Ağustos 1988'de Şişecam'da çalışmaya başlamış, 1989-1990 arası ŞİŞECAM bursiyeri olarak Sheffield Üniversitesi malzeme bilimi bölümünde "Cam Teknolojisi" üzerine lisans üstü çalışmasını tamamlayarak ŞİŞECAM ARGE yapısı içerisinde Finn Tasarım Grubunda proje mühendisi olarak pek çok yurtiçi ve yurtdışı yatırım projelerinde tasarım ve uygulama görevleri almıştır.

2011 yılında Finn Teknolojisi Yöneticiliği, 2013 yılında ise Ergitme Teknolojisi ve Mühendislik Direktörlüğüne atanmıştır.

80 yıla yaklaşan bir geçmişe sahip olan Şişecam Topluluğu, son yıllarda yaptığı yatırım hamleleri ile Dünya'da ilk 10 cam üreticisi arasında yer alma hedefine doğru hızla ilerlemektedir. Bu perspektifte, sorumlu bir cam üreticisi olarak çevreye verdiği önemin yanı sıra, enerji verimliliğini en yüksek seviyede tutmak ürettiği camın büyük bir bölümünü ihraç eden Şişecam için dünya pazarlarındaki rekabet gücünü koruyabilmek açısından hayati önemi taşımaktadır.

Enerji performansının artırılması konusunda özellikle son yirmi yıllık süreçte yapılan teknolojik geliştirme faaliyetlerinin yanısıra, yeni teknolojilerin proses ve fırınlarımıza entegrasyonu sonucunda enerji performansı açısından önemli kazanımlar elde edilmiştir.

Bildiri kapsamında, yıllar itibariyle gerçekleştirilen cam üretimleri ve Şişecam Topluluğu enerji tüketim profili ortaya konarak, gelinen son noktanın ötesinde, enerji tasarruf kazanımlarının sürdürülebilirliği irdelenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Enerji Maliyeti, Enerji Tüketimi

-GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR-

GLASS MELTING ENERGY BENCHMARKS AND FURTHER ENERGY SAVING POTENTIAL

Dr. Hans van Limpt - Ruud Beerkens - Adriaan Lankhorst - Piet van Santen

hans.vanlimpt@celsian.nl

CelSian Glass & Solar, P.O. Box 7051, 5605 JB Eindhoven, The Netherlands



Hans van Limpt was born on February 10, 1966 in Reusel, the Netherlands. He studied Applied Technical Physics and graduated at the Polytechnic school Eindhoven (HTS) in 1989. After his military national service he started to work as research engineer in the Glass Group of TNO. His specialisation was research into environmental problems and saving of energy in the glass industry. His professional experiences are focused on evaporation processes, NO_x reduction, emission measurements and energy balances of industrial glass furnaces. In the period 1990 – 2002 he was project leader in the TNO Glass Group. Since 2000 Hans van Limpt is a member of the Technical Committee 13, 'Environment', of the International Commission on Glass (ICG).

In the period 2002 - 2007 he finalized his PhD study: 'Modeling of evaporation processes in glass melting furnaces' at the Eindhoven University of Technology.

In 2007 he received the 'VNG Glass Award' from the Dutch Association of Glass Manufacturers. In 2008 he was qualified as TNO top expert.

Since January 2012 the TNO Glass Group has transformed in a private company, named CelSian Glass & Solar. Hans van Limpt is now manager product development of this company.

All over the world, there is an increasing drive to develop new technologies for industrial glass melting furnaces to increase the energy efficiency and reduce emissions. In this paper a stepwise approach to improve the energy efficiency of glass furnaces and to minimize the melting costs will be discussed. The approach consists of 6 steps:

1. Benchmarking of CO₂ emissions and specific energy consumption of glass furnaces;
2. Energy balance measurements and audits;
3. Online energy balance monitoring;
4. Operational analysis, advice and support based on online monitor data;
5. Recommendations of heat recovery and/or emission reduction systems;
6. Furnace design optimization.

At the moment we have a database of about 300 glass furnaces and we are able to compare the energy efficiency of your furnaces with these furnaces. From these benchmark studies correlations between energy consumption and different process conditions like cullet fraction, ageing, electric boosting, pull rate etc. will be derived in order to give first estimate of the potential energy savings in your furnaces.

Energy balance measurements are used to determine the energy savings potential of existing glass furnaces. In many cases optimized process conditions result in 4 – 8 % energy reduction. For setting up the energy balances of glass furnaces, industrial measurements will be performed and process data will be collected. From the calculated energy balance the potential energy savings will be qualified and quantified. Energy losses are often a result of cold air leakages by open joints, openings or bad sealing, excess of combustion air or incomplete combustion, high moisture contents in batch and cullet, low cullet fraction and low pull rate, flames with low emissivity, partly blocked regenerators, bad insulation and cooling water or air.

As a next step in the energy reduction program, the Energy Balance Model (EBM) will be brought online.

The application of new process sensors, improved furnace design, intelligent control strategy and waste gas heat recovery systems support the glass manufacturers to achieve ever increasing requirements concerning energy consumption and emission limits. The advanced furnace design and operation system constitutes of a combination of the following features, optimized by the application of Computational Fluid Dynamics (CFD) modeling of the glass melting and combustion process in a fuel fired glass furnace:

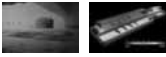
- Optimized insulation of the furnace walls, crown and bottom, using CFD modeling to allow high level of insulation without jeopardizing furnace lifetime;
- Increased combustion chamber and burner port dimensions to create conditions of delayed mixing of fuel and air and still complete combustion. This will result in high energy efficiency (long residence times of combustion gas in combustion space) and decreased NO_x formation levels;
- Optimized positions of burner ports, burner and types of burners;
- Apply advanced Model Predictive Control Systems to optimize the combustion conditions, using O₂ and CO sensors in the exhaust gas flow and model based control strategies for stabilizing flow patterns and temperatures of the glass melt to operate at optimum energy efficiency and glass quality conditions.
- An overall on-line energy balance calculation is the base for stabilizing and optimizing the energy supply (boosting and fuel) to the furnace.
- Application of economic batch & cullet preheater system to recover flue gas energy but without increasing carry-over tendency;

Keywords: *glass furnace, energy efficiency, benchmarking, energy balance, furnace design, sensors, control*



Glass melting energy benchmarks & further energy saving potential

*Hans van Limpt
Ruud Beerkens
Adriaan Lankhorst
Piet van Santen*



Contents

1. Objective and backgrounds
2. Energy benchmarking
3. Good housekeeping of glass melting furnaces
4. Waste gas heat recovery
5. Furnace design, sensors and process control
6. Conclusions

1. Objective and backgrounds

Energy is expensive, i.e. 15 – 25 % of total costs, and therefore most glass producers want to optimize the energy efficiency of their glass melting furnaces.



Europe's flat glass industry in a competitive low carbon economy

Performance, Sustainability, Capacity to help deliver Europe's low carbon future

European Energy Efficiency Directive (Q4 2012)

- › EU: 20 % energy reduction in 2020 (reference: 2005);
- › EU is not on target, thus new measures:
 - 3% of government building has to be renovated each year;
 - Energy suppliers: 1.5 % energy reduction per year in the period 2014 – 2020;
 - **Manufacturers:**
 - *Sectorial roadmap till 2050 (already available for flat glass);*
 - *Once per 4 years an obligatory energy audit.*

2

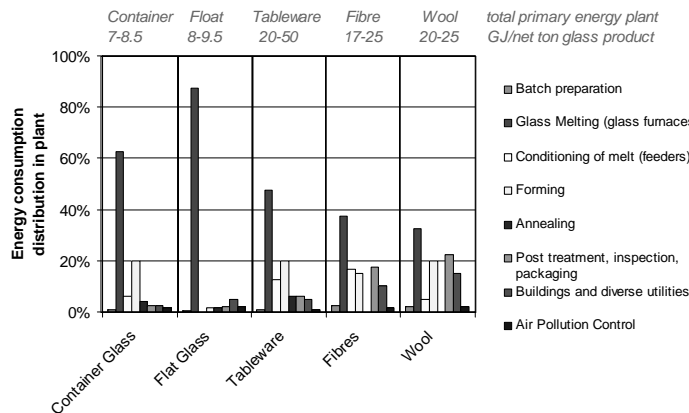


Energy usage of a glass furnace



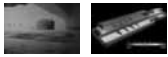
- › Glass melting furnaces use 50 – 85 % of total energy of a glass plant, 25 - 40 % of this energy is lost by flue gases.
- › About 35 – 50 % of the energy input is effective for reactions and heating of glass.
- › Structural losses are between 17 and 35 % and depend very much on size.

Typical energy (primary energy equivalent) distribution in different glass sectors (2009)



3

Şişecam Glass Symposium



Energy benchmarking

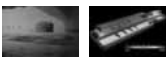


Shows your performance in comparison with others !

On-line benchmarking: www.celsian.nl/benchmarking

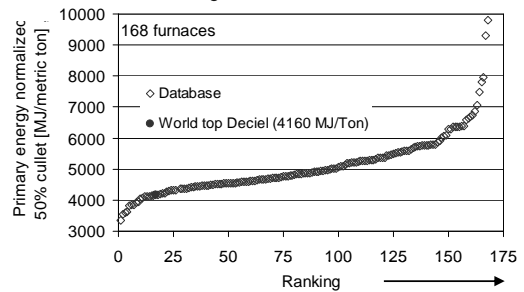
4

Şişecam Glass Symposium

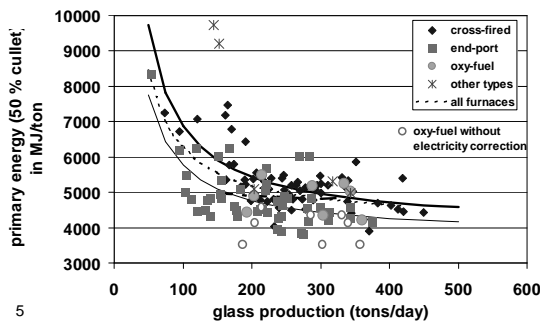


Results benchmarking

Ranking energy consumption:
Container glass furnaces database 2003 - 2010

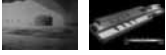


Primary energy consumption container glass furnaces (123) versus production rate and furnace type in 1999

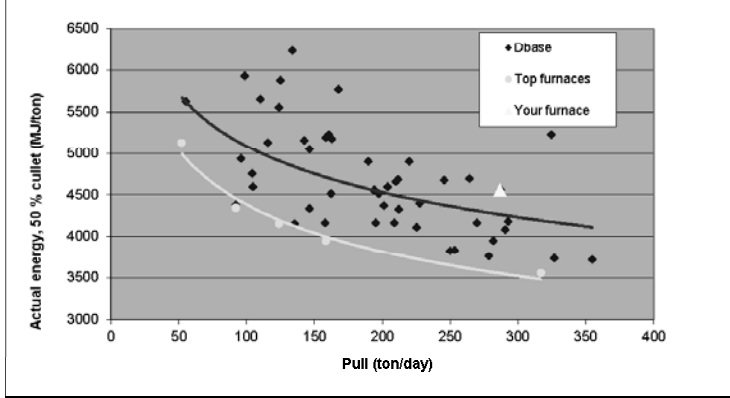


5

Şişecam Glass Symposium



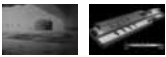
How is your performance now ?



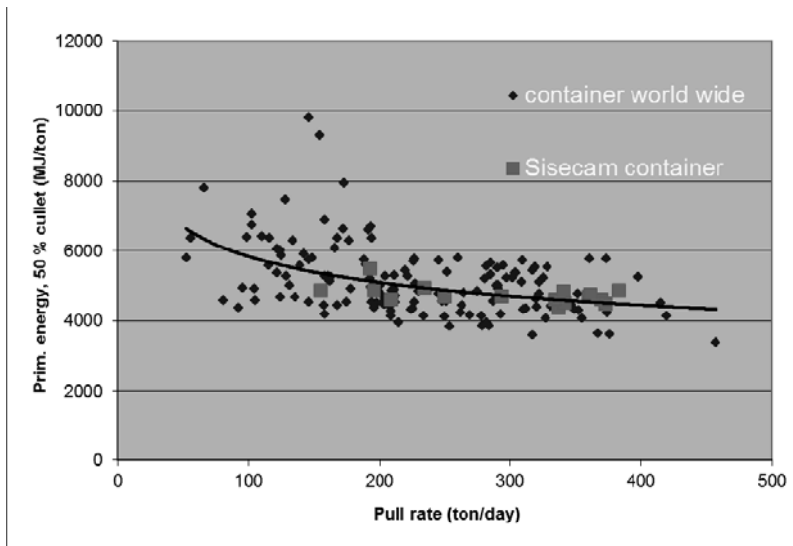
- › Step 1: Compare the performance of your furnace with other furnaces ?
- › Step 2: Explain the difference with the 'top' furnaces
- › Step 3: Action plan to minimize the gap with the top furnaces

6

Şişecam Glass Symposium

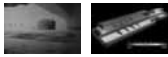


Example: Şişecam container



7

Şişecam Glass Symposium



2. Good Housekeeping



Energy Balance Model EBM CelSian's Fast Complete Glass Furnace (macroscopic model)

Thermodynamics/Batch Module:

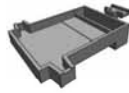
- Batch & glass properties
- Melting energy and melting loss

Batch Preheater Module:

- Energy flows in batch preheater
- Flue gas temperatures

Glass Module:

- Energy flows in melt
- Glass temperatures
- Zonal model
- Steady-state (~ 5 – 15 zones)



Recuperator Module:

- Energy flows in recuperator
- Gas and tube/shell temperatures



Combustion Module:

- Energy flows in combustion space
- Gas temperatures
- Zonal model
- Steady-state (~ 5 – 15 zones)
- Accurate 3D radiation heat transfer model



Regenerator Module:

- Energy flows in regenerator
- Flue, air and checker temperatures
- Layer model (~ 20 – 40 layers)
- Transient, determining quasi-steady state
- Both flue gas and air preheat phase



Refractory Module:

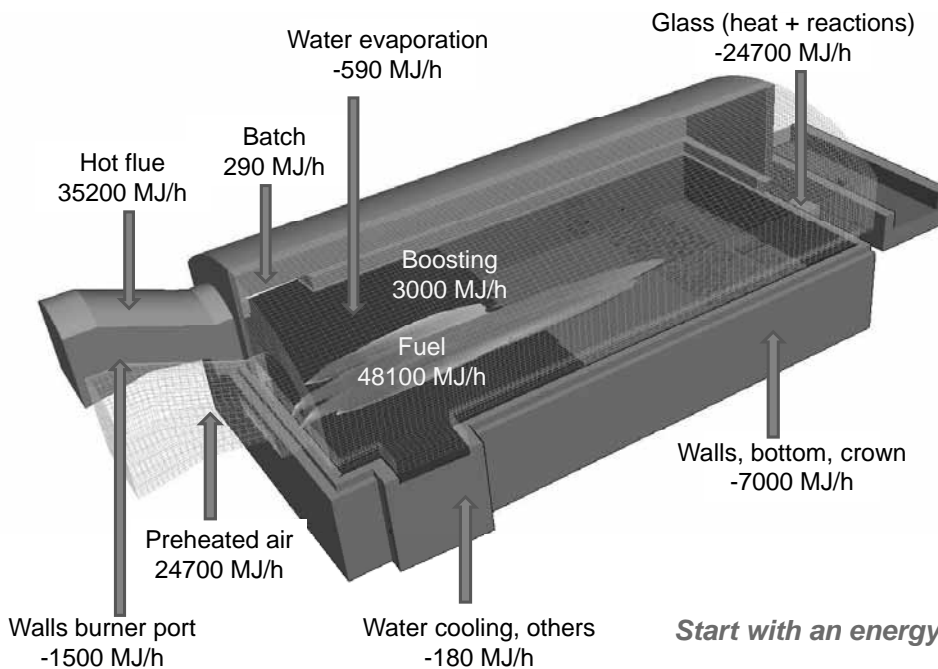
- Energy flows in multiple refractory layers
- Refractory temperatures

Materials Database:

- Properties of gases
- Properties of refractory materials
- Properties of glass oxides
- Properties of batch/cullet components

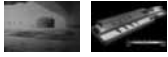
8

Şişecam Glass Symposium

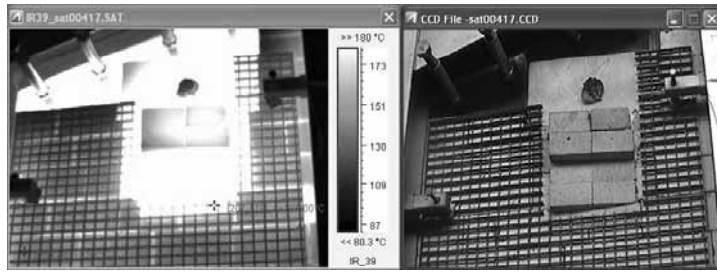


9

Şişecam Glass Symposium



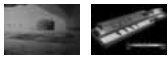
Minimize energy losses



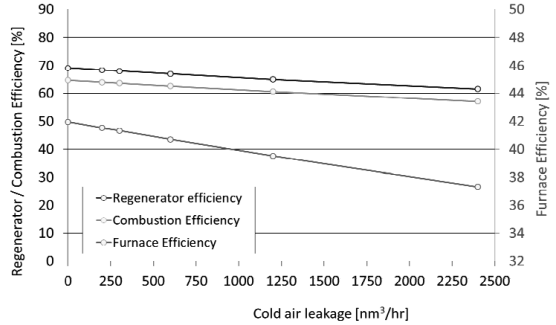
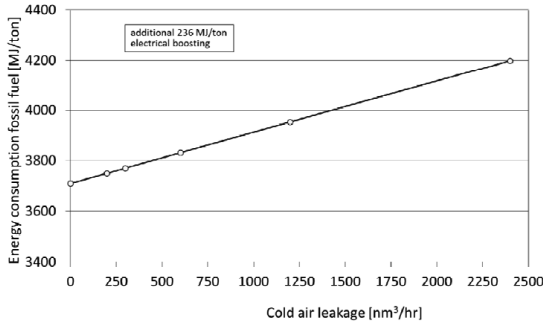
Minimize wall losses (burner-ports, crown, burner-blocks)

10

Şişecam Glass Symposium



Cold air leakage from 0 – 2400 nm³/hr



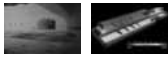
For increasing cold air leakage:

- Increasing gas rate and specific energy consumption from 3.7 to 4.2 GJ/ton to maintain the throat temperature at 1350 °C
- Decreasing efficiencies of regenerator and combustion space
- Decreasing furnace efficiency from 42 – 37%

Regenerator efficiency: increase in sensible heat in air divided by available sensible heat in flue gas
 Combustion efficiency: amount of heat to glass divided by amount of combustion heat
 Furnace efficiency: increase in sensible heat in glass divided by combustion heat + boosting energy

11

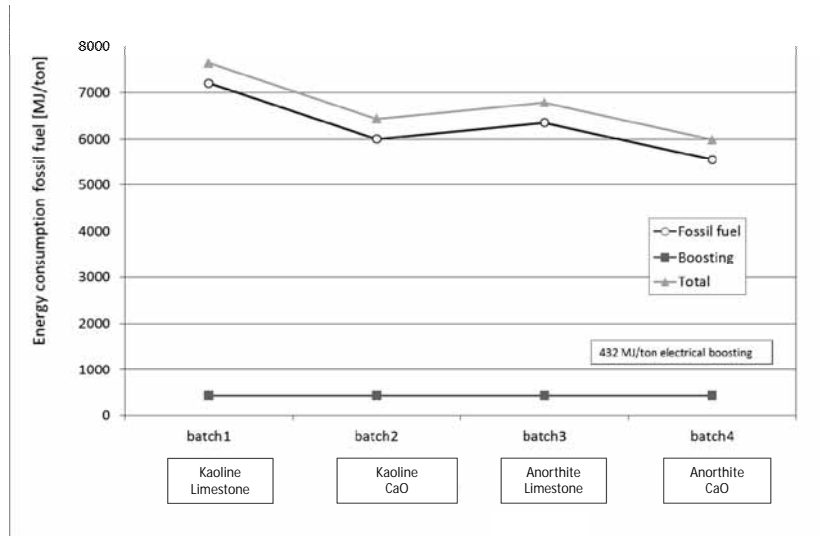
Şişecam Glass Symposium



Oxy-fired furnace Batch modifications

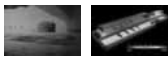


- › Large reduction (22%) in total specific energy consumption when changing from batch1 to batch4



12

Şişecam Glass Symposium

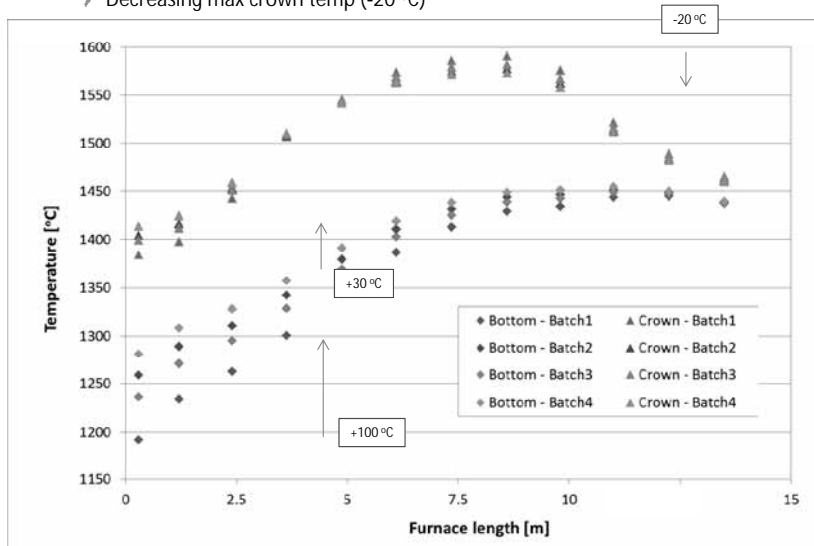


Oxy-fired furnace Temperature profiles



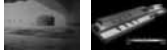
Additional advantages of batch4 over batch1:

- › Increasing bottom temp below batch (+100 °C)
- › Increasing crown temp above batch (+30 °C)
- › Decreasing max crown temp (-20 °C)

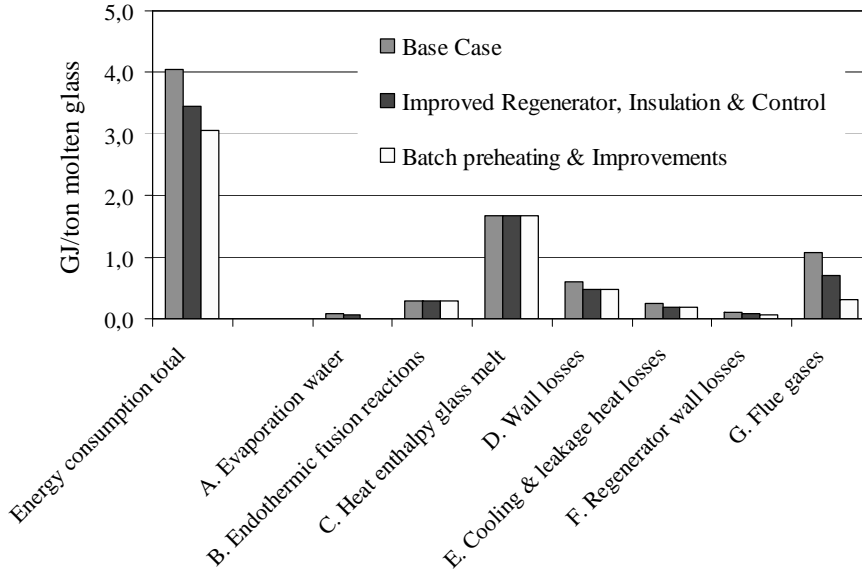


13

Şişecam Glass Symposium



Energy losses & consumption modern end-port fired glass furnace



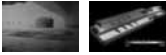
14

Şişecam Glass Symposium

Waste heat Recovery from flue gases

- › Steam generation from flue gas heat
 - › Steam for electricity production, heating purposes, high pressure (machines), chilling/cooling
 - › Steam for cullet preheating (180-220 °C)
 - › Steam for pellet drying & preheating (160-220 °C)
- › Direct preheating of raw materials
 - › Direct and indirect contact batch – flue gas
- › Thermochemical Recuperator (TCR)
 - › Under investigation
- › Preheating of fuel (gas) and oxygen
 - › EU project AGC – Air Liquide (float glass demo)

15

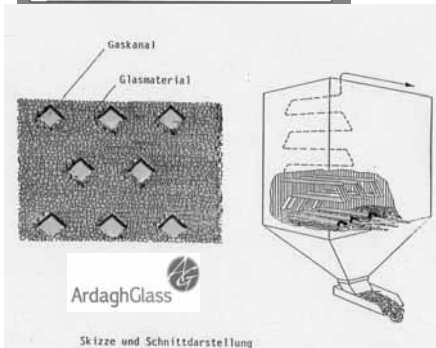
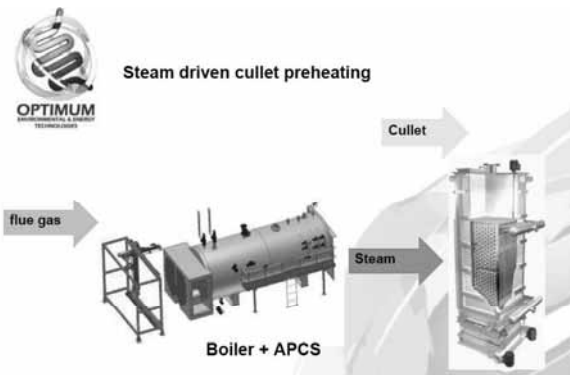
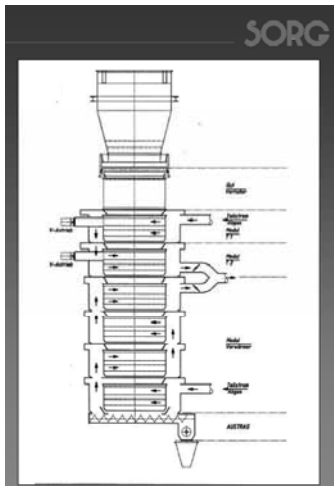


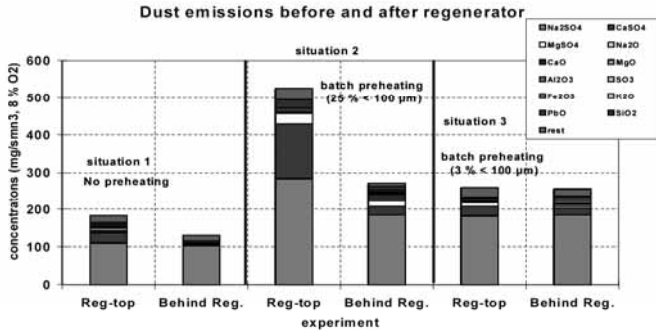
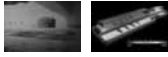
Batch / Cullet preheating Systems

Existing systems and new developments

16

Şişecam Glass Symposium

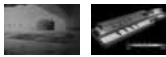




In some cases batch preheating not only results in positive effects !



s Symposium

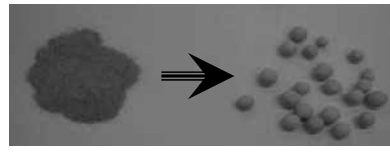
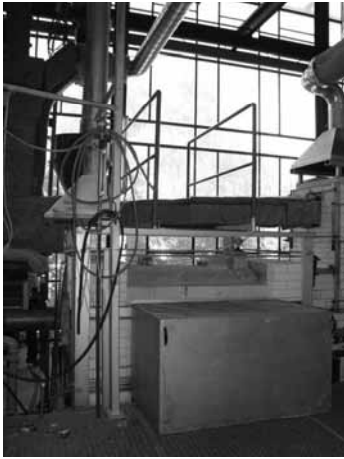


Batch and cullet preheating or

- › Only applied in container glass sector, mainly for air-fuel furnaces.
- › Alternatives for those who can't or won't preheat raw materials ?
- › Alternatives for other sectors ?
- › Alternatives for oxy-fuel furnaces ?

A solution for you ?

- Pellet preheating,
- Thermo Chemical Recuperator,
- Oxygen and natural gas preheating,



Batch raw materials +
water and/or binder

pelletizing unit

drying system

flue gases, &
water vapor

preheater

flue gases,
hot

preheated
pellets & cullet

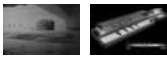
Glass melting
furnace

separate or
combined system

Pelletizing,
Pellet preheating

Process steps

20



HYGEAR

CelSian
Glass & Solar

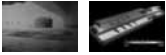
Thermo-Chemical Recuperator (TCR)

Fuel upgrading by chemical bonding of waste gas heat.

For who ?

1. Furnaces without batch preheater,
2. Oxy-fuel and recuperative furnaces
3. Small furnaces





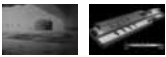
Principle of TCR-system

- Production of hot synthesis gas (CO, H₂)
- Required heat is recovered from the waste gases
- Combustion of synthesis gas (CO, H₂) in the glass furnace

	Heat	
	$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 25 °C	\longrightarrow CO + 3 H ₂ 700 °C
Moles of gas	1	4
Net calorific value (MJ/kmol)	802	283 242
Heat of combustion (MJ)	802	1090
Enthalpy (MJ)	≈ 0	83
Total heat content (MJ)	802	1173

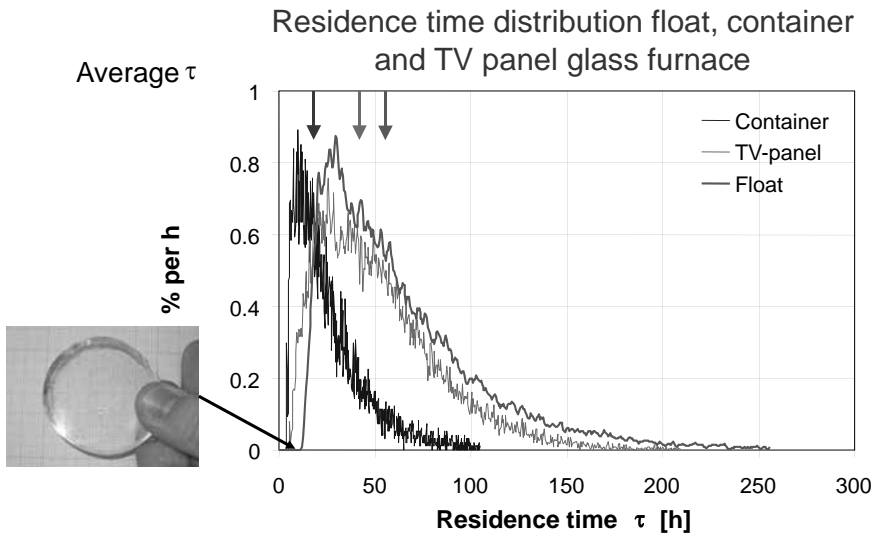
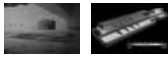
22

Şişecam Glass Symposium



New thoughts about industrial glass melting

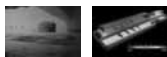
Şişecam Glass Symposium



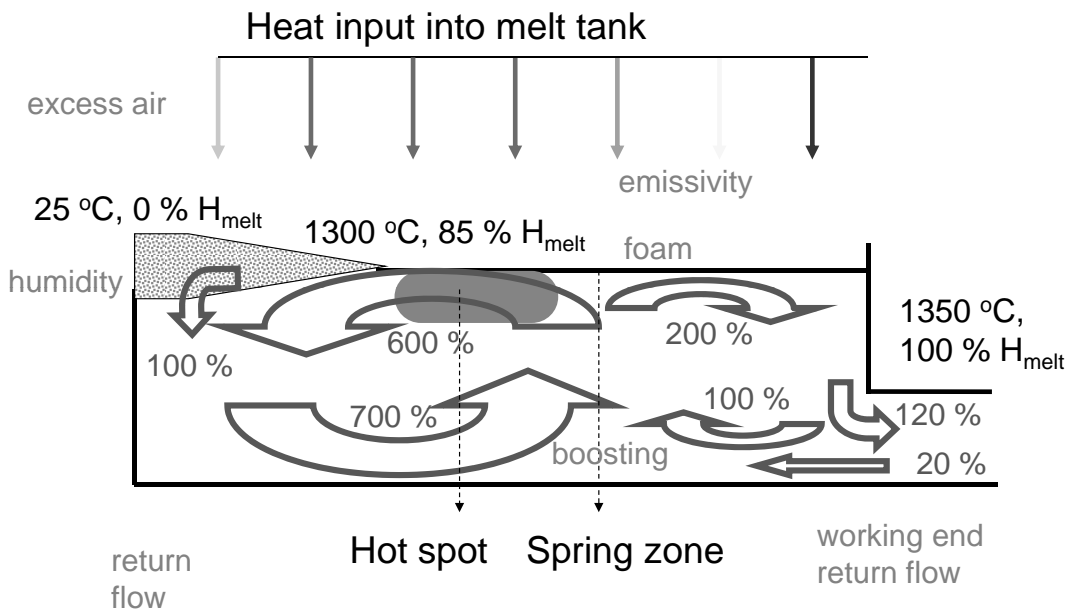
min. residence time / average residence time = 0.15-0.20

24

Şişecam Glass Symposium

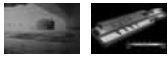


Critical Analysis of Glass Melt Process

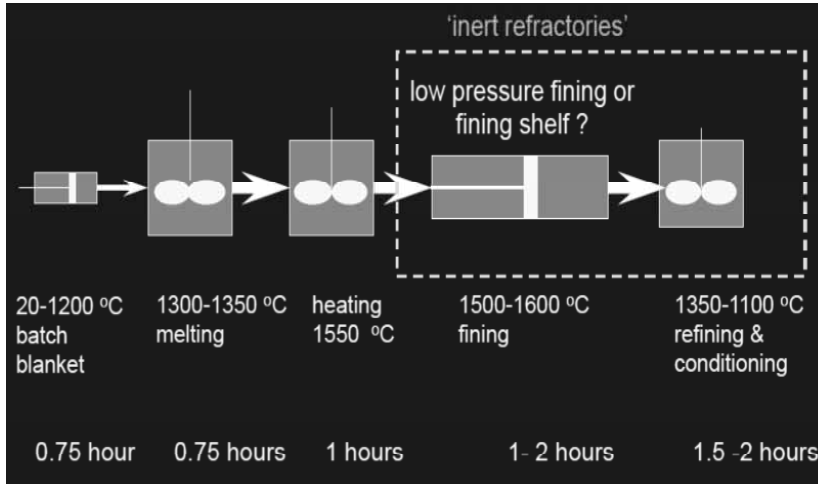


25

Şişecam Glass Symposium

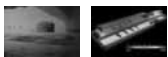


Segmented melter (ref: Beerkens)



26

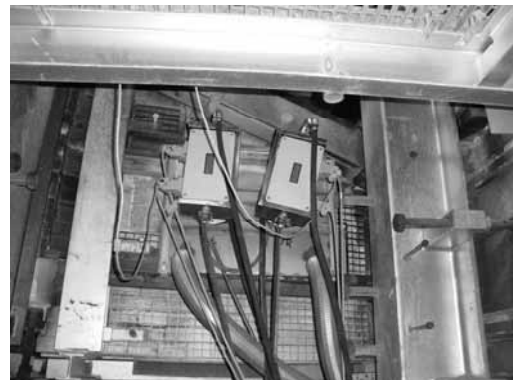
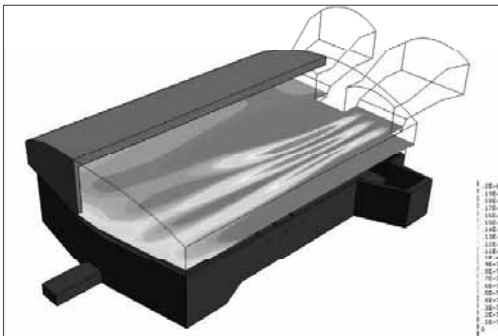
Şişecam Glass Symposium



Simulation, sensors and control

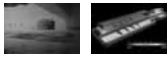


- Today, **advanced process control systems that use CFD based simulation** models (computational fluid dynamics modeling) are applied to predict dynamic response of furnace on input changes & disturbances.



27

Şişecam Glass Symposium



Tools to improve furnace technology

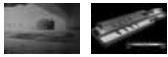
- › Simulation models for melts & combustion
- › Application of sensors and control systems
- › Better refractory material choices
- › Pre-treatment technology for batches
- › Segmented – compact melters
- › Improved understanding of fining
- › Approach of “melt space utilization” (Prof. L. Nemeč)
- › Better education of glass technologists on:
chemical engineering, thermo-chemistry

28

Şişecam Glass Symposium

Main steps to reduce energy & CO₂

1. Compare – benchmark;
2. Start with good housekeeping – Energy Balance Modeling;
3. Apply flue gas heat recovery, preferably by preheating of the combustion gases (air, fuel, oxygen) and raw materials or TCR;
4. Search for raw materials with lower energy footprint: e.g. replace normal batch by cullet.
5. Apply best available glass furnace design and operation technology: with model based process control;
6. Develop new compact glass melting concepts: New fining methods



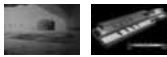
More info about Energy Reduction Programs & Waste gas heat recovery ?

Please contact:

Hans van Limpt
CelSian Glass & Solar B.V.
Eindhoven, The Netherlands
T +31 8886 65417
E hans.vanlimpt@celsian.nl

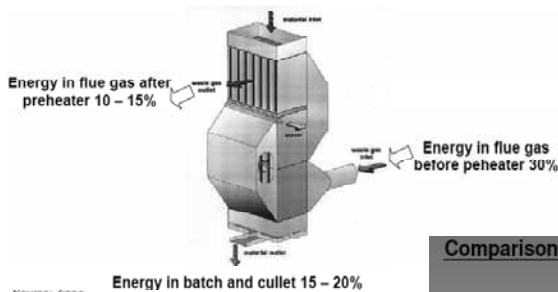
30

Şişecam Glass Symposium



Batch/cullet preheaters – new developments Zippe

(Source: Zippe – NCNG workshop 2011)

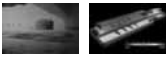


- Cullet: 0 – 100 %
- Improved drying section
- Pilot tests at container glass furnace

Comparison between old and new preheater technology

	Old type	New type (ABP)
Working principle	cross counter flow	cross counter flow
Construction	modular	modular
Heating mode	indirect	indirect/semi-indirect
Waste gas conduction	internal / external	completely internal
Steam discharge	yes	yes, improved
Max. waste gas temperature	600 °C	650 °C
Max. batch humidity	max. 0.5%	tested > 5%
Min. cullet value	min. 60%	tested < 15%*

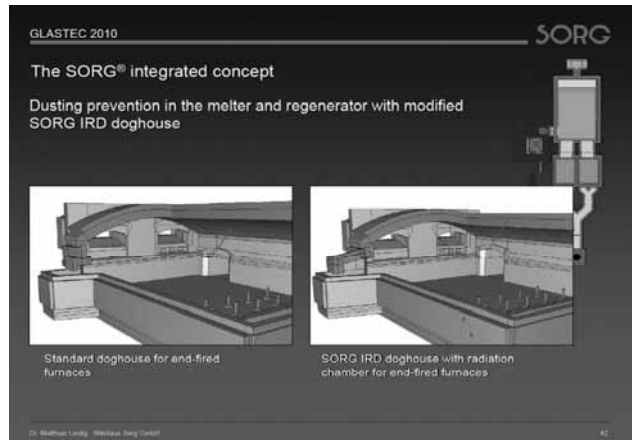
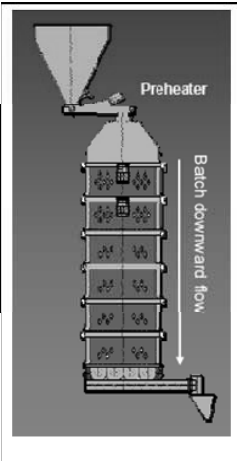
31



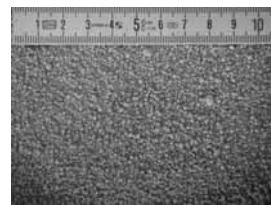
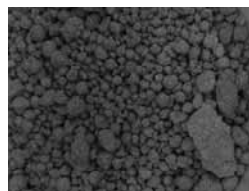
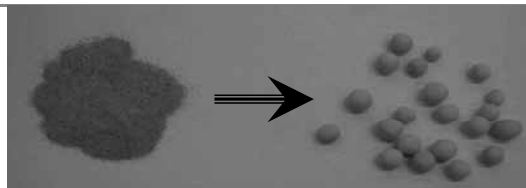
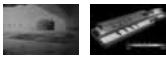
Batch/cullet preheaters – new developments SORG

(Source: SORG – NCNG workshop 2011 / GLASTECH 2010)

- Cullet: 0 – 100 %
- Enlarged doghouse to minimize carry-over;
- Improved, vibrating drying section;
- Installed at container glass furnace



32



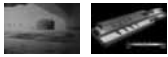
Briquettes

Granules

Micro granules

33

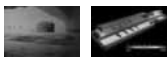
Şişecam Glass Symposium



Benefits of pellet preheating

- › Applicable for furnaces with low cullet level;
- › Energy reductions of 20 – 25 % are possible (10 – 18 % for conventional batch/cullet preheaters);
- › No carry-over, no doghouse design modifications required;
- › Improved glass quality.

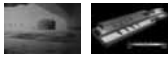
Şişecam Glass Symposium



Oxy-fuel: energy balance + cost savings

Glass furnace	original	hot TCR
pull rate [ton glass/day]	193	193
electrical boosting [kWh/h]	756	756
natural gas [m ³ /h]	759	569
reform gas [m ³ /h]	-	2010
natural gas savings [%]	-	25
Input		
fuel + heat [MJ/h]	24038	22728
heat of reform gas [MJ/h]	-	758
boosting [MJ/h]	2722	2722
	26760	26209
Output		
wall losses [MJ/h]	4282	4282
glass [MJ/h]	14450	14450
flue gases [MJ/h]	8028	7477
	26760	26209

	original	hot TCR	delta	price [EURO]	annual savings [kEUR]
natural gas [m ³ /h]	759	569	190	0.25	416
oxygen [m ³ /h]	1521	1216	305	0.10	267
CO ₂ [m ³ /h]	836	642	194		
CO ₂ [ton/y]	14388	11047	3341	30	100
			TOTAL		783



O₂ and natural gas preheating AGC oxy-fuel float



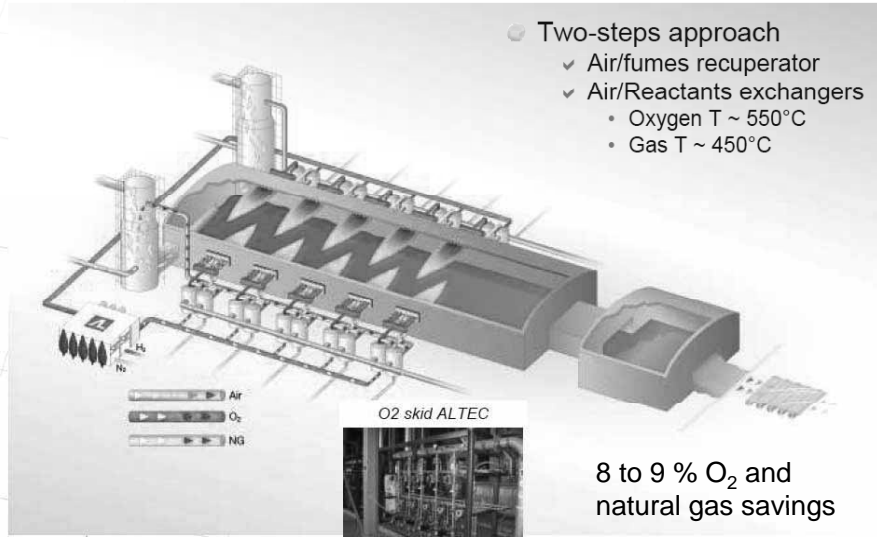
Industrial results



Burner performances **AGC**

Started end 2008

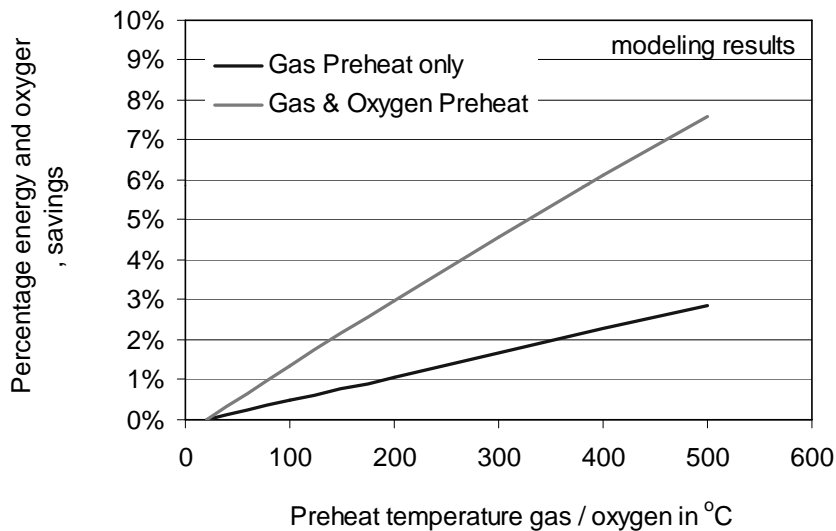
- Two-steps approach
 - ✓ Air/fumes recuperator
 - ✓ Air/Reactants exchangers
 - Oxygen T ~ 550°C
 - Gas T ~ 450°C



World leader in industrial and medical gases 9



Energy savings oxygen-gas fired container glass furnace by gas and oxygen preheating



TRAKYA YENİŞEHİR CAM SANAYİ A.Ş.'DE KURULAN ATIK ISI ELEKTRİK ÜRETİM TESİSİ İLE İLGİLİ YAŞANAN TECRÜBELER

Hüseyin Demir¹ - Serkan Şahin¹ - Levent Kaya²

hdemir@sisecam.com – sersahin@sisecam.com – lkaya@sisecam.com

¹Trakya Yenişehir Cam Sanayi A.Ş. / Düzcamlar Grubu

²Ergitme Teknolojileri ve Mühendislik Direktörlüğü – Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı/Genel Müdürlük



Hüseyin Demir, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliğini bitirdikten sonra 1995 yılında İşletme Mühendisi olarak göreve başladı. Trakya Yenişehir Cam San. A.Ş. kuruluşunda Yardımcı Tesisler Şefi olarak görev yaptı. 01.01.2012 yılından itibaren aynı şirkette Teknik Müdür olarak görev yapmaktadır.

Cam fırınlarında cam ergitilmesi için kullanılan doğalgaz, yakma işlemi sonrasında rejeneratörlerde baca gazı ısısının önemli bir kısmı tutularak geri kazanılsa da bacadan yine de önemli sıcaklık ve debide gaz çıkmaktadır.

Şimdiye kadar düzcamlar fırınlarında baca gazından çeşitli şekillerde yararlanma projeleri geliştirilmiştir. Yenişehir atık ısı projesi ise Şişecam'da atık ısı kazanları, türbin, şalt ve elektrik bağlantı sistemleri ve yardımcı tesisleri ile komple bir sistem olarak tasarılan ve uygulanan ilk projedir.

Yenişehir projesi planlanırken mevcut yöntemler ve yerli/yabancı firmaların teklifleri değerlendirilmiş ve geri ödeme süresi yaklaşık 2 yıl olan sistem ve firma seçimi yapılmıştır.

Dışarı satış söz konusu olmasa da Ulusal elektrik şebekesi ile olan direkt bağlantı ve üretilen güç nedeni ile Lisans alınması gündeme gelmiş ve lisans alınmıştır.

Her bir 760 ton/gün kapasiteli düzcamlar fırınından yaklaşık 2 - 2,5 MW net elektrik enerjisinin üretilebileceği görülmüştür. Tesis kapasitesi fırın tonajları ile direkt ilgilidir. Yenişehir fabrikasında 2 adet fırın olması nedeni ile 6 MW kapasiteli buhar türbini seçilmiştir.

Atık ısı geri kazanım tesisi 2012 yılı Nisan ayından itibaren deneme üretimlerine başlamış ve Enerji Bakanlığı tarafından Eylül ayında kabulü yapılmıştır. Tesis tüm fabrika elektrik tüketiminin %30-40'ını atık ısıdan sağlayabilmektedir. Bu oran sadece düzcamlar üretim hatlarının elektrik tüketiminin ise %60'ına karşılık gelmektedir.

Tesis tasarımında ve uygulamasında baca gazında var olan toz, SO_x, NO_x vb. yanma gazı ve hammadde kaynaklı safsızlıkların atık ısı kazanında değişik sıcaklıklarda reaksiyon oluşumlarının, atık ısı kazanı işletilmesi ve performansına olan etkileri gözlemlenmiştir. Özellikle SO_x oluşumunun yoğunlaşma sıcaklığının altındaki bazı bölümlere verdiği korozif etki gözlemlendiğinden, bu ekipmanların paslanmaz çeliğe dönüştürülmesi gerekmiştir.

Atık ısı geri kazanım tesisi projelendirme aşamasında; gelecekteki çevre mevzuatları ve yasal zorunluluklara uyum için gerekli olacak arıtma ünitelerinin de dikkate alınması gereklidir.

Anahtar Sözcükler: Atık ısı, geri kazanım

1. Tanıtım

Trakya Yenişehir Cam Sanayii A.Ş. Bursa ili Yenişehir ilçesi Organize Sanayi Bölgesi içerisinde faaliyet göstermektedir.

Trakya Yenişehir Cam Sanayii A.Ş. Fabrikası; iki düzcam hattı, bir kaplamalı cam hattı ve bir lamine hattı işletmesi ile üretim yapmaktadır.



Tesiste 800 ton/gün kapasiteli, rejeneratif, 6 portlu 5500 Nm³/h doğalgaz yakıt kapasiteli 2 adet düzcam fırını vardır. Her bir bacadan 80.000 Nm³/h baca gazı atmosfere bırakılmaktadır.

2. Projenin Etüdü

Proje başlangıçta atık ısının nasıl değerlendirilebileceğine yönelik toplantılar ile başlandı. Fabrikanın sıcak su ve buhar ihtiyaçları da göz önüne alınarak farklı alternatif uygulamalar tartışıldıktan sonra buhar kazanı ve ardından buhar türbini çözümüde karar kılındı. Sıcaklığın yüksek olması ve ORC teknolojisinin projenin gündeme geldiği yıllarda veriminin buharlı sistemlere göre düşük olması, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve o yıllarda 450 °C üzerinde çalışan ORC akışkanının teknik olarak bulunmaması nedeni ile alternatif olarak düşünülmedi.

Projede prensip olarak yüksek basınçlı kızgın buhar üretimi, buhar türbini, sıcak su eşanjörü ve elektrik bağlantı sistemleri ile yardımcı üniteler olarak planlandı.

3. Proje Mali Analizi

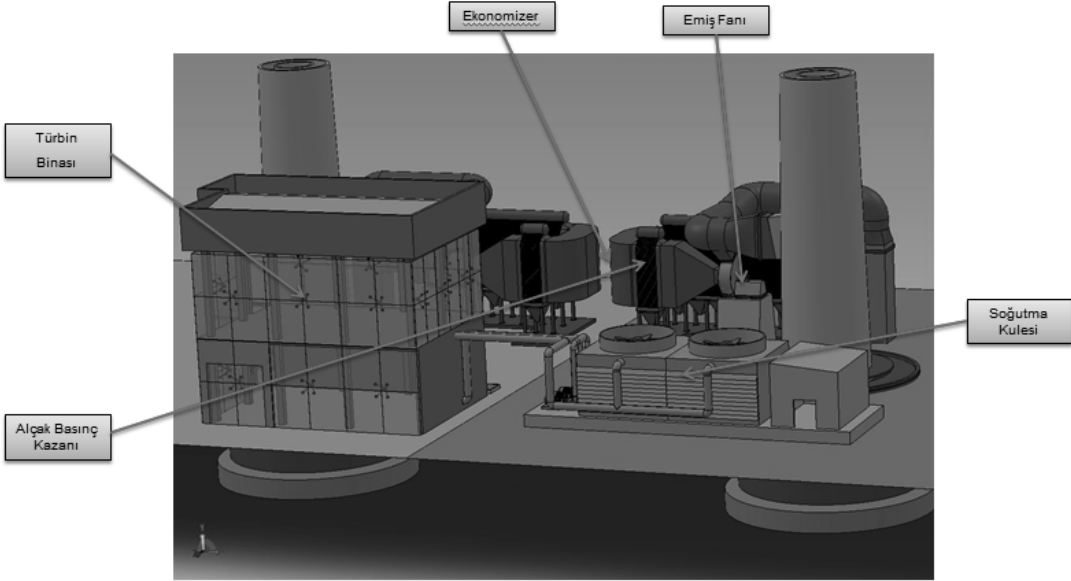
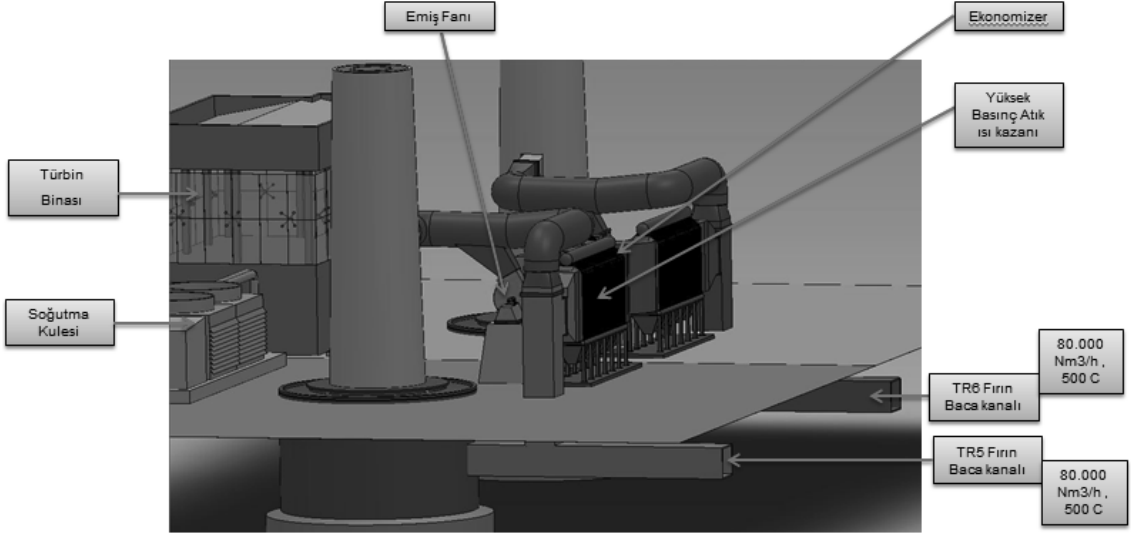
Yapılan proje çalışmaları sonunda Düzcam fırını bacalarından atmosfere atılan enerji ile elektrik, buhar ve sıcak su da alınabilecek bir atık ısı geri kazanım sistemi kurulmasına karar verildi. İhale süreci sonunda yerli firma ile projenin geri ödeme süresi 2 yıl olarak çıktı ve yatırım kararı alındı.

TABLO 1: ATIK ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ BASİT MALİ GERİ ÖDEME TABLOSU		
Giderler		
Personel gideri [2]	8x746 €/ay	71.616 €/yıl
Bakım/işletme giderleri	3.500 €/ay	42.000 €/yıl
Yıllık toplam gider		113.616 €/yıl
Gelirler		
Elde edilen net elektrik[2],[4]	4 MW	2.163.840 €/yıl
Elde edilecek sıcak su[4]	600.000 kcal/h	174.445 €/yıl
Yıllık toplam gelir [5]		2.338.285 €/yıl
Yıllık net gelir [€]	2.224.669 €/yıl	
Sistem maliyeti [€]	4.450.000 €	
Yatırım maliyeti [€]	4.600.000 €	
Geri ödeme süresi	2 yıl	

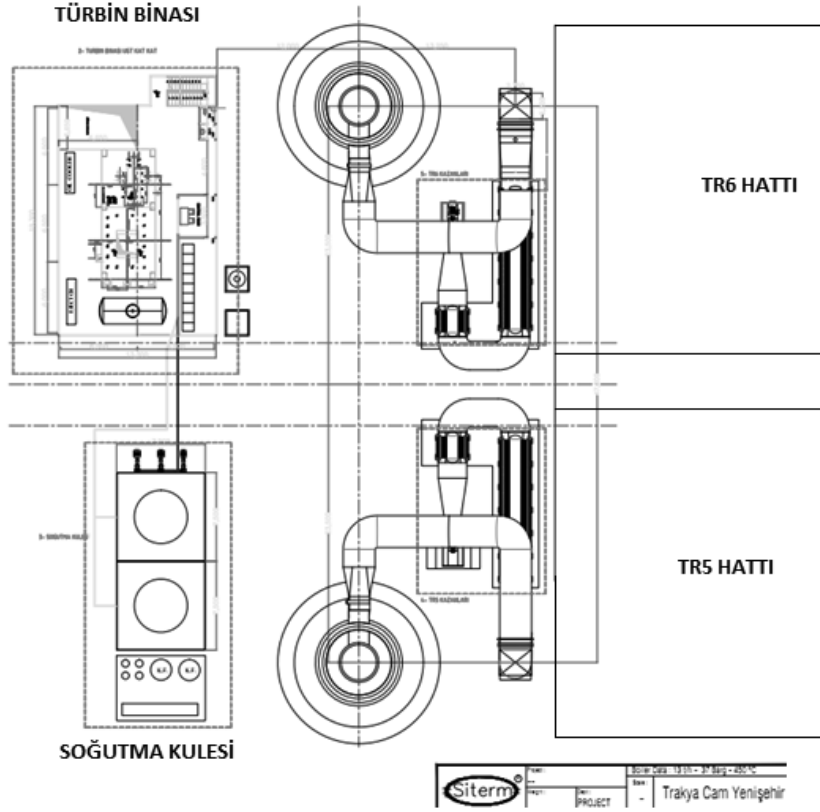
4. Projenin Gerçekleştirilmesi

Proje hazırlık ve şartname hazırlığı çalışmalarına 2006 yılında başlanan proje 2 adımlı bir teklif alma sürecinden geçerek 2010 yılında siparişi bağlanmıştır. 2011 yılı Mayıs ayında montajına başlanarak ve 2012 yılı Mayıs ayında deneme üretimlerine başlamıştır. Enerji Bakanlığı kabul testleri de 2012 Eylül ayında yapılarak resmi kabulü yapılmıştır. Burada bahsi geçen tecrübeler 1 yıllık işletme tecrübelerinin sonucudur.

5. Atık ısı tesisinin genel görünüşü:



6. Atık ısı tesisi yeleşim planı:



Tesis Görünüş Resimleri (Türbin Binası)



7. Atık ısı tesisi iç ekipmanlar:



- Tesis Görünüş (Türbin)



- Tesis Görünüş (Alternatör)



8. Lisans ve izin aşamalarında yaşanan güçlükler;

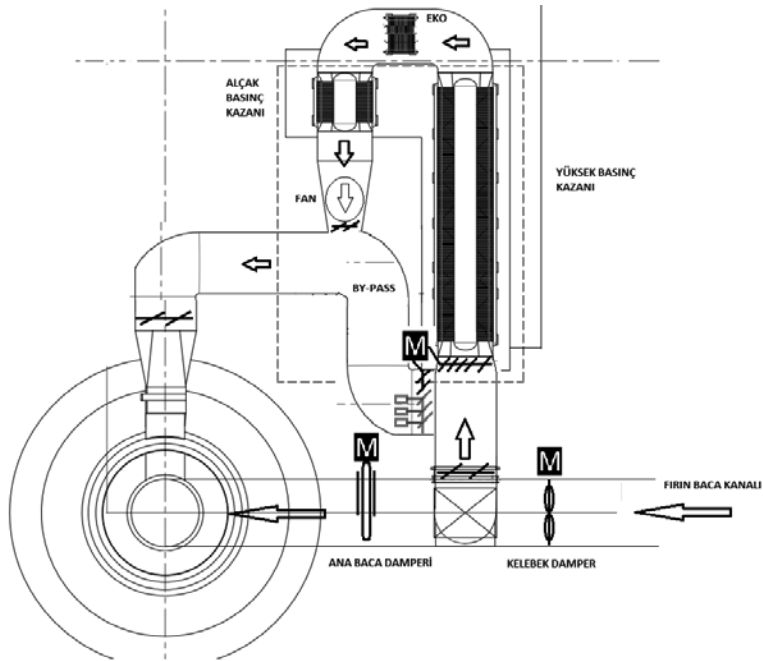
Otoprodüktör lisans alınması süreci

- 8.1. Tesis her ne kadar enerji satmak için projelendirilmemiş olsa da ulusal şebekeye olan bağlantısı ve tesis devre dışı kaldığında ulusal şebekeden enerji çekmesi gerektiği için EPDK'dan Otoprodüktör lisansı alınması gerekmiştir.
- 8.2. Lisans alma çalışmalar için danışman firmalarla çalışılmış ancak buna rağmen süreç oldukça uzun ve zahmetli olmuştur.
- 8.3. Lisans alma çalışmalarını iki aşamadan oluşmuş Otoprodüktör Lisansı alınması yaklaşık 15 ay sürmüştür.
- 8.4. Lisans alındıktan sonra tesisin resmen işletmeye alınması 6 ay sürmüştür.

9. Operasyon sırasında yaşanan güçlükler

9.1. Fırın iç basınç dalgalanması:

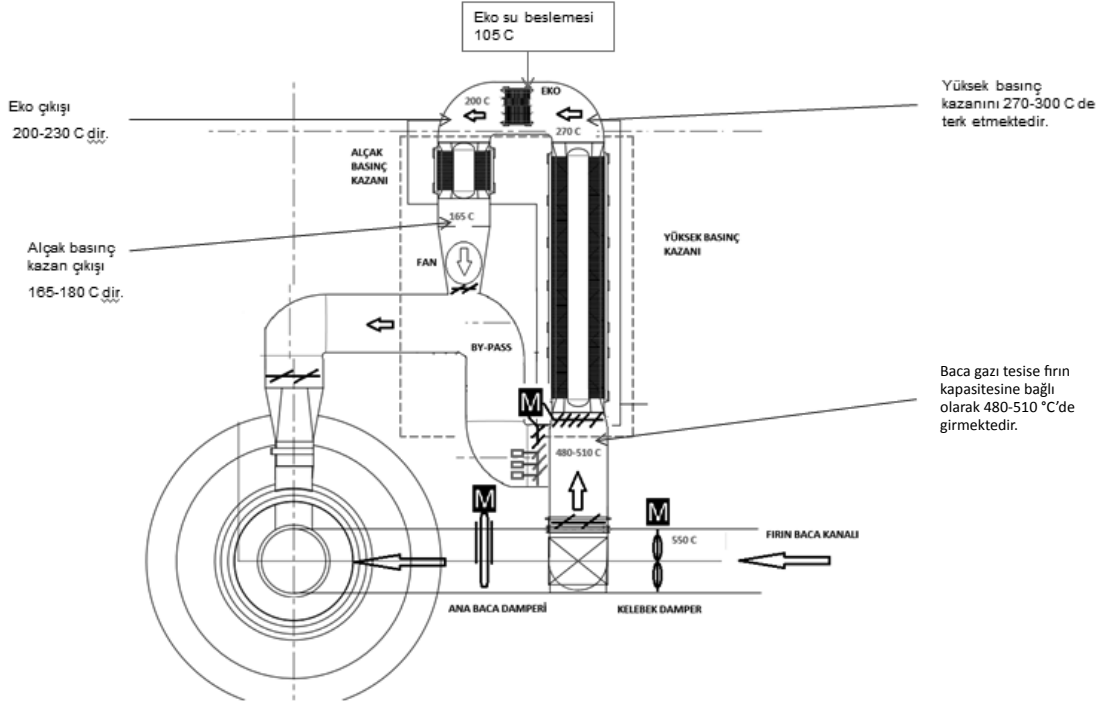
- 9.1.1. Cam Fırınları için çok önemli bir parametre olan iç basınç, tesisin devreye girmesinden sonra daha stabil bir hal almış, fırtına ve benzeri olumsuz hava koşullarında etkilenmeler azalmıştır. Ancak elektrik kesintisi veya tesis arızası gibi durumlarda ana baca damperinin yavaş açması nedeniyle yaşanan sorunlar gidermek için hızlı açan bir sistem geliştirilmiştir.
- 9.1.2. Cam fırınlarının iç basınçları önemli bir işletme parametresidir. Fırın iç basınçları baca gaz kanalındaki kelebek damperler ile sağlanmaktadır.
- 9.1.3. Atık ısı tesisi devreye girmesi sonrasında, baca gazının atık ısı kazanında geçmesinin sağlanması için fan ile cebri emiş yaptırılmaktadır. Atık ısının tamamı da kazan yönlenmesi için ana baca damperi de kapatılmaktadır. Dolayısı ile fan fırın iç basınç kontrol sisteminin bir parçası haline gelmekte ve kelebek damper sonrası tesis girişinde frekans kontrolü ile sürekli bir stabil durum sağlamaktadır.
- 9.1.4. Ancak enerji kesintisi veya dalgalanmasında, yada arıza durumlarda atık ısı fanı durmakta ve by-pass klapesi açınca kadar anlık olarak fırında iç basınç yükselmesi olmaktadır.
- 9.1.5. Bu nedenle by-pass klapesine fırın otomasyon sistemine bağlı ve pnömatik olarak çok hızlı açılma yapabilecek klape revizyonu yapılmıştır.



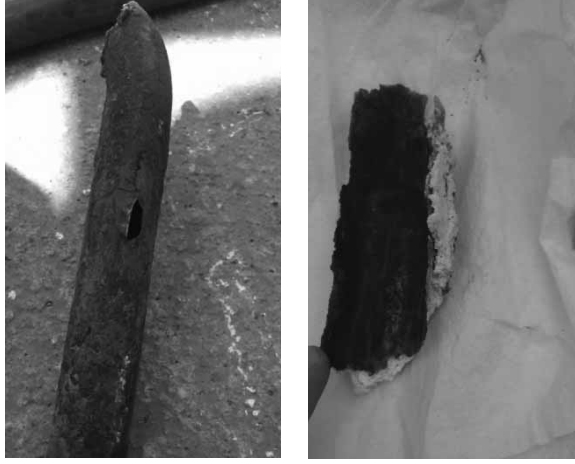


9.2. Sülfat Korozyonu

- 9.2.1. Fırınlarımızda yakıt olarak doğalgaz kullanılmasına rağmen hammadde olarak kullandığımız Sodyum Sülfat nedeniyle bacalarımızda 500 mg/Nm³'e kadar SO_x gazları bulunmaktadır.
- 9.2.2. Bilindiği üzere 150 °C altında kondens olabilen bu gazlar asidik bir yapı oluşturmakta ve korozyona sebebiyet verebilmektedir.
- 9.2.3. Tesis dizayn edilirken gaz sıcaklığı hiçbir yerde bu değerin altına düşmemesine dikkat edilmekle birlikte ekonomizere beslenen su sıcaklığının 105 °C olması nedeniyle ekonomizörün giriş borularının yüzeyinde korozyona sebebiyet vermiştir.



9.2.4. Özellikle ekonomizerin ilk 5-6 borusunda başlayan patlama problemi incelendiğinde eko borularında kabuk şeklinde sülfat korozyonu olduğu görüldü.



9.2.5. Firma ile yapılan görüşmeler sonucunda acil çözüm olarak giriş suyunun ısıtılması amacı ile su beslemesinin önüne buhar boru serpantinli ısıtıcı monte edildi. Böylece suyun ekoya 135 °C'de girmesi sağlandı. Bu sistem elektrik üretebileceğimiz yüksek basınçlı buhardan çaldığı için performansını bir miktar düşüren bir çözümdür.



- 9.2.6. Kalıcı çözüm olarak ekonomizer paketlerinin paslanmaz çelik malzeme ile değiştirilmesi gündeme geldi. Bu paket değişimlerinin bir kısmı yapıldı. 2. parti uygulaması için çalışmalar sürdürülmektedir. Performansı ile ilgili süreç takibi devam edecektir.



- 9.2.7. Merkez çevre grubumuzun yaptığı ölçümlerde baca gazındaki SO₂ konsantrasyonunun atık ısı tesisinden geçerken konsantrasyonundaki düşüş aşağıdaki ölçüm sonuçlarında görülmektedir.

TR5 Hattı atık ısı kazanı geçişi SO₂ Konsantrasyon Değişimi

Ölçüm Noktası	Sıcaklık (C°)	SO ₂ (mg/Nm ³)
Baca Kanalı	571	474
Ekonomizer Giriş	315	439
Ekonomizer Çıkış	233	409
K. Kazan Çıkış	200	406

9.3. Birikinti ve Kirlilik

9.3.1. 2,5 aylık periyotta, yüksek basınç kazanında gaz sıcaklığı yüksek olması nedeni ile, oluşan birikinti çok ince toz şeklinde olmakta ve mekanik yöntemlerle kolayca temizlenebilmektedir.



9.3.2. Yüksek basınç kazanında kolayca temizlenen birikinti gaz sıcaklığının düştüğü alçak basınç kazanında sert bir formasyon almaktadır. Bu birikme hem buhar üretimini düşürmekte hem de gazın geçişini engelleyerek zaman içinde emiş fanının daha yüksek değerlerde akım çekmesine sebep olmaktadır.



9.3.3. Bir diğer önemli konuda emiş fanının tasarımı ve özellikleridir. Emiş fanı normal şartlarda 180-200 °C sıcaklıkta çalışırken tesiste kirlilik artmaya başladığında atık gaz ısısını bırakmadan geçiş yapması sonucunda fan girişinin sıcaklığı artmakta ve 250-300 °C düzeyine çıkabilmektedir. Fan tasarımının buna uygun olması gerekir.

- 9.3.4. Mevcut tecrübemizde 2-2,5 Aylık periyotlarda kazanlar durdurularak komple temizlenmekte ve bu temizliklerden yaklaşık 6 ton sodyum sülfat çıkmaktadır. Tehlikeli atık kapsamında olan bu malzemenin bertarafı da bir başka çevresel faktör olup, Soda Sanayi ile çalışma yürütülmektedir.
- 9.3.5. Kazanlara takılacak olan temizlik sistemleri temizlik periyotlarını ciddi olarak etkilemekte olup bizim kazanlarımızda ultrasonik temizlik ekipmanları bulunmaktadır.



10. Atık ısı geri kazanım tesisi projelendirme aşamasında; gelecekteki çevre mevzuatları ve yasal zorunluluklara uyum için gerekli olacak arıtma ünitelerinin de dikkate alınması gereklidir. Dolayısı ile tesislerin bu filtrasyon sistemlerine hızla uyum sağlayacak altyapı, by-pass gibi donanımlarla projelendirilip monte edilmelidir.

Sonsöz:

Zaman zaman sıkıntılı konular ile karşılaşılrsa da kurulan bu sistem fiili olarak toplam fabrika elektrik ihtiyacının % 40-60'ını karşılamaktadır.

Teşekkür:

Şişecam'a böyle bir tesisin kazandırılmasında projede emeği geçen, halen görevde olan ve olmayan tüm Şişecam çalışanlarına ve yüklenicilere teşekkür ederiz.

DÜNYA'NIN EN BÜYÜK KURUMSAL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RAPORLAMA SİSTEMİ: CDP VE ŞİŞECAM

Mirhan Köroğlu Göğüş

mirhank@sabanciuniv.edu

Sabancı Üniversitesi / Üniversite

Ali Efe Çağlayan

ecağlayan@sisecam.com

Analiz ve Destek Hizmetleri Direktörlüğü – Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı / Genel Müdürlük



Mirhan Köroğlu Göğüş, Marmara Üniversitesi Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler bölümünden mezun olduktan sonra 2005 yılında Sabancı Üniversitesi'nde Avrupa Çalışmaları yüksek lisansını tamamladı. AB ile ilgili kurumlar ve Avrupa Parlamentosu'nda çalıştıktan sonra Chevening bursu ile London School of Economics'te Siyaset Ekonomisi yüksek lisansı yaptı. 2010 yılından bu yana Sabancı Üniversitesi Kurumsal Yönetim Forumu'nun Proje Koordinatörü ve CDP'nin Türkiye ayağınının Proje Yöneticisi olarak çalışmaktadır.



Ali Efe Çağlayan, 2002 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde lisans, 2004 yılında ise İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2007 yılından bu yana Şişecam Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı bünyesindeki Çevre Yöneticiliği'nde görev yapmaktadır.

CDP, 2000 yılında, şirketlerin, yatırımcıların ve hükümetlerin iklim değişikliği tehdidine karşı önlem almalarını sağlayacak bilgileri toplamak ve paylaşmak amacıyla yeşil yatırım konusunda İngiltere'nin önde gelen isimlerinden Tessa Tennant ve Paul Dickenson tarafından Londra'da başlatıldı. CDP, ilk kurulduğu yıllardan itibaren Amerika Eski Başkan Yardımcısı Al Gore ve Sir Nickolas Stern ile beraber iklim değişikliğinin finansal etkilerinin anlaşılmasında rol oynayan 3 ana global etkenden biri olarak kabul edilmektedir. Dünyanın önde gelen uluslararası kurumsal yatırımcılarının (2013 yılı itibariyle 722 yatırımcı) CDP aracılığı ile talep ettiği kurumsal iklim değişikliği verilerini bir araya getirerek, bu verileri yatırımcıların, iş dünyasının ve karar alıcıların bilgisine sunan CDP, iklim değişikliği konusundaki bilgiyi ve bilinci artırmayı ve bu konuda çözümler üretilmesine aracı olmayı hedeflemektedir.

CDP aracılığıyla toplanan sera gazı salımları, iklim değişikliği stratejileri ve sürdürülebilir su ve orman kullanımı ile ilgili verilerin, özel sektörün politika ve yatırım kararlarının merkezine yerleşmesiyle iklim

değişikliği ve su kaynakları yönetimine yönelik çözümlerin hızlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca kurumsal yatırımcılara da yatırım kararlarını alırken iklim değişikliğine bağlı riskleri de göz önünde bulundurabilme imkanını sağlamaktadır. Bu açıdan CDP, iklim değişiklikleri risklerinin şirketler tarafından nasıl yönetildiğini küresel çapta raporlayan tek bağımsız uluslararası kuruluş olma özelliğini taşımaktadır.

Tüm dünyada yaklaşık 60 ülkeden 5000 civarında kuruluş, azaltım hedeflerini belirlemek ve performanslarını arttırmak amacıyla iklim değişikliği stratejilerini, su kaynaklarının ve orman ürünlerinin yönetimini CDP aracılığıyla açıklamaktadır. Proje Türkiye'de 2010 yılından bu yana Sabancı Üniversitesi Kurumsal Yönetim Forumu tarafından Akbank'ın sponsorluğu Ernst&Young Türkiye'nin rapor sponsorluğunda yürütülmektedir. CDP Türkiye, her sene, uluslararası kurumsal yatırımcılar adına IMKB-100 endeksine dahil olan şirketlere CDP sorularını yanıtlamaları için davet yollamaktadır. Türkiye'de uygulanan ana program iklim değişikliği programı olsa da, Türkiye'den birçok farklı kurum CDP'nin diğer programları (tedarikçi zinciri, su, orman ve kentler programı) kapsamında da davet alabilmektedir. CDP'ye verilen yanıtlar ışığında her sene CDP Türkiye Raporu hazırlanmaktadır. Tüm yanıtlar CDP'nin geliştirdiği derecelendirme metodolojisine göre değerlendirilmekte ve en yüksek puanı alan kurumlara her sene CDP Türkiye Karbon Saydamlık Lideri ödülü ve Karbon Performans Lideri ödülü verilmektedir.

T. Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. 2011 yılından beri Proje'ye katılmakta olup enerji, sera gazları, iklim değişikliği ile ilgili risk/fayda analizleri ve şirket stratejilerini, "gönüllülük" ve "şeffaflık" esaslarına uygun olarak Proje paydaşlarına açmaktadır.

Anahtar Sözcükler: İklim Değişikliği, CDP, Sera Gazları, Risk/Fayda Analizleri

1. CDP-Türkiye

CDP, 2000 yılında, şirketlerin, yatırımcıların ve hükümetlerin iklim değişikliği tehdidine karşı önlem almalarını sağlayacak bilgileri toplamak ve paylaşmak amacıyla Londra'da başlatılmıştır. CDP aracılığıyla toplanan sera gazı salımları, iklim değişikliği stratejileri ve sürdürülebilir su ve orman kullanımı ile ilgili verilerin, özel sektörün politika ve yatırım kararlarının merkezine yerleşmesiyle iklim değişikliği ve su kaynakları yönetimine yönelik çözümlerin hızlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca kurumsal yatırımcılara da yatırım kararlarını alırken iklim değişikliğine bağlı riskleri de göz önünde bulundurabilme imkanını sağlamaktadır. Bu açıdan CDP, iklim değişiklikleri risklerinin şirketler tarafından nasıl yönetildiğini küresel çapta raporlayan tek bağımsız uluslararası kuruluş olma özelliğini taşımaktadır.

Tüm dünyada yaklaşık 60 ülkeden 5000 civarında kuruluş, azaltım hedeflerini belirlemek ve performanslarını arttırmak amacıyla iklim değişikliği stratejilerini, su kaynaklarının ve orman ürünlerinin yönetimini CDP aracılığıyla açıklamaktadır. Proje Türkiye'de 2010 yılından bu yana Sabancı Üniversitesi Kurumsal Yönetim Forumu tarafından Akbank'ın sponsorluğu Ernst&Young Türkiye'nin rapor sponsorluğunda yürütülmektedir. CDP Türkiye, her sene, uluslararası kurumsal yatırımcılar adına IMKB-100 endeksine dahil olan şirketlere CDP sorularını yanıtlamaları için davet yollamaktadır. Türkiye'de uygulanan ana program iklim değişikliği programı olsa da, Türkiye'den birçok farklı kurum CDP'nin diğer

programları (tedarikçi zinciri, su, orman ve kentler programı) kapsamında da davet alabilmektedir. CDP'ye verilen yanıtlar ışığında her sene CDP Türkiye Raporu hazırlanmaktadır. Tüm yanıtlar CDP'nin geliştirdiği derecelendirme metodolojisine göre değerlendirilmekte ve en yüksek puanı alan kurumlara her sene CDP Türkiye Karbon Saydamlık Lideri ödülü ve Karbon Performans Lideri ödülü verilmektedir. CDP, 2000 yılında, şirketlerin, yatırımcıların ve hükümetlerin iklim değişikliği tehdidine karşı önlem almalarını sağlayacak bilgileri toplamak ve paylaşmak amacıyla başlatılmıştır. Proje aracılığıyla sera gazı emisyonları, iklim değişikliği stratejileri ve sürdürülebilir su ve orman kullanımı ile ilgili verilerin kamuoyuna ve yatırımcılara açıklanması sayesinde şirketler, şehir yönetimleri ve hükümetler karbon emisyonlarını azaltma hedefleri koyarak performans iyileştirmesi yapabilmektedir. Veriler özel sektör, politika ve yatırım kararlarının merkezine yerleştirilerek iklim değişikliği ve su kaynakları yönetimine yönelik çözümleri hızlandırmayı amaçlamaktadır.

2013 yılında 81 trilyon dolar değerindeki varlığı yöneten 722 kurumsal yatırımcı adına hareket eden CDP şirketleri düşük karbonlu ekonomiye geçebilmeleri için teşvik etmekle kalmayıp, ayrıca kurumsal yatırımcılara da yatırım kararlarını alırken iklim değişikliğine bağlı riskleri de göz önünde bulundurabilme imkânını sağlamaktadır. Bu açıdan CDP, iklim değişiklikleri risklerinin şirketler tarafından nasıl yönetildiğini küresel çapta raporlayan tek bağımsız uluslararası kuruluş olma özelliğini taşımaktadır.

Tüm dünyada yaklaşık 60 ülkeden 5000 civarında kuruluş, azaltım hedeflerini belirlemek ve performanslarını arttırmak amacıyla sera gazı emisyonlarını, su kaynaklarının yönetimini ve iklim değişikliği stratejilerini CDP aracılığıyla ölçmekte ve açıklamaktadır. Proje Türkiye'de 2010 yılından bu yana Sabancı Üniversitesi Kurumsal Yönetim Forumu tarafından Akbank'ın sponsorluğu Ernst&Young Türkiye'nin rapor sponsorluğunda yürütülmektedir.

2. CDP'nin Rolü ve Önemi

Faaliyetleri nedeniyle önemli miktarlarda sera gazı emisyonuna neden olan şirket ve organizasyonlar, birbiri ardına gündeme gelen ulusal ve uluslararası kısıt ve yükümlülükler ile karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle Kyoto sonrası dönemde daha aktif ve istekli bir görünüm çizen Türkiye, ulusal politika ve stratejilerini bu çerçevede şekillendirmektedir. Artan kapasitelere bağlı enerji ihtiyacı, iklim değişikliği ile mücadele kapsamındaki faaliyetlere finansal bir altyapı hazırlığını gündeme getirmektedir. Enerji ihtiyacının hızlı ve sürdürülebilir olarak sağlanması, sera gazı emisyonlarının kontrol altına alınmasını gerektiren dönem söz konusu olduğunda; yeni yatırımları ve dolayısıyla finansman ihtiyacını da beraberinde getirmektedir.

Öte yandan artan müşteri farkındalığına olarak; karbon ayak izi ve sera gazı emisyonlarının, marka değeri ve ticari tercih edilebilirlik üzerindeki etkisi giderek artmaktadır. Günümüzde paydaşlar, şirketlerden sorumlu birer tüzel vatandaş olmalarını beklemekte, şirketlerin hangi yöntemlerle katma değer yarattığına ilişkin daha fazla bilgi ve şeffaflık talep etmektedir.

Tüm bu faktörler, günümüzde şirketlerin faaliyetlerine bağlı iklim değişikliği etkilerini ölçme ve yönetmeleri açısından gereğini gözler önüne sermektedir. Bu açıdan sera etkisini kontrol ve azaltma,

“çevreci” bir yaklaşımdan öte, şirketlerin kârlılık ve rekabet güçleri açısından önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bu gibi yönetsel stratejilerin getirisi; imaj artışı ve maliyet düşüşlerinin yanı sıra kapsamlı bir risk önleme yapısının oluşmasıdır.

Bu bakımdan iklim değişikliği ile mücadele, ekonomik yapının bir dönüşüm geçirerek düşük karbon salımına dayalı üretim ve hizmet yöntemlerine geçişini hızlandıran bir strateji haline almıştır. Sürdürülebilir bir kalkınma modeli olarak tanımlanan “düşük karbon ekonomisine” geçiş, iklim değişikliği ile mücadele kapsamındaki yükümlülüklerin ülke ve sektörlere yüklediği ya da yükleyeceği maliyetlerin yanında iklim dostu organizasyonlar için fırsatlar sunan bir kavramdır. Model iş dünyası için uzun vadeli paydaş katılımının sağlanması, iklim değişikliğine bağlı risklerin önlenmesi ve küresel ekonomik dalgalanmalardan minimal oranda etkilenmek açısından temel bir yaklaşımı ifade eder.

Bu nedenle; sürdürülebilir bir kalkınma modeli olan düşük karbon ekonomisine geçişte, iş dünyası için bir gereklilik olan enerji ve iklim değişikliği etkilerinin yönetildiği, kurumsal bir bakış açısının tesis edilmesi büyük önem taşımaktadır.

CDP gibi şeffaf projeler, bu bakış açısının sağlam bir temelde yükselmesi için iç-görü özelliği taşımaktadır. Bu açıdan CDP'ye katılım, gelen bir anketi doldurmak ya da bir yasağı savmaktan ziyade; temeli olan, önceden planlanmış ve belirli bir sisteme göre işleyen, sürdürülebilir bir enerji ve iklim değişikliği yönetimi çalışmalarının değerlendirilmesi ve paydaşlara sunulması anlamına gelmektedir.

Proje çıktıları, şirket ve organizasyonların iklim değişikliğinin getireceği (*ya da hali hazırda getirmiş olduğu*) finansal, sosyal, çevresel ve yönetsel etkileri ölçme ve yönetme anlamında ne derecede hazırlıklı olduklarını göstermekte ve kurumların iklim değişikliğini genel şirket stratejisine entegre edebilme yetkinliğini ölçmektedir.

Özellikle, kurumsal boyutta bir iklim değişikliği yönetim stratejisinin oluşturulması açısından bir rehber niteliği taşıyan proje dokümanları ve CDP'nin geliştirdiği metodolojiye göre yapılan derecelendirmeler, her bir katılımcının bu anlamdaki saydamlığını ve performansını gözler önüne sererken, tamamlanması gereken eksiklerin altını çizer. Proje kapsamında sorgulanan her bir ana başlık ve iyi uygulama; iklim değişikliği ile mücadele stratejisinin, kurumsal yapıya adaptasyonu açısından, uygulanması gereken bir çalışma başlığı özelliği taşır.

3. CDP-Türkiye Çerçevesinden Şişecam

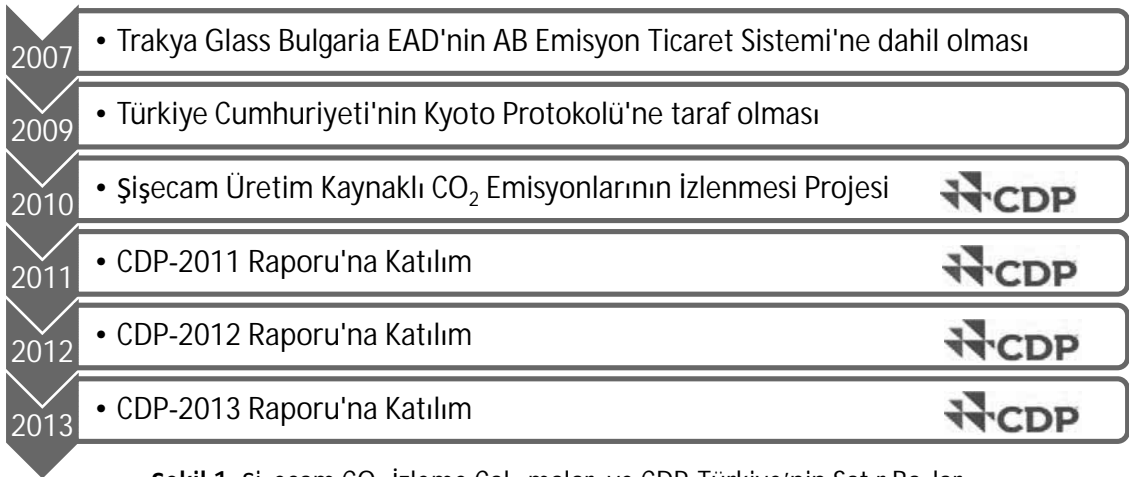
Şişecam Topluluğu, 2011 yılından bu yana CDP-Türkiye Projesi'nin katılımcılarından olup, Türkiye ve Bulgaristan'daki üretim faaliyetlerine bağlı olarak neden olduğu karbon dioksit emisyonlarını ve bu etkiyi yönetmek amacıyla uyguladığı stratejiyi, projenin temelinde yer alan “saydamlık” anlayışına uygun bir şekilde; Proje paydaşları ile senelik olarak paylaşmaktadır.

Ancak; Şişecam Topluluğu'nun iklim değişikliğine ilişkin farkındalığı; 2011 yılından öncelere dayanmaktadır. Yoğun enerji kullanımının yanı sıra, geniş bir coğrafyada pek çok farklı alanda faaliyet gösteren Şişecam Topluluğu, üretim faaliyetlerinin küresel iklim değişikliğine olan etkisini ilk kez 2007

yılında, Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi'nin Bulgaristan'da hayata geçirilmesi ile sorgulamıştır. AB'nin Emisyon Ticaret Direktifi kapsamında yasal bir yükümlülük olan izleme ve raporlama faaliyetlerini Bulgaristan Fabrikası özelinde yürüten Şişecam, 2009 yılında Türkiye Cumhuriyeti'nin resmen Kyoto Protokolü'ne taraf olmasının ardından olası ulusal düzenlemelere hazırlıklı olmak amacıyla Bulgaristan'da edindiği tecrübeyi, yurtiçindeki üretim faaliyetlerine uygulamak üzere çalışmalarına başlamıştır.

Topluluğun, küresel iklim değişikliğine ilişkin etkisini ve karşı karşıya kalması muhtemel riskleri sorgulamak üzere çalışmalara başladığı 2010 yılı, CDP'nin Türkiye'deki ilk yılına denk gelmektedir. IMKB-50 listesinde yer alan T. Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş., Proje kapsamında sera gazı salım miktarlarını ve iklim değişikliğine ilişkin kurumsal politikalarını açıklamak üzere ilk kez davet alan şirketler arasında yer almışlardır.

Ancak söz konusu dönemde ulusal boyuttaki yönetmelik ve düzenlemelerdeki eksikler, emisyon hesaplama standartlarının adapte edilemeyişi ve politika belirsizliği, Türk Şirketlerinin Proje'ye katılımını önemli şekilde etkilemiş; katılım daveti yöneltilen 50 şirketin (6 adedi finans sektöründen olmak üzere) yalnızca 10 adedinden geri bildirim alınabilmiştir. Topluluk genelinde üretim gruplarına yayılmış bir sera gazı emisyonu izleme ve hesaplama çalışmasını henüz başlatmış olan Şişecam'da aynı nedenlerden ötürü Proje'nin ilk senesinde, CDP Anketi'ne katılımını bir sene ötelemiş ve ilk kapsamlı bildirimini 2011 yılında sunmuş ve 2012 ve 2013 yıllarında da Proje'ye katılımını devam ettirmiştir.



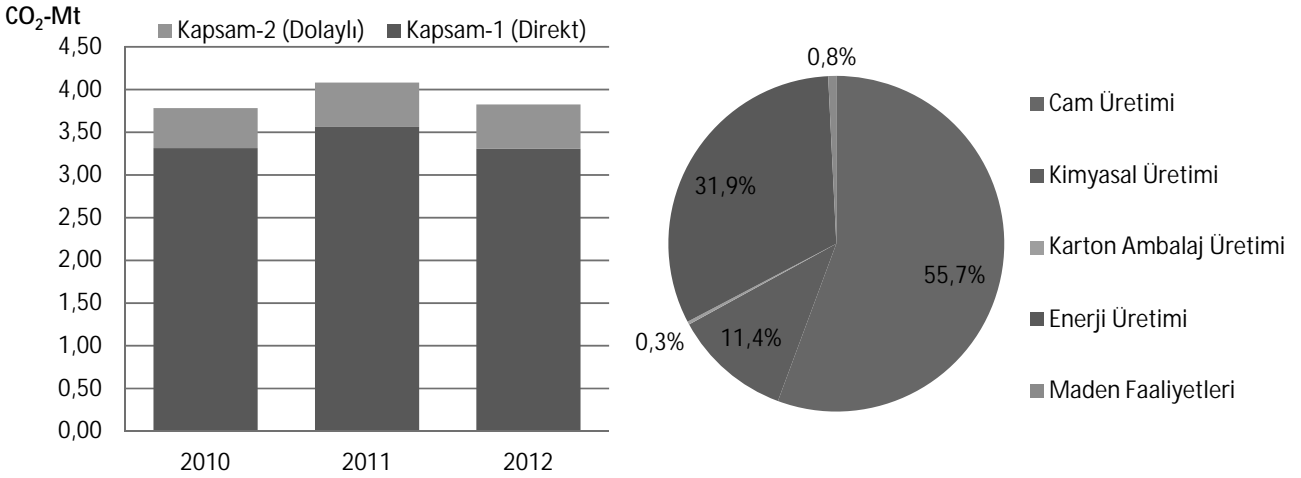
Şekil 1. Şişecam CO₂ izleme çalışmaları ve CDP-Türkiye'nin Satır Başları

Proje kapsamında beyan edilen 3 yıllık toplam emisyon verisi; Şişecam Topluluğu'nun üretim faaliyetlerine bağlı yoğun enerji ve hammadde tüketiminin; yıllık ortalama 4 Milyon ton seviyelerine ulaşan karbon dioksit emisyonuna neden olduğunu göstermektedir. CDP kapsamında beyan edilen yıllara bağlı karbon dioksit emisyonu değişimleri Şekil-2'de verilmektedir.

Bu emisyonların yaklaşık %86'sı fosil yakıt ve hammadde kullanımına bağlı olarak işletme sınırları içerisinde kaynakta oluşan emisyon iken, %14'ü ise elektrik kullanımına bağlı olarak elektrik temin edilen enerji üretim tesislerinden kaynaklanan dolaylı emisyondur. Topluluğun toplam karbon dioksit emisyonlarının ortalama %56'lık kısmı cam üretim faaliyetlerinden kaynaklanmaktayken; geri kalan kimyasallar, enerji üretimi, madencilik faaliyetleri ve karton ambalaj üretimleri dolayısıyla salınmaktadır.

Tüm bu kaynaklar içerisinde; gerek kullanılan enerjinin yoğunluğu, gerekse emisyonu neden olan hammaddelerin kullanıldığı tek üretim adımı olması bakımından cam fırınları, kapsam dâhilindeki diğer tüm CO₂ kaynaklarından daha fazla önem taşımaktadır.

Üretim ve kapasitelerdeki değişikliklere paralel olarak değişkenlik gösterebilen toplam sera gazı emisyon miktarları, *Türkiye Ulusal Sera Gazı Emisyonu Envanteri*'nde toplam sanayi payı olarak belirtilen 54 Milyon tonluk¹ miktarın %7'sine denktir.



Şekil 2. Şişecam Karbon dioksit Seviyeleri ve Üretimler Bazında Dağılımı (CDP: 2010-2012)

Söz konusu emisyon seviyeleri, üretim kapasiteleri ve faaliyet coğrafyasının büyüklüğü göz önüne alındığında beklenen seviyelerdir. Ancak bu büyüklük; birbiri ardına yürürlüğe giren enerji ve iklim değişikliğine ilişkin yasal düzenlemeler ve stratejilerin gündeme geldiği, enerji fiyatlarının keskin bir biçimde dalgalandığı ve tedarik güvenliğinin sorgulandığı ülkemizde önemli bir riskin de göstergesi durumundadır.

Kyoto Protokolü'ne taraf olunması ve AB adaylık sürecinin devam etmesi, sera gazı azaltım hedeflerinin uygulamaya alınması fikrini gündemde tutmaktadır. AB'nin 2013-2020 dönemi için belirlediği sera gazı azaltım hedeflerine Türkiye'nin de belirli ölçülerde dâhil edilmesi AB üyeliği kapsamında olasıdır. Öte yandan AB ülkelerinin karbon kısıtlaması olmayan ülkeler ile ticaret yapılmaması ya da bu ülkelere bazı ek vergiler uygulaması gibi önlemleri gündemde tutması da bu süreci hızlandırabilecek faktörlerdendir.

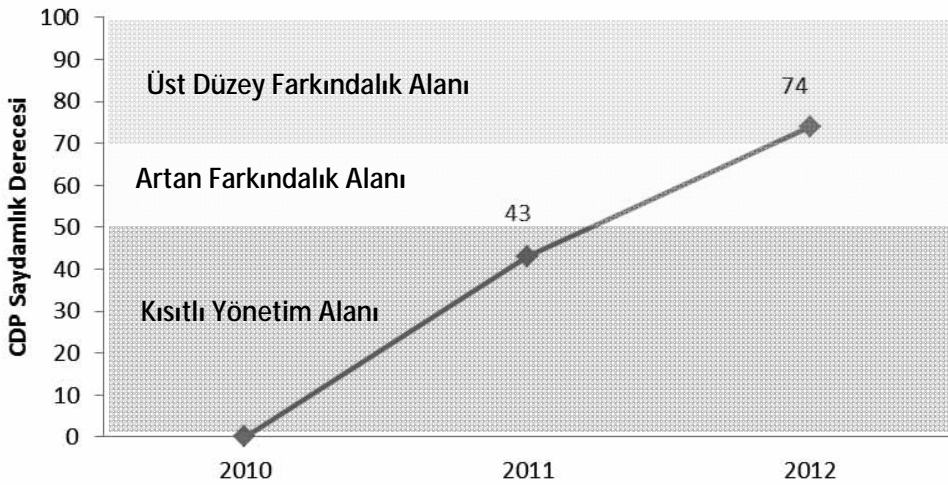
Mevcut durumda herhangi bir azaltım taahhüdü olmamasına rağmen, Türkiye'de ulusal sera gazı azaltım potansiyeline ilişkin olarak resmi çalışmalar sürdürülmektedir. 7 Aralık 2010 tarihinde onaylanan *Türkiye Sanayi Strateji Belgesi*'nde düşük karbon ekonomisine vurgu yapılmakta; 27 Ekim 2011 tarihli *Enerji*

¹ Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanterine göre 2010 yılı Endüstriyel Proses kaynaklı sera gazı emisyon miktarıdır (karbon dioksit eş değeri).

Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik'te ise; toplam ve birim ürün başına karbon dioksit emisyonlarının ve enerji verimliliği ile sağlanacak karbon dioksit azaltımlarının belirlenmesi yükümlülükleri getirilmektedir.

Yasal mevzuatın yanı sıra; tüketici duyarlılığına bağlı marka imajı ve çevresel etkiye dayalı rekabet edilebilirlik de ayrıca ele alınması ve yönetilmesi gereken risk kalemleri içerisinde yer almaktadır.

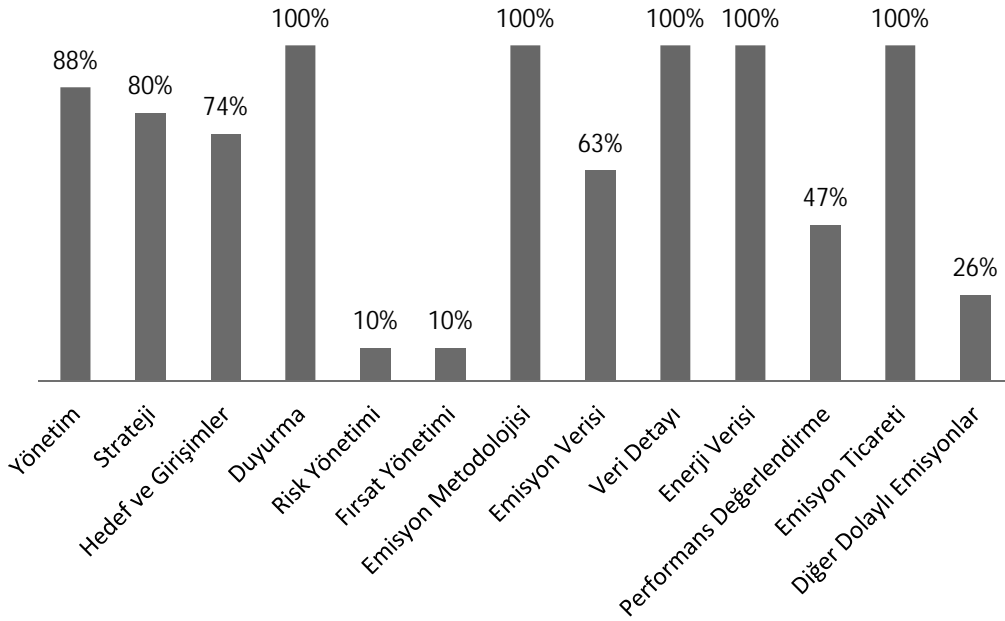
Tüm bu faktörler, özellikle enerji yoğun sektörlerde faaliyet göstermekte olan şirket ve organizasyonların, artık somut olarak tanımlanabilen iklim değişikliği risklerini yönetmelerini gerekli kılmaktadır. Bu bakımdan Şişecam'ın söz konusu riskleri tanımlama, izleme ve yönetme anlamındaki **gelişen** performansı; CDP-Türkiye kapsamında gerçekleştirilen derecelendirmeler ile objektif olarak ortaya konmaktadır. Şişecam'ın bu anlamdaki gelişimi Şekil-3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Şişecam CDP Değerlendirmesi (CDP: 2010-2012)

2011 yılında, Topluluk genelinde uygulamakta olduğu izleme projesine bağlı olarak; emisyon hesap metodolojisi, üretim kaynaklı direkt ve elektrik kullanımı kaynaklı dolaylı karbon dioksit emisyonları, enerji ve yakıt kullanım detaylarına ilişkin toplam 8 başlıkta verilen 55 adet soruyu eksiksiz olarak doldurmuştur.

Ancak; kurumsal bir politikanın çıktısı olan; iklim değişikliğinin kurumsal yönetimi, risk/fırsat analizi ve stratejiye ilişkin veri ve değerlendirmelere dayalı 5 başlıkta verilen toplam 23 adet soru yanıtsız bırakılmış ya da minimal seviyede yanıtlanabilmiştir. 2011 yılı değerlendirmesi neticesinde; Şişecam'ın iklim değişikliğini yönetme performansı %43'lük bir derece ile "iklim değişikliğine ilişkin risk, fırsatlar ve toplam karbon dioksit emisyonlarına dair önlem alma ve söz konusu risk ve fırsatların açıklanmasında kısıtlı ya da kontrollü yetenek" şeklinde tanımlanmıştır. Şişecam ilk yılında Proje'ye katılan 18 şirket içerisinde 16'ncı sırayı almıştır.



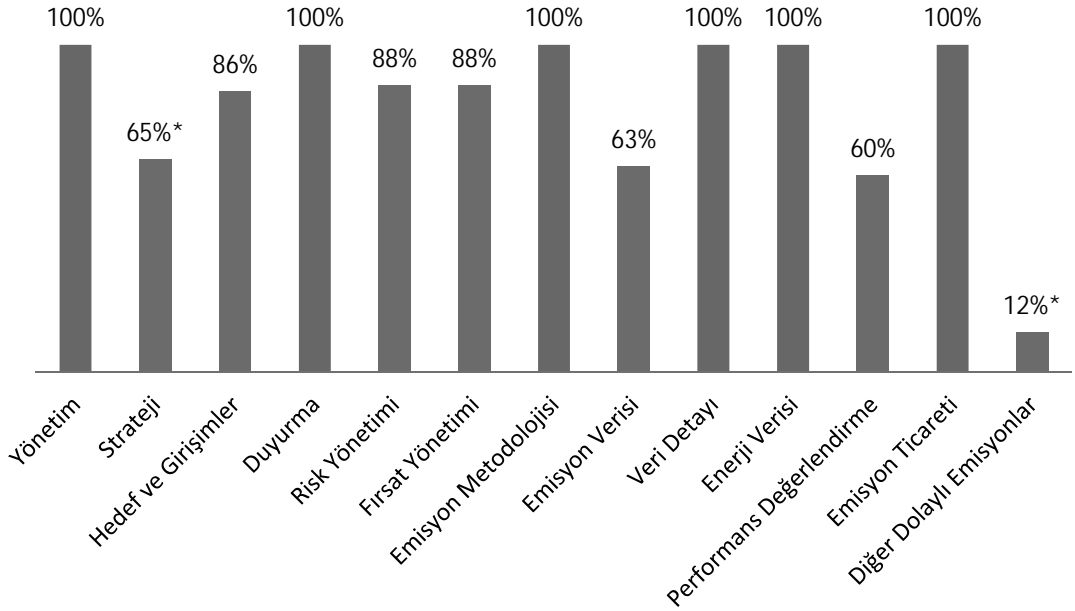
Şekil 4. CDP başlıkları bazında Şişecam performansı (CDP-2011)

2012 yılında yinelenen katılım daveti ile birlikte; gönüllü olarak üstlenilen beyan sorumlulukları bir adım daha ileri taşınmış; yatırımcı ve paydaşlara sunulan sera gazı emisyon verisi ve genel iklim değişikliği yönetimi, yurt içi cam dışı üretimlerini ve Bulgaristan'da yer alan üretim tesislerini kapsayacak şekilde genişletilmiştir.

Öte yandan; bir önceki beyan döneminde eksik olan ve değerlendirmede oldukça ağırlıklı yer tutan risk-fayda analizi ve yönetim-strateji kalemlerine ait olarak Topluluk bünyesinde planlanan/sürdürülmekte olan çalışmalardan faydalanılmıştır.

Gelişen ve giderek olgunlaşan kurumsal çalışmalar neticesinde; cevaplanan soru sayısını ve bilgi kalitesini arttırmış olup; aynı yıl Proje'nin Türkiye'de henüz uygulamaya başlanmamış olan CDP kapsamında "tedarik zinciri" programına da veri sağlamıştır. 2012 yılı değerlendirmesi neticesinde; Şişecam 2012 yılında iklim değişikliğini yönetme performansını %74'lük bir dereceye çıkartmış ve "faaliyet alanı ile ilgili olarak iklim değişikliğine ilişkin konulann üst düzeyde anlaşılması/yönetilmesi ve iklim değişikliğine ilişkin risk ve fırsatların ana faaliyet alanına uygulanması" şeklinde tanımlamıştır. 2012 değerlendirmesine göre yalnızca 3 şirket %80 üzerinde bir netice elde etmiş olup, Şişecam ikinci yılında katılımcı 28² şirket içerisinde 9'ncü sırada yer almıştır.

² Toplam 32 şirket yanıt vermiş olup, 13 adedi IMKB-100 dışındadır. Bu şirketlerin 4'ü ise yalnızca genel merkezlerine ilişkin veri sağladığı için puanlamada yer almamışlardır.



* Strateji ve diğer dolaylı emisyon kalemlerinin sorgulandığı başlıklarda görülen düşüşler; 2012'de gelişen farkındalık ve kurumsal uygulamalara bağlı olarak; CDP anketinin daha ayrıntılı yanıtları ve ideal uygulamaları sorgulanmasına bağlıdır.

Şekil 5. CDP başlıkları bazında Şişecam performansı (CDP-2012)

Şekil 4 ve Şekil 5'ün kıyaslanmaları neticesinde;

- (i) Topluluğun iklim değişikliğine ilişkin olarak kısa, orta ve uzun vadede karşılaşılabileceği risk ve fırsatları tanımlaması ve buna ilişkin raporu en üst yönetim seviyesine yıllık olarak sunması,
- (ii) Karbon dioksit emisyonlarına ait performansın değerlendirilmesi ve kalitatif ön görülerin oluşturulması,
- (iii) Topluluk genelinde merkezi olarak takip edilen ve uygulanan enerji verimliliği projelerinin artması ve bu projelerin karbon dioksit azaltım etkilerinin hesaplanması,
- (iv) İşletmelerin karbon dioksit emisyon azaltımlarının, ödüllendirme sistemi kapsamında sorgulanması,
- (v) Cam kırığı geri kazanımı gibi dış ilişkili projeler ya da yasal mevzuat ve resmi çalışmalara sunulan destek ile iklim değişikliğine ilişkin ulusal katkının artması,
- (vi) Emisyon envanterlerine henüz alınamayan; tedarik zinciri, hizmet alımı, şirket seyahatleri, ürün sevkiyatı, atık bertarafı gibi "diğer dolaylı" karbon dioksit kaynaklarının tanımlanması

gibi çalışmaların; Şişecam'ın kurumsal iklim değişikliği vizyonunu geliştiren ve kalitesini arttıran faktörlerden olduğu görülmektedir.

Öte yandan; ikinci katılım yılında artan toplam puanın yanında; gelişen kurumsal bakış açısının bir üst seviyeye çıkartılması, Topluluğa ait uygulamaların daha ayrıntılı ve beklentisi yüksek bir ölçüğe göre değerlendirileceği anlamına gelmektedir. Örneğin; Şirket stratejisinin ikinci yılında gelişen yönetsel bakış açısına paralel olarak risk ve fırsatlara dair ayrıntılı yönetim prosedürlerinin geliştirilmemesi ikinci sene derecelendirmesinde söz konusu başlıkta düşüşe neden olmuştur. Gelişme gösterilemeyen bir diğer alan da; tanımlanmasına karşın, emisyon değerlerinin sayısal olarak izlenmediği dolaylı emisyonlarla ilgili olmuştur.

Genel olarak artan saydamlık derecelendirmesine karşın; bir dünya şirketi olan Şişecam Topluluğu'nun günümüzün en önde gelen çevresel ve aynı zamanda finansal konularından biri olan iklim değişikliğinin yönetilmesine ilişkin oluşturduğu kurumsal bakış açısıyla birlikte gelişmesi gereken noktaları bulunmaktadır. Özellikle;

- (i) Risklerin ve fırsatların saptanmasının yanı sıra bu kalemlere ait finansal etkilerin sayısal olarak ifade edilmesi ve gereken kısa, orta ve uzun vadeli stratejilerin belirlenmesi,
- (ii) Emisyon projeksiyonlarının "artış/azalış" tanımından ziyade rakamsal olarak ifade edilmesi,
- (iii) Bu yönetsel stratejinin prosedür halini alarak kurumsal politikanın bir parçası halini alması, tüm kurumsal yapı içerisinde uygulanması,
- (iv) İzlemenin yanı sıra; performansa ait değerlendirilmelerin yapılması ve azaltım hedeflerinin belirlenmesi, emisyon seviyelerinin üretim dalgalanmalarından bağımsız olarak düşürülebilmesi,
- (v) Emisyon seviyelerinin yıllık kurumsal raporlar ile ilan edilmesi,
- (vi) artan ve merkezi hale getirilen enerji yatırımlarının karbon dioksit emisyon seviyelerini düşürme anlamında izlenmeleri ve duyurulmaları,

gibi noktaların ele alınması ve mevcut yapıya uygulanması, geliştirilmesi gereken noktalar olarak görülmektedir. 2012 CDP raporlamasından bu yana geçen süreç içerisinde devam eden çalışmalar ve Sürdürülebilir Enerji Yönetimi gibi merkezi projeler, söz konusu eksik noktalar açısından bir alt yapı özelliği taşıyabilir. Özellikle kapsamı genişleyen risk değerlendirmeleri, artan enerji verimliliği projeleri ve karbon piyasalarına ait finansal enstrümanların farkına varılmış olması bu anlamdaki pozitif gelişmelerdir. Ancak; üzerinde durulması gereken en önemli nokta, iklim değişikliğinin kurumsal anlamda yönetiminin başlı başına bir konu olarak ele alınması ve bu anlamda da en iyinin hedeflenmesidir.

CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE, ATIK BACA GAZI ISISININ GERİ KAZANIMI İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ: ORGANİK RANKİNE ÇEVİRİMİ (ORÇ) TEKNOLOJİSİ İNCELEMESİ

Sumru Güven - Taylan Sabaner – Tuğrul Misoğlu

sbellici@sisecam.com – tsabaner@sisecam.com – tmisoglu@sisecam.com

Anadolu Cam San. A.Ş. Yönetim ve Satış Merkezi - Geliştirme Direktörlüğü / Cam Ambalaj



Sumru Güven, İstanbul Teknik Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nde 1993 yılında lisans, 1997 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Halen Cam Ambalaj Grubu Geliştirme Müdürlüğü'nde, Geliştirme Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

Cam Ambalaj Grubu'na bağlı Yenişehir Tesisi'nde 4 adet 400 ton/gün kapasiteli cam ambalaj fırını bulunmaktadır. Bu fırınlarda camın ergitilmesi için doğal gaz kullanılmakta, doğal gazın yanması sonucu açığa çıkan atık gazlar, doğal çekişli bacalar vasıtasıyla atmosfere atılmaktadır. Herbir bacadan atmosfere salınan atık gazın, fırın başına debisi ortalama 32.000 Nm³/h ve max. sıcaklığı 450 °C'dir.

Atmofere yüksek miktarda verilen bu atık gazın geri kazanımı için, en uygun çözümün elektrik üretimi olduğu tespit edilmiş, Organik Rankine Çevrimi (ORÇ), Buhar Çevrimi ve Süperkritik CO₂ Çevrimi teknolojileri incelenmiştir.

Süperkritik CO₂ Çevrimi çok yeni bir teknoloji olup, henüz yaygın ve büyük ölçekli kullanımı yoktur. Buhar Çevriminde ise en önemli kısıtlar, sistemin açık çevrim olması ve fazla sayıda ünite içermesi nedeniyle karmaşıklığı, işletme zorluğu ve işletme maliyetlerinin yüksek olmasıdır.

Organik Rankine Çevrimi (ORÇ), düşük sıcaklıklı ısı kaynaklarından elektrik üretimine imkan tanıyan avantajı ile, özellikle jeotermal, biyokütle, solar-termik enerji tesisleri başta olmak üzere, çimento, çelik, cam üretimlerinde de tercih edilmektedir. Termodinamik akışkan olarak çevreye etkisi çok düşük, organik bir kimyasal tamamen kapalı olan çevrimde yer almaktadır.

Atık gazın bizim prosesimizdeki gibi kirli olduğu durumlarda, arada ısı transferini sağlamak amacıyla, çevrimde termal yağ dolaştırılmaktadır.

Bu bildiriye, "Yenişehir Tesisinde Atık Baca Gazı Isısından Elektrik Üretimi" için seçilen, Organik Rankine Çevrimi teknolojisi incelenmiş ve Buhar Çevrimine tercih edilme nedenleri üzerinde durulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Atık gaz, Elektrik, ORÇ, Buhar Çevrimi

1. YENİLENEBİLİR ENERJİ

Günümüzde nüfus ve endüstrileşmenin artışına paralel, enerji talebi her geçen gün artmakla beraber, sahip olduğumuz hazır kaynaklar hızla tükenme noktasına gelmekte, fosil yakıt fiyatlarının yıllar bazında artışı ve çevre kirliliğini beraberinde getirmektedir.

Sıkılaştıran çevre mevzuatları ve 2009 yılında Türkiye'nin de imzalamış olduğu Kyoto Protokolu kapsamında, ileride ülkemizin de azaltmak zorunda kalacağı CO₂ emisyonları, elimizde mevcut ısı kaynaklarının geri kazanımını zorunlu kılmaktadır.

Dünyada enerjiyi en yoğun kullanan proseslerden biri olan cam üretim prosesinde, camın fırınlarda ergitilmesi için doğal gaz kullanılmakta, doğal gazın yanması sonucu ortaya çıkan atık gazlar, doğal çekişli bacalar vasıtasıyla atmosfere salınmaktadır. Atmosfere atılan bu ısı, cam üretim prosesinde geri kazanılabilir, önemli bir enerji kaynağıdır.

Atık baca gazı ısısını, bir ısı değiştirici sisteme vererek işletmelerin ısıtma ve soğutma ihtiyacı karşılanabildiği gibi, yüksek kapasitede atık gaz olduğu durumlarda elektrik üretimi yapılabilir. Kojenerasyon sistemlerinde olduğu gibi, tek bir sistemden elektrik üretiminin yanında, ısı ihtiyacını karşılamakta mümkün olmaktadır.

Atık ısı geri kazanımının dolaylı faydaları ise;

- Baca gazı ısısının düşmesi sayesinde, fan, baca gibi ekipmanların boyutları ve ekipmanlar üstündeki yük azalabilir.
- Enerji tasarrufu sayesinde ürünlerin maliyeti düşebilir.
- Üretilen elektrik satılabilir ya da mevcut üretim prosesine beslenebilir.
- CO₂ salınımı olmadan elektrik üretileceği için karbon kredilendirmesi yapılabilir.

Atık ısıdan elektrik, Rankine Çevrimi prensibi ile üretilir. Kısaca Rankine Çevrimi, ısıyı yani termal enerjiyi, kullanılabilir enerjiye, elektrik üretimine çeviren termodinamik bir döngüdür. Rankine Çevrimi adını, William John Macquorn Rankine'den alır.

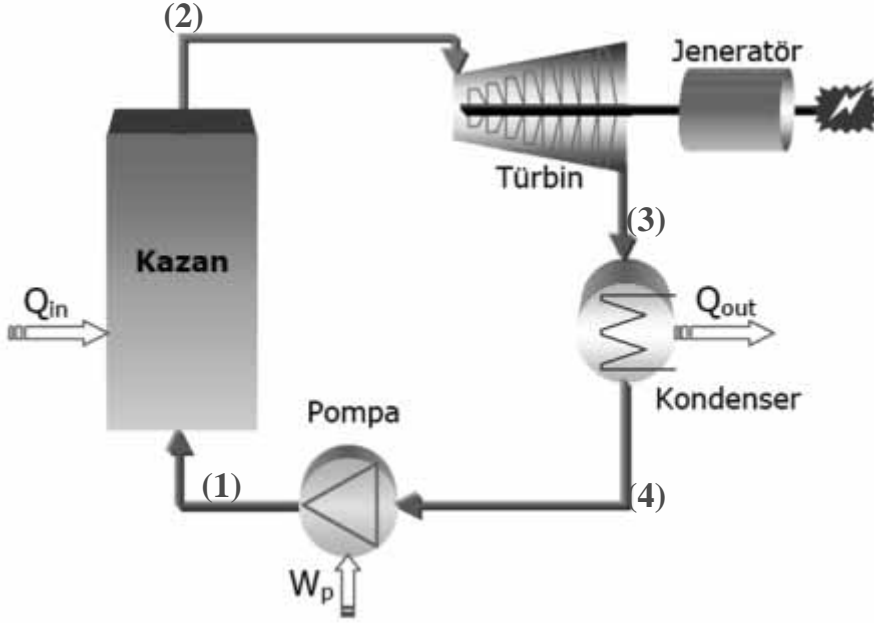
Rankine Çevriminde; termal enerji, sistemde yer alan bir türbin vasıtasıyla önce mekanik enerjiye, daha sonra bir jeneratör vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülür.

Atık baca gazı ısısından elektrik üretimi için değerlendirilen, Organik Rankine Çevrimi (ORÇ) ve Buhar Çevrimi ile ilgili detaylar aşağıda verilmektedir.

2. RANKINE ÇEVİRİMLERİ

Elektrik üretiminde yaygın olarak kullanılan, daha geleneksel teknoloji, buhar çevrimi, suyun, kızgın buhar haline gelmesi ve tekrar kondenserde doymuş sıvı haline getirilmesi prensibi ile çalışır. Yüksek sıcaklık ve basınç altında çalışan sistemde, çalışma akışkanı olarak su kullanılmaktadır.

Şekil 1'de şematik gösterimi verilen buhar çevriminde, çevrimin her aşamasında, çalışma akışkanının hal değişimleri aşağıda kısaca incelenmiştir.

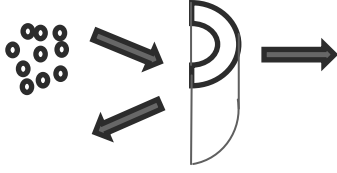


Şekil 1. Buhar çevriminin şematik gösterimi

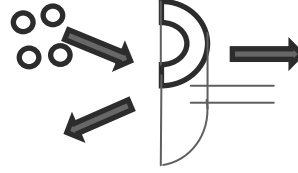
- 4-1. Çalışma akışkanı (su), düşük basıncıdan, yüksek basınca pompalanır. Pompalama için güç girişine ihtiyaç vardır (Örneğin; mekanik veya elektrik gücü).
- 1-2. Yüksek basınçlı sıvı bir ısıtıcıya girer, bir dış ısı kaynağı ile sabit basınçta kızdırılmış buhar haline alana dek ısıtılır.
- 2-3. Kızgın buhar, türbin boyunca genişler ve jeneratörde güç çıkışı oluşturur. Bu olay buharın basınç ve sıcaklık kaybetmesine neden olur.
- 3-4. Buhar daha sonra kondensere girer, doymuş sıvı haline alana kadar soğutulur. Bu sıvı tekrar pompaya girer ve çevrim devam eder.

İlk olarak 1961 yılında İsrail'de kullanılmaya başlayan Organik Rankine Çevrimi ise, buhar çevrimine göre daha yeni bir teknoloji olup, çevrimde çalışma akışkanı olarak su yerine organik kimyasal kullanılmaktadır. Her iki çevrimde teorik olarak benzer prensiple çalışmasına rağmen, aralarındaki en temel fark, çevrimde kullanılan akışkan sıvıların moleküler özellikleri ve bu moleküler yapının getirdiği çalışma koşullarıdır.

Şekil 2'de verilen su ve organik akışkanın moleküler yapısı incelendiğinde;



Şekil 2. Su Molekülü



Organik Akışkan Molekülü

Daha küçük, hızlı hareket eden su buharı molekülleri, buhar türbinine yüksek hızla çarpar. Bu nedenle, metal parça ve türbin pervanelerinde aşınmaya neden olur. Bu da türbinin bakım, yenileme sıklığı ve maliyetini artırır. Buhar çevriminin yüksek sıcaklık ve basınç altında çalışmasından dolayı, türbin üzerinde yaratılan mekanik gerilim de yüksektir.

Organik Rankine Çevriminde ise, aşındırıcı etkisi olmayan organik akışkan, sudan daha yüksek moleküler kütleye sahiptir. Böylece çevrim, daha düşük sıcaklık ve basınçlarda daha yüksek verimle çalışır. Dolayısıyla türbin üzerinde yaratılan mekanik gerilim de, daha düşüktür. Bu da sistem bileşenlerinin ömrünü artırır.

Buhar Çevrimi ile Organik Rankine Çevrimi arasındaki diğer farklılıklar aşağıdaki bölümde incelenmiştir.

3. BUHAR ÇEVİRİMİ İLE ORGANİK RANKINE ÇEVİRİMİ (ORÇ) ARASINDAKİ FARKLILIKLAR

Buhar çevrimi, yüksek sıcaklıklı (> 550 °C) ısı kaynaklarında, daha verimli çalışan bir çevrimdir. Ancak çevrimin çalışması için sürekli, sabit ısı kaynağı ihtiyacı vardır. Bunun beraberinde getirdiği dezavantaj, ısı kaynağı sıcaklığı düştüğünde, kızgın buhar ihtiyacı karşılanamadığından buhar türbininin çalışmaması, yani elektrik üretiminin yapılamamasıdır.

Organik Rankine Çevriminde, organik akışkan, sudan daha düşük kaynama sıcaklığına sahip olduğundan, düşük sıcaklıklı (>150 °C) ısı kaynaklarından da elektrik üretebilme imkanı vardır. Isı kaynağı sıcaklığı düştüğünde bile, verim kaybı olmadan, sistem elektrik üretmeye devam etmektedir. Nominal enerjinin %10'u gibi kısmi yüklemelerde bile, nispeten daha yüksek verimle çalışılabilmekte, türbinden, %85'e kadar verim elde edilebilmektedir.

Buhar çevrimi, yüksek sıcaklık ve basınç (30-50 bar) altında çalıştığından, sistemin çalışma emniyeti daha düşüktür. ORÇ ise, düşük sıcaklık ve basınç (10-20 bar) altında çalıştığından sistemin çalışma emniyeti, buhar çevriminden daha yüksektir.

Buhar çevriminde kullanılan suyun safsızlaştırılması, minerallerinden arındırılması gerekliliği nedeniyle, çevrimin arıtma sistemi, degazör vb. ilave sistemlere ihtiyacı vardır. Bu nedenle, buhar çevrimi açık bir çevrimdir ve işletilmesi gereken sistem sayısı, ORÇ'den daha fazladır.

Organik Rankine Çevriminde, çalışma akışkanı olarak su kullanılmadığından, çevrimde kontrol edilmesi gereken ilave ekipman yoktur ve bu nedenle ORÇ, tamamen kapalı çalışan bir çevrimdir. Çevrimin bu özelliği, sistemin on-off çalışmasına imkan tanımakta, işletme ve kontrol kolaylığı, otomatik ve devamlı çalışabilme kabiliyeti sağlamaktadır. Sistemin, herhangi bir duruş sonrası devreye girme süresi de buhar çevrimine göre daha kısadır.

Buhar çevrimi, yüksek miktarlarda su tüketir (3-4 Mw elektrik üreten tesislerinde 40-45 ton/saat). Bunun yanısıra, kazan içerisinde kirlenen suyun atılarak, yerine temiz besleme suyunun alınması (blöf ihtiyacı olarak adlandırılır) gerekmektedir. ORÇ'de, çevrimin blöf ihtiyacı yoktur.

Buhar çevriminin, yüksek sıcaklık ve basınç altında çalışma zorunluluğu, işletilmesi ve kontrol edilmesi gereken sistemlerin fazlalığı, çalışma alanında ilave işgücü ihtiyacını doğurur. Buhar çevriminde vardiyada en az 1-2 operatöre ihtiyaç vardır. Organik Rankine Çevrimi ise ilave işgücü gerektirmez. Sistem, operatör gerektirmeden, uzaktan kontrol edilip çalıştırılabilir. Bu da işletme maliyetini azaltmaktadır.

Buhar çevriminde işletme ve bakım masrafları, ORÇ'ye göre yaklaşık 3-4 kat daha fazladır .

Organik Rankine Çevriminde türbin, buhar türbinine kıyasla, daha düşük hızla döner. Bu da mekanik zorlanmayı azaltır. ORÇ ünitesi ciddi bakımlar gerektirmeden, yaklaşık 20 yıl çalışabilme özelliğine sahipken, buhar türbininin ömrü yaklaşık 15 yıldır.

Organik Rankine Çevriminin, buhar çevrimine göre sahip olduğu bu avantajlar, "Anadolu Cam Yenışehir San. A.Ş. Kojenerasyon Projesinde", teknoloji olarak Organik Rankine Çevriminin tercih edilmesine neden olmuştur.

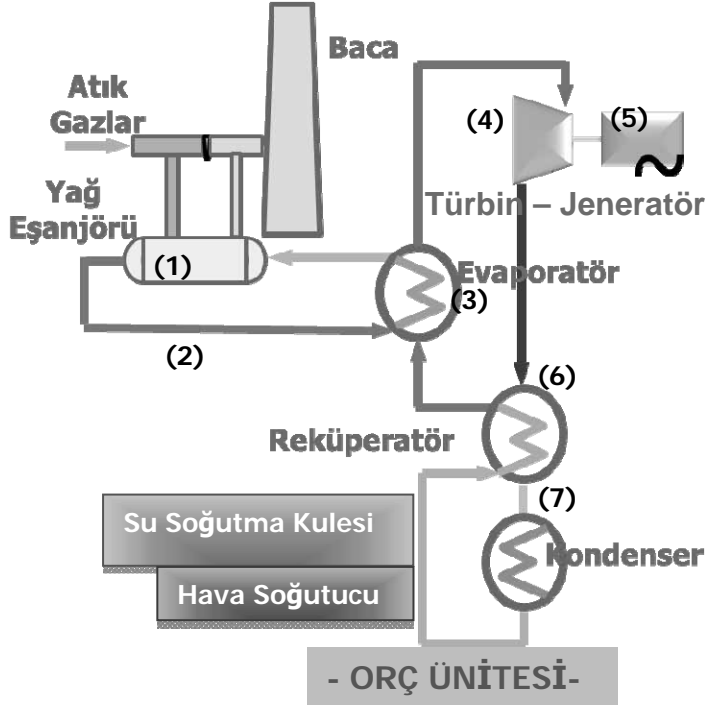
Aşağıdaki bölümde, Organik Rankine Çevrimi detaylı olarak incelenmiştir.

4. ORGANİK RANKINE ÇEVİRİMİ (ORÇ)

Isı kaynakları, genellikle sıcak sıvı ve gaz halindedir. Sıvı haldeki atık ısı kaynakları, ORÇ ünitesi ile doğrudan birleştirilebilir. Gaz haldeki ısı kaynakları ise ORÇ ünitesi ile dolaylı olarak birleştirilir. Bizim prosesimizde olduğu gibi, baca gazının tozlu olduğu durumlarda, atık gaz ısını organik kimyasala aktarmak için, arada bir ısı transfer elemanı, termal yağ kullanılmaktadır.

Atık ısı geri kazanım sisteminde (atık gaz-termal yağ eşanjör sistemi), atık gaz ısı önce termal yağ aktarılır, ısınan termal yağ, bir yağ devresi ile kapalı devrede yer alan ORÇ ünitesine verilerek organik kimyasalı buharlaştırır.

Sistemin kapalı çevrim şeması Şekil 3'teki gibidir.



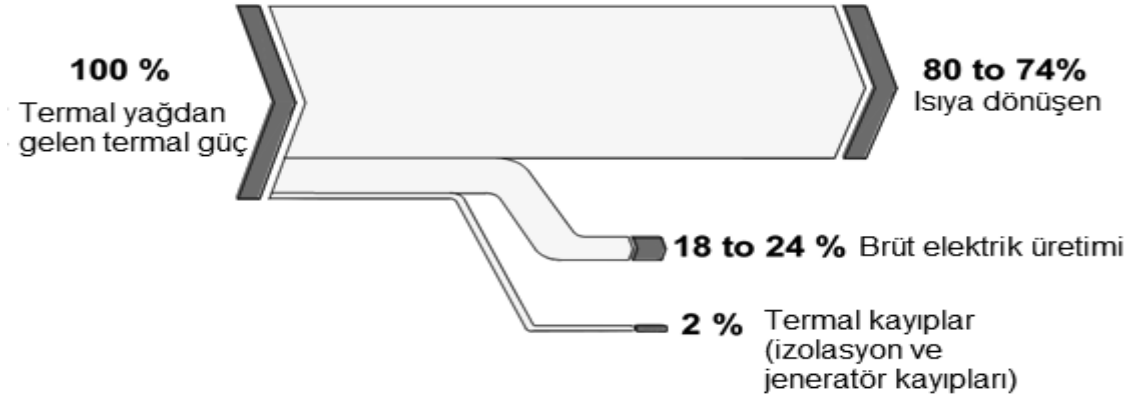
Şekil 3. Organik Rankine Çevrim Şeması

Organik Rankine Çevriminin çalışma prensibi aşağıda verilmektedir:

- (1) Atık gazlar termal yağı, atık ısı geri kazanım sisteminde (atık gaz-termal yağ eşanjör sistemi) yaklaşık 300°C'ye kadar ısıtır.
- (2) Sıcak termal yağ, kapalı devre içerisindeki ORÇ ünitesine verilir.
- (3) ORÇ ünitesinin evaporatör bölümünde, organik kimyasal, reküperatörde ön ısıtması yapıldıktan sonra, sıcak termal yağ tarafından buharlaştırılır. Soğuyan termal yağ, atık ısı geri kazanım sistemine geri döner.
- (4) Buharlaşan organik kimyasal, türbine beslenerek, genişletilip enerjisi alınır.
- (5) Türbinde elde edilen mekanik enerji, jeneratöre aktarılarak elektrik üretilir.
- (6) Türbin egzozunda gaz fazda olan organik kimyasal, tekrar reküperatöre girer. Sıvı fazdaki kimyasalın ön ısıtması yapılırken, gaz fazdaki kimyasalın da soğuması sağlanır.
- (7) Organik kimyasal, kondenserde yoğunlaştırıldıktan sonra, bir pompa ile yeniden dolaşıma sokulur ve çevrim devam eder.

Kondenserde soğutma, sulu sistem (su soğutma kulesi) veya hava soğutucu sistem ile sağlanır.

Organik Rankine Çevriminin, yüksek bir enerji etkinliği vardır. Şekil 4'te verilen Sankey Diyagramında da görüldüğü gibi, termal yağdan gelen termal gücün, brüt elektrik üretimine dönüş oranı %18-24 arasındadır. Sızıntı oranı; termal izolasyon, ışıma ve jeneratördeki kayıplar sebebiyle sadece %2'dir. Kalan kısım ısıya dönüşür.



Şekil 4. Sankey Diyagramı

5. ORGANİK KİMYASALIN SEÇİLME KRİTERLERİ

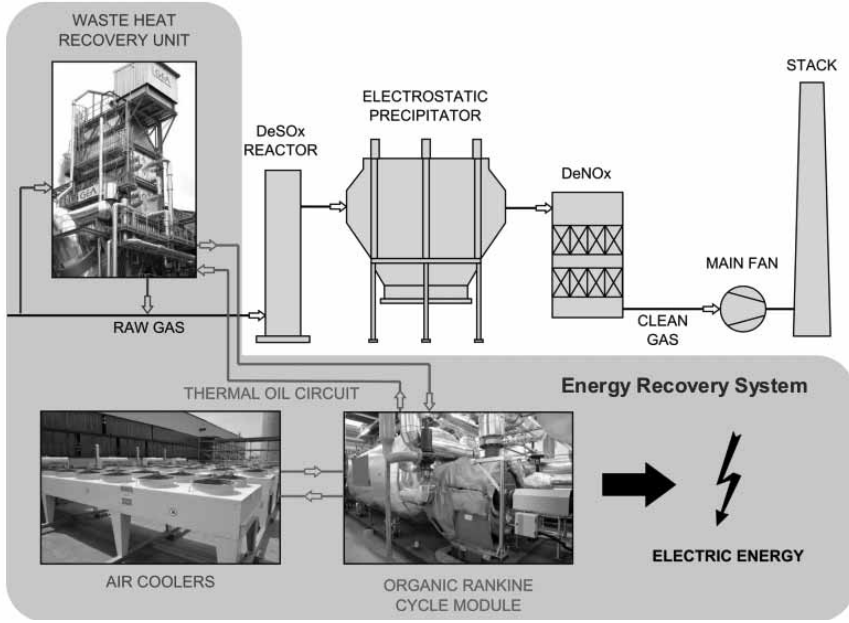
Organik kimyasalın seçimi, aşağıda listelenen temel parametreleri optimize edecek şekilde, ısı kaynağına ve kondensasyon şartlarına uygun olarak yapılır. Bu parametreler;

- Çevrim Verimi
- Çevrim Basıncı: Atmosferik basınca yakın noktada yoğunlaşan bir sıvı ve çok yüksek olmayan çevrim basınçları.
- İşletme Maliyeti: En düşük operasyon maliyetini sağlayan akışkan.
- Maksimum çevrim sıcaklığındaki termal kararlılık
- En yüksek türbin verimini sağlayan hacimsel debi

6. ATIK ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ

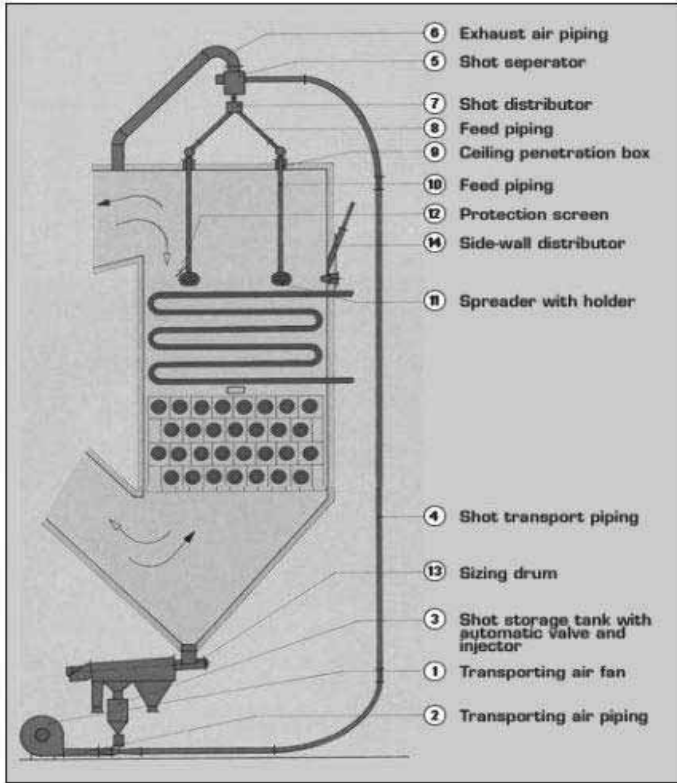
Atık ısı geri kazanım sistemlerinde (Şekil 5), ısıtma yüzeylerinde biriken toz ve depozitler, ısı transferini ciddi biçimde olumsuz etkiler. Bu sistemlerde, ancak optimum bir ısı transferi ile, maksimum performans ve verim garantilenebilir.

Bunun için en önemli kriter, eşanjör sistemlerinde etkin temizlik sağlayacak, tam otomatik temizleme yöntemlerinin kullanılmasıdır. Alternatif temizleme yöntemleri; metal bilya ile temizleme, hava ile temizleme, çekiçli tip temizleme, zincirli tip temizleme sistemleridir.



Şekil 5. Organik Rankine Çevrimi Gösterimi

Bu bildiride yalnızca, Şekil 6'da gösterilen metal bilya ile temizleme yöntemine yer verilmiştir.



Şekil 6. Metal bilya ile temizleme yöntemi

Metal bilya ile temizleme yönteminde (Şekil 6), yoğunlukları ve boyutları sisteme özel tasarlanan metal bilyalar, eşanjör sisteminin üst kısmından hava ile eşanjör borularının üzerine püskürtülür. Metal bilyalar boru yüzeylerine rastgele çarparak , üstlerindeki toz ve birikintilerin alttaki hazneye dökülmesi sağlanır. Boru demetlerinin arasından aşağı dökülen bilyalar bir tankta toplanarak, fan veya pnömatik konveyör sistemi ile tekrar sistemin üst kısmına taşınır.

Bu sistemde, bilyaların boru demetleri arasına düzgün dağıtılacak şekilde tasarlanması, sistemin etkinliği açısından çok önemlidir.

7. ANADOLU CAM YENİŞEHİR SAN. A.Ş. KOJENERASYON PROJESİ

Yenişehir tesisinde yerleşik 4 adet, 400 ton/gün kapasiteli cam ambalaj fırınından açığa çıkan atık gazın, fırın başına ort. debisi 32.000 Nm³/h ve atık ısı geri kazanım sistemine giriş sıcaklığı max. 450°C'dir.

Atık gazın bacadan atılması için, izin verilen min. sıcaklık 180°C'dir. Bu sıcaklık değeri aynı zamanda, max. atık ısı geri kazanımına imkan veren değerdir.

- Atık gaz debisi 32.000 Nm³/h
- Atık gaz giriş sıcaklığı 450 °C
- Atık gaz çıkış sıcaklığı 180 °C
- Atık gaz içeriği %9,3 CO₂ %13,9 H₂O %5,8 O₂ %71 N₂
- Atık gazdaki toz miktarı 180 mg/Nm³

Bu kapasitedeki atık gazın geri kazanımıyla elde edilecek termal güç, tüm fabrika için yaklaşık 13.900 Kw'dır.

Mevcut durumda tesisin sıcak su ihtiyacı, iki adet atık ısı kazanından sağlanmakta, kış aylarında ısıtma ihtiyacı ile beraber , gereken güç artmaktadır.

- Yaz aylarında gereken güç ihtiyacı ; 1.395 Kw
- Kış aylarında gereken güç ihtiyacı ; 3.720 Kw

Bu nedenle termal enerjinin, yukarıda belirtilen değerler kadar olan kısmı, sıcak su elde etmek için kullanılacak, bu da ort. 600 Kw kadar elde edilecek elektrik gücünü azaltacaktır.

Sistemin 550 Kw olan iç tüketimi de dikkate alındığında, kojenerasyon sisteminden elde edilecek net elektrik gücünün yaz aylarında yaklaşık 2,5 Mw, kış aylarında ise 1,9 Mw olması beklenmektedir.

Projenin hayata geçmesi ile, bu değerler dikkate alınarak, net elektrik üretimi 20.000 Mwh/yıl ve bugünkü elektrik fiyatı ile getirisi 1.700.000 €/yıl olacak, yatırımın geri ödeme süresi 4 yılı geçmeyecektir.

Böylelikle fosil yakıt yakılmadan elektrik üretildiği için, kredilendirilecek CO₂ emisyonu miktarı yaklaşık 10.000 tondur.

Kojenerasyon sistemi, fabrika Scada Otomasyon Sistemine entegre edilecek ve elde edilecek elektrik fabrika şebeke sistemine paralel bağlanacaktır. Sistemin devreye girmesi ile Yenişehir Tesisinin toplam 19-20 Mw olan güç ihtiyacının %12'si karşılanacaktır.

8. KAYNAKLAR

1. <http://www.turboden.eu/en/home/index.php> Erişim : Mayıs 2013
2. http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/3c32d94ed193977_ek.pdf
Erişim: Mayıs 2013
3. http://tr.wikipedia.org/wiki/Rankine_%C3%A7evrimi Erişim : Temmuz 2013
4. http://fgw-ltd.de/en/kugelregenanlagen_prinzip.php Erişim : Mayıs 2013
5. <http://www.sosiad.org.tr/tr/duyurular/52-turkiye-kyota-protokolunu-imzaladi.html>
Erişim : Mayıs 2013

ENERJİ TASARRUFUNDA İNOVATİF YAKLAŞIMLAR

Levent Kaya - Emre Dumankaya

lkaya@sisecam.com – edumankaya@sisecam.com

*Eğitme Teknolojileri ve Mühendislik Direktörlüğü – Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı/
Genel Müdürlük*



İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Fakültesinden 1983 yılında mezun olmuştur. 1987 yılında Şişecam ailesine katılan Levent Kaya, halen Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı'na bağlı Eğitim Teknolojileri ve Mühendislik Direktörlüğü'nde Uzman Proje Mühendisi olarak görevini sürdürmektedir.

Cam üretiminin enerji yoğun bir sektör olması itibarıyla, ürün maliyetlerinde yüksek bir paya sahip olan enerji giderleri, her zaman kontrol altında tutulması gereken önemli maliyet bileşenlerinden biridir. Gereksiz enerji tüketimini dizginlemeye yönelik olarak Şişecam genelinde sürdürülen faaliyetlerin yanı sıra, yoğun enerji tüketimi olan eğitim alanında, fayda/çaba oranı yüksek inovatif çözümlerin hayata geçirilmesi, rakiplerimizden farklılaşma adına büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda Şirketimiz, kendi bünyesinde yürüttüğü yenilikçi enerji tasarrufu çalışmalarının paralelinde, Dünya'daki gelişmeleri de yakından takip etmektedir. Bildiri kapsamında, son dönemde Avrupa Komisyonu desteği almış ve uluslararası alanda Şişecam'ın vizyonuna pozitif katkıda bulunacak iki örnek proje ile ilgili bilgilendirme yapılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Enerji Tasarrufu



ENERJİ TASARRUFUNDA İNOVATİF YAKLAŞIMLAR

Levent Kaya-Emre Dumankaya
Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı
Ergitme Teknolojileri ve Mühendislik Direktörlüğü

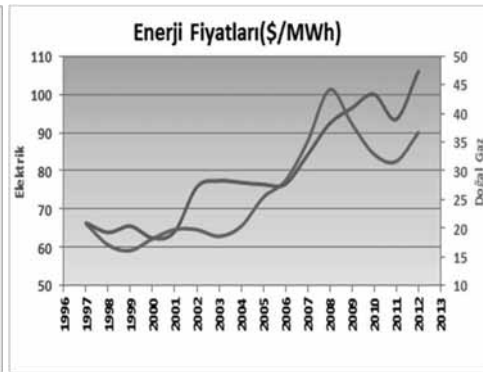
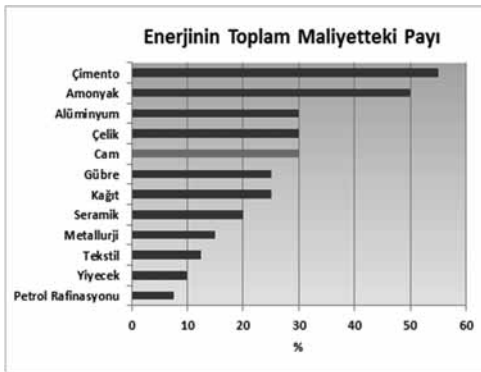
28. CAM SEMPOZYUMU

07.06.2013

1



- Cam Üretimi enerji yoğun sektördür.
- Sınai maliyetteki payı itibarıyla, Çelik ve Alüminyum Endüstrileri ile aynı ligde yer almaktadır.
- Enerji fiyatlarındaki artış trendinin gelecekte de sürmesi beklenmelidir.
- Bu perspektifte, enerji giderlerinin kontrol altında tutulması, sürdürülebilir gelecek açısından önemlidir.



28. CAM SEMPOZYUMU

07.06.2013



- Sürdürülebilir bir gelecek için, enerji tüketimlerinin kontrol altına alınmasına yönelik olarak sürdürülen faaliyetler ne kadar önemliyse,
- Enerji tüketim yoğunluğu yüksek olan noktalarda, «fayda/çaba» oranı yüksek inovatif çözümlerin hayata geçirilmesi de, rakiplerimizden farklılaşma adına büyük önem taşımaktadır.
- Bu bağlamda, «oyun değiştiren» teknoloji trendlerinin yakından takip edilmesi ve kendi şartlarımıza uyarlanması, sürdürülebilir rekabet açısından elzemdir.
- Şirketimiz, kendi bünyesinde yürüttüğü yenilikçi enerji tasarrufu çalışmalarının paralelinde, Dünya'daki gelişmeleri de yakından takip etmektedir. Bildiri kapsamında, son dönemde Avrupa Komisyonu desteği almış ve uluslararası alanda Şişecam'ın vizyonuna pozitif katkıda bulunacak iki örnek proje ile ilgili bilgilendirme yapılacaktır.

CRAFTEM FP7 PROJESİ



- Proje, Carbon Reduction by Auxiliary Firing TEchnique for glass Melter adıyla, Avrupa Komisyonu 7. Framework Programı kapsamında desteklenmeye layık görülmüştür.
- Bu yakma tekniği ile, mevcut fırınların yapısında fazla bir değişiklik yapılmaksızın, % 5 enerji tasarrufu sağlanması ve NOX emisyonu olarak, EU'nun 2009 için ön gördüğü limitlerin altına inilmesi hedeflenmektedir.
- Proje ortakları; GDF Suez(Proje Koordinatörü), Glamorgan Üniversitesi, Global Combustion, Owen-Illinois, Şişecam'dan oluşmaktadır.
- Projenin diğer cam üreticisi ortağı olan Owen-Illinois, arkadan ateşlemeli bir fırını ile Projeye katkı sağlarken, Şişecam yandan ateşlemeli TR-4 fırını (planlı duruş öncesinde) denemeler için tahsis edecektir.
- Projede Şişecam için tahsis edilen destek miktarı 558,972 €'dur.



CRAFTEM FP7 PROJESİ

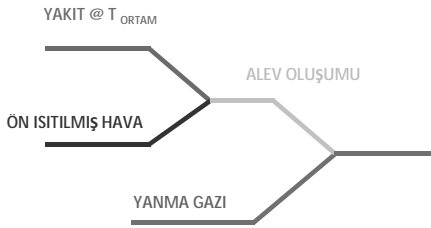
- Denemelere fırınlarını tahsis edecek olan Şişecam ve Owen-Illinois, eğer başarılı olunduğu takdirde, 3 yıl süresince bu yakma tekniğini sadece kendi fırınlarında uygulama hakkına sahip olacaklardır.
- Proje resmi olarak 1 Mayıs 2012 tarihinde başlamış olup, 36 ay sürecektir.
- O-I ve Şişecam, kemere konulacak yakıt enjektörlerinin pozisyonlarını belirlemek için, Glamorgan Üniversitesi ve GDF Suez'de yapılmakta olan asit-baz ve matematiksel model çalışmalarına katkı sağlamaktadır.
- Model çalışmalarının tamamlanmasını takiben, TR-4 fırınının planlı duruş tarihi olan Haziran 2013'te denemelere (toplam 21 gün öngörülmektedir) başlanması öngörülmektedir.



Projeden Beklenen Faydalar:

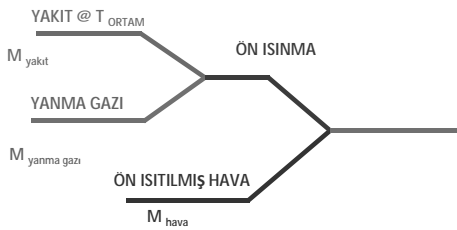
- Öncelikli olarak enerji tasarrufu hedeflenmektedir.
- Çalışan fırınlara da uygulanabilen bu yakma tekniği, çok düşük bir ilk yatırım gerektirdiğinden, öngörülen % 5 seviyesindeki enerji tasarrufu, yatırımın geri dönüş (ROI) süresini önemli oranda kısaltacaktır .
- Kullanılan yakma tekniğinin doğal bir yan ürünü de, NO_x emisyonlarında % 70'e varan oranda düşüş sağlamasıdır.
- AB'ye uyum çalışmaları çerçevesinde, bugün için olmasa da, NO_x emisyonlarına gelecekte getirilebilecek sınırlamalar, Şişecam için bir tehdit oluşturabilir.
- Projede, NO_x için hedeflenen değere ulaşıldığı takdirde, ilk yatırımı ve işletmesi pahalı olan arıtma tesislerine gerek olmayacağından, önemli bir maliyet kaleminden muaf olunacaktır.

- CRAFTEM Projesi ile yapılmak istenen; fırın atmosferinde kısmi Alevsiz Yanma koşullarını oluşturmaktır.



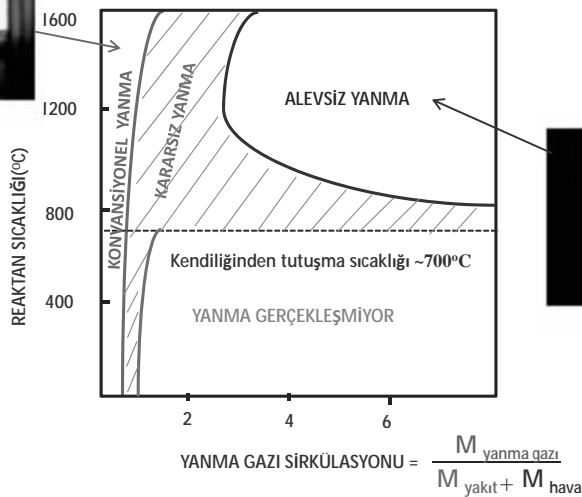
KONVANSİYONEL YANMA

- Oksijence zengin ortamda çok dik termal gradyentler oluşur, doruk sıcaklık çok yüksektir.
- Alev içine yanma gazlarının nüfuz etmesi zordur.
- Yüksek reaksiyon hızından dolayı, çevreye olan radyasyon yayımı şiddetlidir, bu nedenle alev zarfı görünür olarak algılanır.



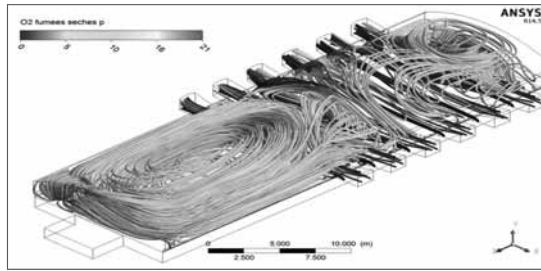
SEYRELTİLMİŞ YANMA-ALEVSİZ YANMA

- Yakıtın, hava ile buluşmadan önce yanma gazları ile karışarak ön ısınmasına (>700°C) müsaade edilir.
- yanma reaksiyonu yavaş olduğundan yere ve zamana bağlı dik gradyentler oluşmaz, doruk sıcaklık düşüktür.
- Radyasyon yayımı daha büyük bir hacimden olduğu için alev zarfı oluşmaz ve ısı transferi daha etkindir.

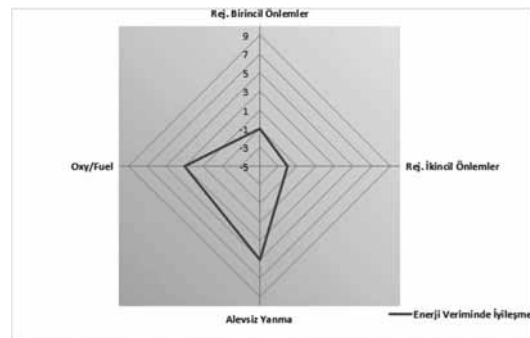
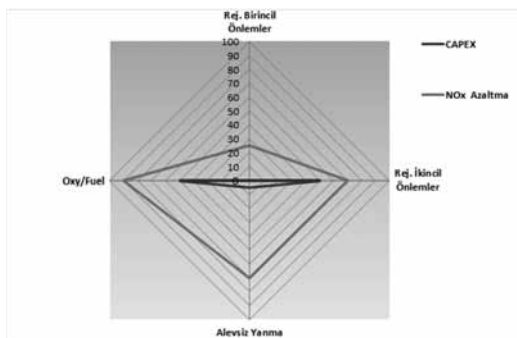


ALEVSİZ YANMA:

- 90'li yılların ortalarından itibaren üzerinde araştırmalar yapılan yeni bir yakma tekniğidir.
- Çoklu bek kullanımı olan çelik ve alüminyum ergitme fırınlarında uygulama potansiyeli yüksektir.
- Rejeneratif cam ergitme fırınlarında henüz bir uygulaması bulunmamaktadır.
- Rejeneratif fırınların mevcut yapılarından ötürü bek yerleşimindeki kısıtlar, hava ile gazın yersel ayırımına fazla olanak tanımamaktadır.
- Cam fırınlarında maksimum faydanın sağlanması için fırın içindeki 3 boyutlu ve karmaşık gaz sirkülasyon yollarının çok iyi bir şekilde tanımlanması gerekir.



- Alevsiz yanma, NO_x azaltmadaki yüksek performansını, alternatif sistemlere kıyasla çok daha düşük bir CAPEX ile sağlayabilmektedir.
- Bunlara ilave olarak, Alevsiz yanma'nın enerji performansında sağlamış olduğu net iyileşme, diğer yöntemlere göre daha yüksektir.



LIFE+ ECO-HEATOX PROJESİ



- TGB Fabrikasında; mevcuda ilave olarak, yeni yatırımlar için satın alınacak ilave bir hava ayrıştırma tesisi yerine, tüm gaz ihtiyaçlarının OTF(Over The Fence) modeli ile tek elden karşılanacağı bir çözümün; yeni CEE B fırının da Oxy/Fuel teknolojisi ile yapılmasıyla, Fabrika geneli için önemli bir maliyet avantajı sağlayacağı öngörülmüştür.
- Fırın teknolojisinin değiştirilmesinin yanında, atık ısıdan maksimum düzeyde faydalanma inisiyatifi doğrultusunda, yakma işleminde kullanılan doğal gaz ve oksijenin, atık gazların enerjisinden faydalanarak, 450°C'ye kadar ön ısıtılması, bu şekilde kazanımların daha da artırılması amaçlanmaktadır. Bu şekilde, fırın teknolojisinde yapılan değişikliğin getireceği % 10 enerji tasarrufuna ilave olarak, % 9 seviyesinde doğal gaz ve oksijen tasarrufu yapılması hedeflenmektedir.
- Eco-HeatOx olarak isimlendiren bu proje için, Air Liquide Firması ile birlikte, Avrupa Komisyonu Life+ programı çerçevesinde teşvik alınması konusunda başvuruda bulunulmuştur. Desteklenmeye layık görülen Projede, ekipman ve entegrasyon bedelinin % 50'si EC tarafından karşılanacaktır.
- Başlangıç tarihi 1 Temmuz 2013 olan Proje 42 ay sürecektir.

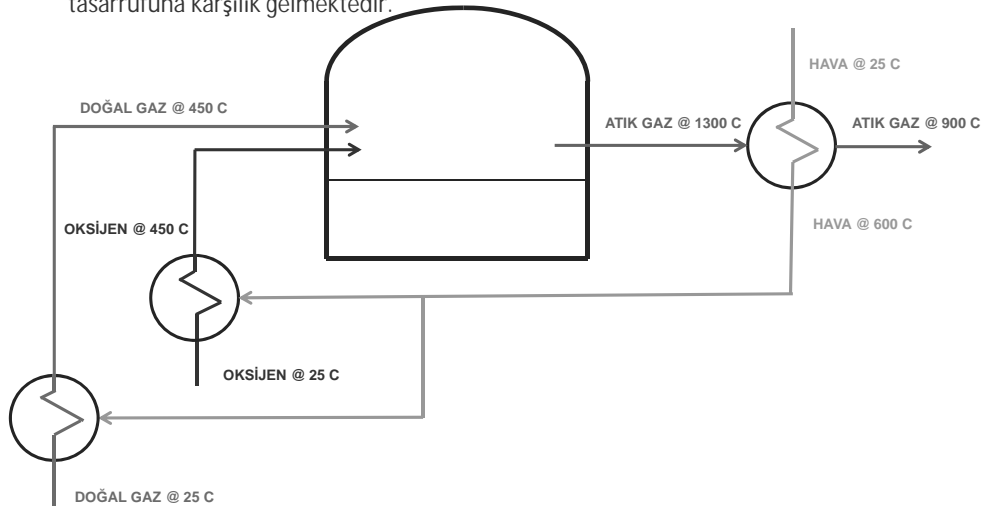
28. CAM SEMPOZYUMU

07.06.2013



Doğal Gaz ve Oksijenin Ön Isıtılması

- Reaktant sıcaklığındaki her 100°C artış, % 1 doğal gaz tasarrufu sağlamaktadır.
- Oksijen ve doğal gazın 450°C'ye kadar ön ısıtılması, % 9 enerji tasarrufuna karşılık gelmektedir.



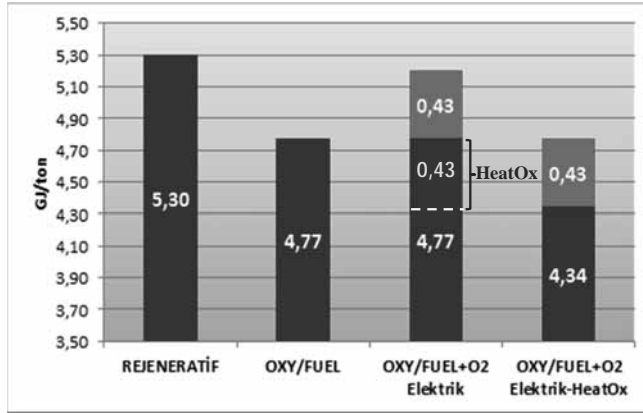
28. CAM SEMPOZYUMU

07.06.2013



Oxy/Fuel Yakmanın Gerçek Getirisi

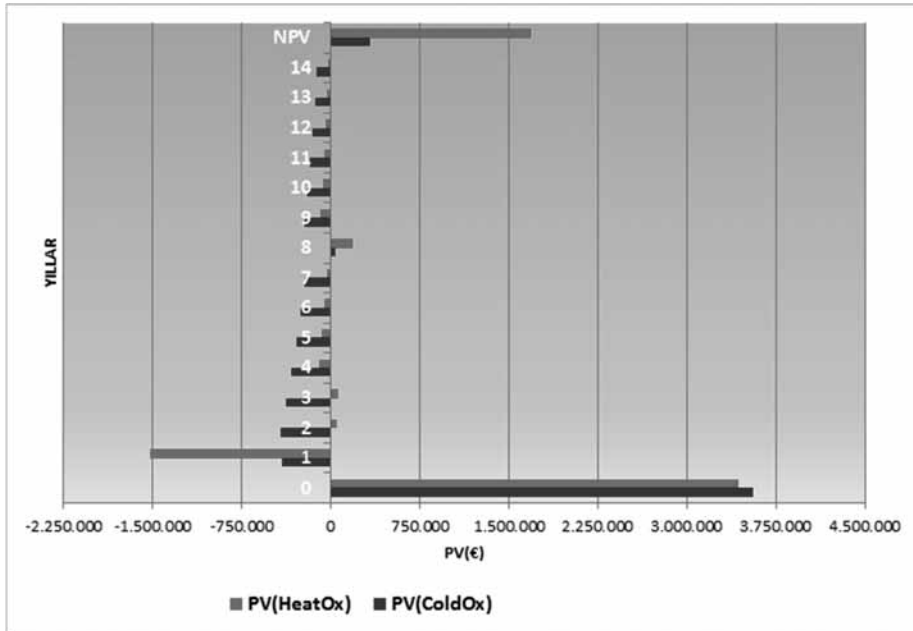
- Oxy/Fuel yakma, Rejeneratif yanmaya göre % 10 daha verimlidir.
- Oksitleyici olarak kullanılan oksijeni üretmek için, hava ayrıştırma işleminde önemli miktarda elektrik tüketilir.
- Bu da hesaba katıldığında, rejeneratif sisteme göre olan verim üstünlüğü net bazda % 2'ye kadar inmektedir.
- Yanma gazların atık enerjisinden faydalanarak, reaktantların 450°C'ye kadar ön ısıtılması ile, oksijen üretimi için harcanan enerjinin tamamına yakın kısmını geri kazanmak mümkündür.



28. CAM SEMPOZYUMU

07.06.2013

Fayda/Maliyet Analizi



28. CAM SEMPOZYUMU

07.06.2013



Sonuç Olarak;

- **Craftem ve HeatOx** Projeleri için belirlenen hedeflere ulaşıldığında; Şişecam için önemli bir maliyet düşürme imkanı elde edilmiş olacaktır.
- HeatOx sistemi ile atık gazlarından enerjisinden faydalanarak reaktantların ön ısıtılmasıyla sağlanacak enerji tasarrufunun, Oxy/Fuel yakmaya engel teşkil eden oksijen maliyetinin önemli bir bölümünü mahsup edebilmesi, gelecekte Şirketimiz içindeki Oxy/Fuel uygulamalarının yaygınlaşmasına katkıda bulunabilir.
- Craftem yakma tekniğinin; uygulama kolaylığı ve düşük ilk yatırım gerektirmesi nedenlerinden dolayı, Şirketimizde mevcut çalışan ya da yeni yapılacak rejeneratif fırınların tamamına yaygınlaştırma imkanı bulunmaktadır. Ayrıca, gelecekte NO_x limitlerine uyma maliyetlerinden de kaçınma konusunda katkı sağlayacaktır.

HARMAN VE CAM KIRIĞINI ÖN ISITMA YOLUYLA ENERJİ KAZANIMI

Tolga Koçel – Levent Kaya

tkocel@sisecam.com – lkaya@sisecam.com

*Ergitme Teknolojileri ve Mühendislik Direktörlüğü – Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı/
Genel Müdürlük*



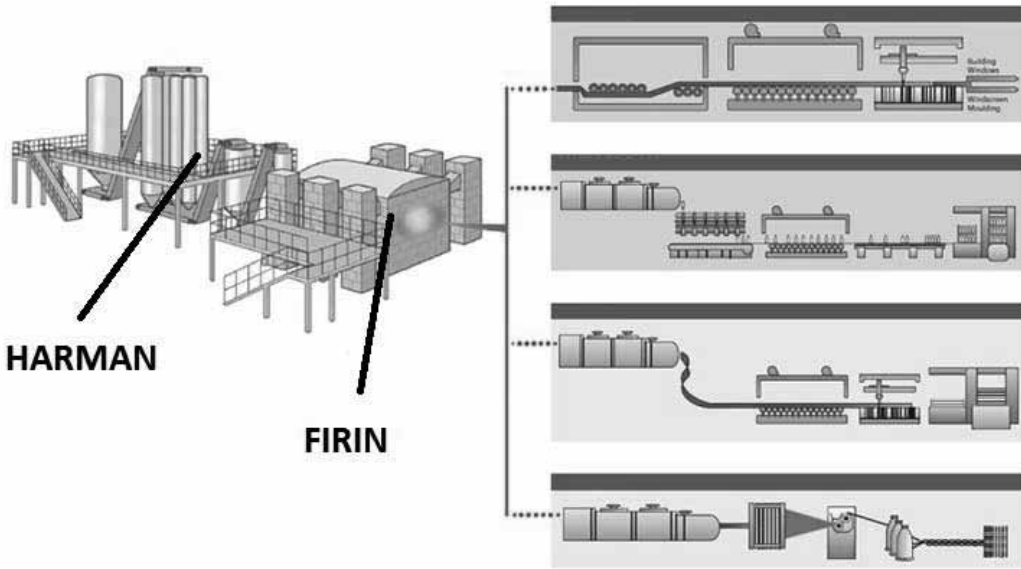
1977 yılında doğdu. Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği ve İstanbul Teknik Üniversitesi, Mühendislik Yönetimi Yüksek Lisans programı mezunudur. 2006 yılından beri Şişecam'da Harman ve Cam Kırığı Sistemleri tasarım ve projelendirmelerinde Proje Mühendisi olarak çalışmaktadır. Silo tasarımı, akış sorunları, tozsuzlaştırma ve aşınma dayanımı konularında önceden yayınlanmış bildiri ve makaleleri bulunmaktadır.

Enerji maliyetlerinin yükselişi ve şirketlerin üzerinde gittikçe artan maliyet baskısı enerji tasarrufu ve geri kazanımı yöntemleri üzerine yapılan çalışmalarını artırmıştır. Cam maliyetinde hammadde haricinde en belirleyici faktör olan enerji maliyetini düşürmeye yönelik çalışmalarda, fırın ergitmede gaz ve elektrik tüketimini azaltma doğrultusunda çalışmalar ağırlık kazanmıştır. Fırın enerji tüketimini düşürmede harman ve cam kırığının baca gazı atık enerjisiyle ısıtılması ön plana çıkmaktadır. Geçmişte bir dönem denendikten sonra terk edilen bu yöntem son yıllarda geliştirilen yeni tekniklerle tekrar ön plana çıkmıştır. Her ne kadar prosesin gerçekleşmesi için kısıtlar ve proses sonucu sıkıntılar devam etse de alınan sonuçlar dikkate değerdir. Çalışmada, harman ve cam kırığı ısıtma sistemleri haricinde harman pelletleme konusu da incelenmiş, sistemlerin avantaj ve kısıtları ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: *Harman ön ısıtma, enerji, cam kırığı, pelletleme, silo akış sorunu, fırın içi toz sorunu*

1. Cam Üretimi, Enerji İhtiyacı ve Tüketimler

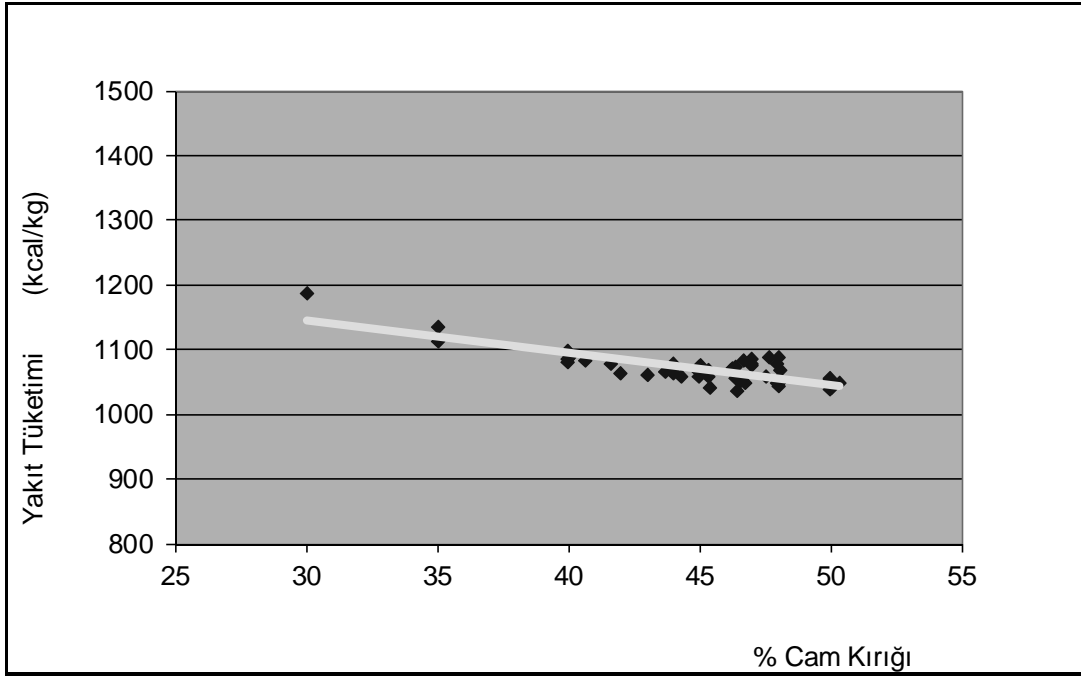
Belirlenen reçete miktarlarına göre tartılan harman ve cam kırığının fırına sevki, ve fırında ısı etkisiyle ergitilmesiyle cam üretimi gerçekleşmektedir. Proses kendi içinde dört kısımdan oluşmaktadır. Hammaddenin depolanması, tartım-dozajlama, ergitme ve şekillendirme. Tüm bu prosesler içinde birim cam başına maliyetin en yüksek olduğu yer ergitmenin gerçekleştiği fırındır.



Şekil1: Cam üretim prosesi

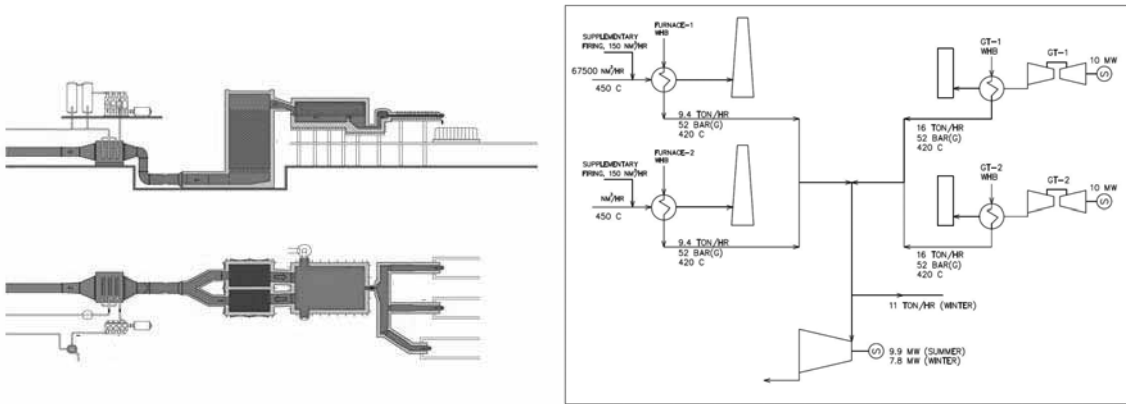
Camın ergimesi için gerekli enerji miktarı 600 kcal/kg, fırın prosesinde gerçekleşen fiili değer ise 1.200 kcal/kg civarındadır. Cam ergitme maliyetine en önemli etkiyi ise harman kompozisyonu içerisindeki cam kırığı yüzdesi yapmaktadır. Şekil 1’de cam kırığı yüzdesindeki artışın enerji tüketimine etkisi gösterilmiştir.

Tablo 1. Harmandaki cam kırığı yüzdesinin yakıt tüketimine etkisi



2. Baca Gazından Enerji Geri Kazanımı

Fırın baca gazından enerji elde edilerek verimliliğin artırılması konusundaki çalışmalar üç ana kısma toplanmaktadır. Bunlardan ilki baca gazından proses için ısı üretimidir (sıcak su/buhar). Genel olarak fabrikaların çoğunda kullanılan bu yöntemle ısıtma amaçlı enerji üretimi yapılabilmektedir. İkinci yöntem ise atık ısının buhara çevrilerek elektrik enerjisi üretimidir.



Şekil 2. Baca gazından elektrik üretimi

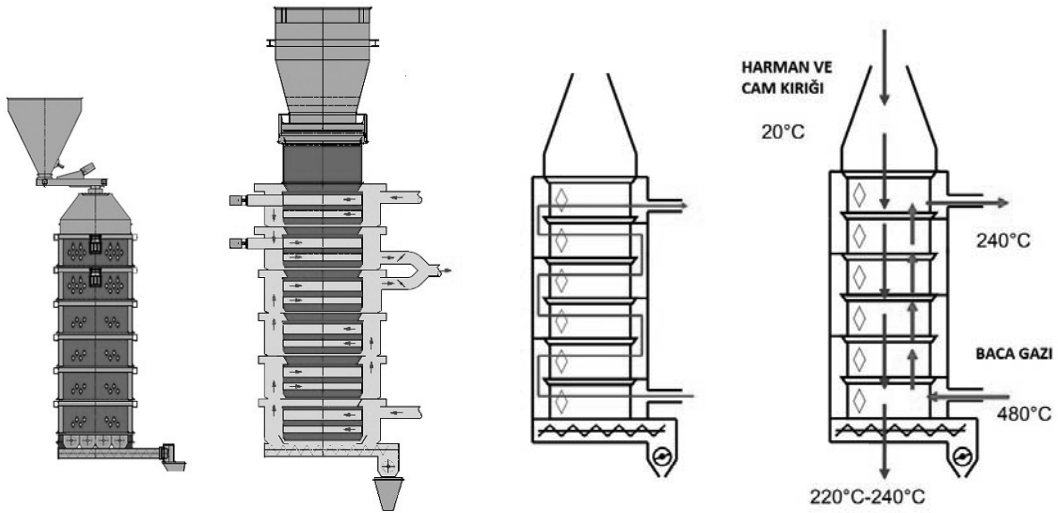
Elektrik üretiminde bacı gazının ısıyla elde edilen buhar türbinden geçirilerek elektrik üretilmektedir.

Üçüncü olarak da, atık baca gazından enerji geri kazanımında son dönemlerde ön plana çıkan yöntem harman ve cam kırığı ön ısıtmadır. Geçmiş 1980'lere kadar geri giden fakat bir dönem terk edilmiş olan bu yöntem, son yıllarda yeni tasarımlarla yeniden gündeme gelmiştir.

3. Harman ve Cam Kırığı Ön Isıtma

Harman ve cam kırığını ön ısıtma yönteminde baca gazı bir ısı değiştirici yapı vasıtasıyla çıkıştaki enerjisinin bir kısmını harmana aktarmakta, normal şartlarda 20-30 derece arası fırına girecek olan harman bu durumda 200-250 dereceye kadar ısınmaktadır. Bu giriş sıcaklığı yükselmesi teorik olarak %10-15 civarı bir enerji kazancına yol açmaktadır.

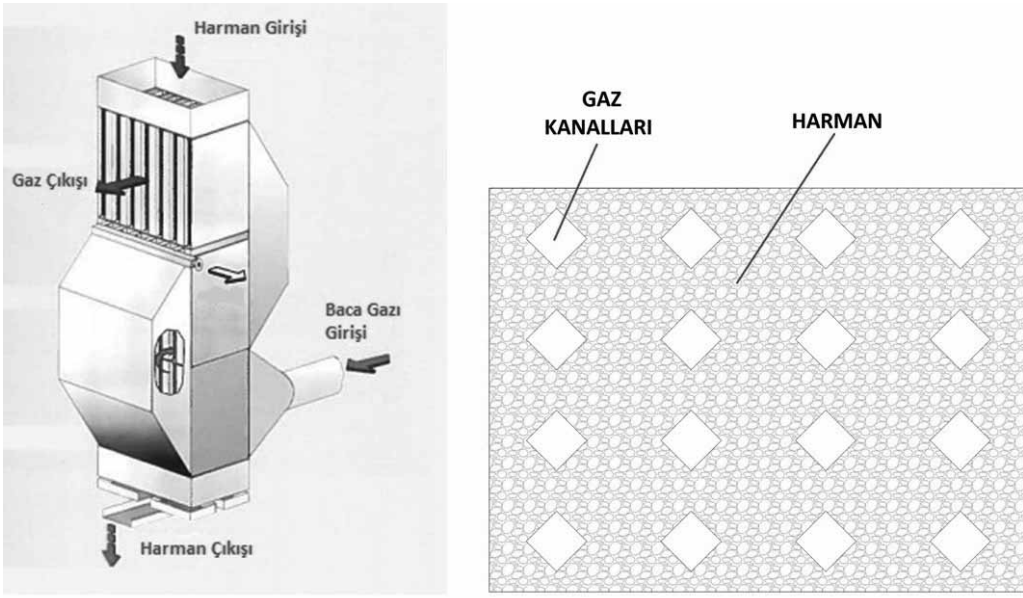
Yakın tarihli kurulmuş iki farklı sistem değerlendirme amacıyla incelenmiş, bu amaçla Almanya ve Hollanda'da kurulu iki adet sistem ziyaret edilerek fabrika yetkililerinden de bilgi alınmıştır. Harman ön ısıtma sisteminde harman ve cam kırığı sistemde tartıldıktan sonra bir elevatör vasıtasıyla harman ön ısıtıcısına yüklenmektedir. Sistemde acil durum/arıza durumları için bir adet de yedek harman silosu bulunmaktadır. Yüklenen harman ısıtıcıdan geçtikten sonra vidalı besleyicilerden oluşan bir sistem vasıtasıyla harman şarjörüne beslenmektedir.



Şekil 3. Harman ön ısıtıcı çalışma prensibi

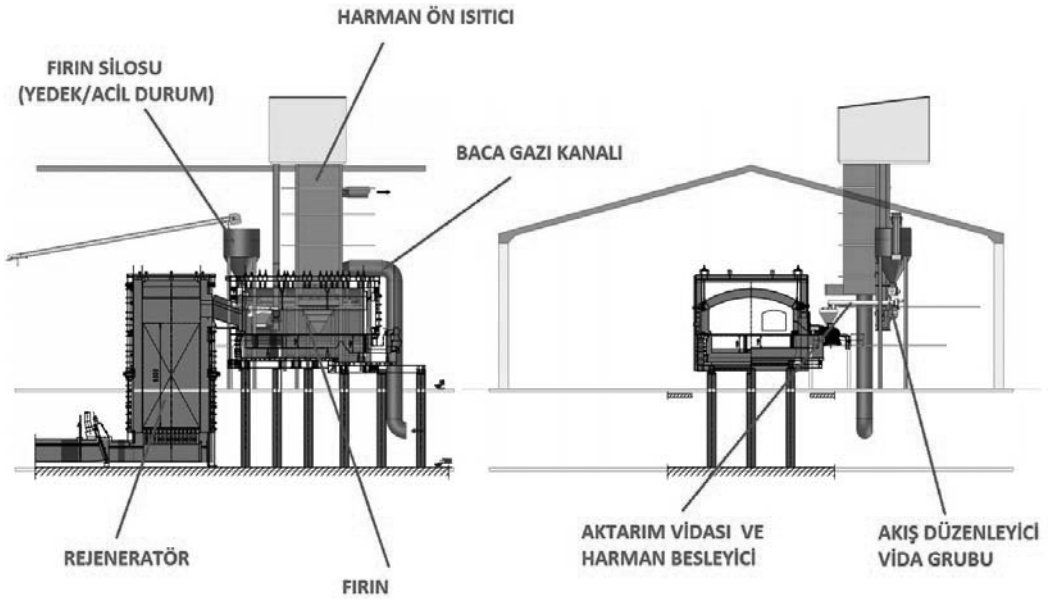
Sisteme harman yaklaşık olarak %2,5 nem oranı ve min. %60-70 mertebesinde cam kırığı ile girmektedir. Ön ısıtıcıya (340 ton çekiş ve %80 cam kırığı oranında) saatte yaklaşık 15 ton harman ve cam kırığı girmekte ve sistem içerisinde yaklaşık 6,2 saat kalmaktadır. Harman ve cam kırığı sistemi 240 °C sıcaklık ve %0 nem ile terk etmektedir. Sistem göreceli olarak yüksek cam kırığı oranları ile çalıştığından aşınmaya karşı ek önlemler alınması da gerekmektedir. Sistem içerisindeki sürtünme ve çarpma yüzeyleri ile çıkıştaki aktarım vidalarında ek önlemler alınmıştır.

Zippe sisteminin incelendiği Ardagh firması F16 fırınında %9 enerji tasarrufu yaparak tüketimini 1.100~1.150 kcal/ton'dan 1.000 kcal/ton civarına, F15 fırınında ise %11 oranında enerji tasarrufu yaparak tüketimini 900 kcal/ton'dan 800 kcal/ton civarına indirdiklerini belirtmiştir. Firma bu rakamlara elektrik tüketiminin de dahil olduğunu ve ana tasarrufun elektrik sarfiyatından (boosting) olduğunu beyan etmiştir, fırınların yakıt tüketiminde ise bir değişiklik olmamıştır. Fabrikanın her iki fırınına ait kendi beyanı olan veriler Tablo 2'de verilmiştir. Yine Sorgo firmasının sistemine ait veriler de Tablo 3'dedir.

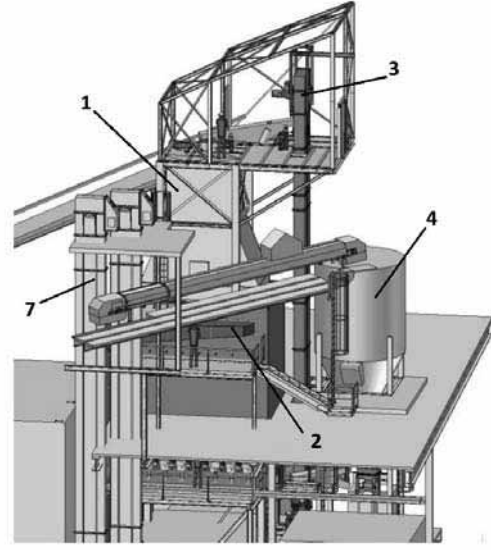
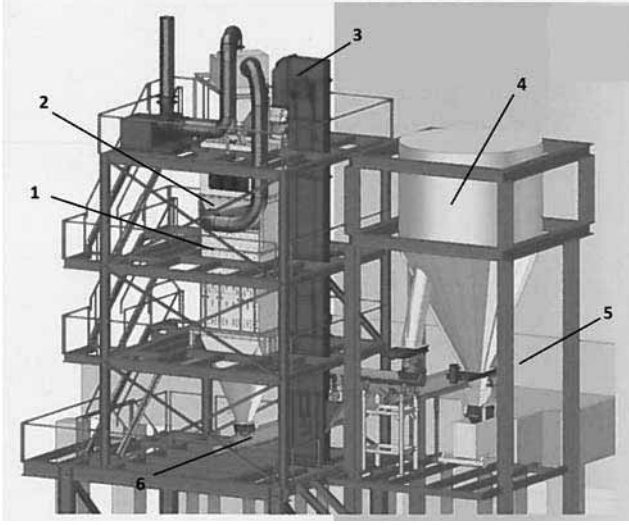


Şekil 4. Harman ön ısıtıcı kesiti

SİSTEM GENEL ÇALIŞMA PRENSİBİ



Şekil 5. Sistem genel yerleşimi



Şekil 6. Sistem genel yapısı 1. Ön Isıtıcı 2. Baca gazı kanalı 3. Harman elevatörü 4. Yedek harman silosu 5. Yedek silo altı aktarıcı vidası 6. Ön ısıtıcı altı aktarıcı vidası 7. Yedek elevatör

Tablo 2. Sisteme ait veriler

			F15	(Beyaz)	F16	(Yeşil)
Baca Gazı	Debisi	Nm ³ /h	20.000		20.000	
	Giriş Sıcaklığı	°C	390-400		400	
	Çıkış Sıcaklığı	°C	170-200		290	
	Giriş Basıncı	Pa	-285		-830	
	Çıkış Basıncı	Pa	-1.180		-1.600	
Harman	Giriş Sıcaklığı	°C	20		20	
	Çıkış Sıcaklığı	°C	240		175	
	Giriş Nemi	%	2~5		2~5	
	Çıkış Nemi	%	~0		~0	
	Cam Kırığı Oranı	%	80		60	
	Harman Hızı	m/h	1		1,2	
	İçerde Kalış Süresi	h	6,2		7,8	
Sistem	Isı Transfer Alanı	m ²	233		226	
	Cam Çekiş*	t/gün	340		400	
	Enerji Kazanımı	%	11		9	

*Harman ön ısıtmasız çekiş miktarları sırası ile 300 ve 360 t/gün'dür

Tablo 3. Ön ısıtma devreye alındıktan önce ve sonrasına ait veriler

		Şubat 2011 Ön Isıtmasız	Nisan 2012 Harman Ön Isıtma
Cam Çekişi	t/24h	246	256
Cam Kırığı Oranı	%	70	69,5
Boosting	kW	769	410
Doğalgaz Tüketimi	Nm ³ /h	1076	1012
Harman Sıcaklığı	°C	20	220-240
Harman Nemi	%	2 - 3	2-3
Özgül Enerji	kJ/kg	4082	3587
Kazanç	%		12,13

4. Sistemin Dezavantajları

4.1 Akış Sorunu

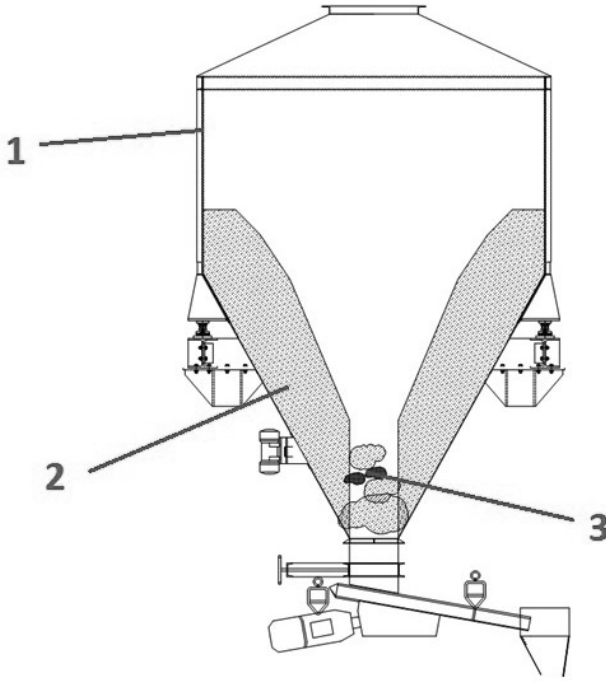
Harman ve cam kırığı ile ilgili en sık karşılaşılan sorun karışımın silo veya beklediği herhangi bir yapı içerisinde yapısında bulunan nem ve sıcaklığın etkisiyle akış sorununa yol açmasıdır. Silo akış sorunu kavramı genel olarak katının topaklaşması, düzensiz besleme, taşma, kemerlenme, kanallanma ve silo duvarlarına yapışmasını içermektedir. Fırın silo bölgesindeki yüksek sıcaklık harman kompozisyonu içerisindeki nem ve sodanın da etkisiyle, harmanın iç cidarlara yapışarak sertleşmesine yol açmaktadır. Bu oluşum kendini büyütürken silo içinde bir baca oluşumuna (funnel) sebep vermektedir. Silo çıkışında akışın meydana geldiği alan bu bölgede tıkanmayı önlese de bir süre sonra cidardan kopan kütleler ortada oluşan baca yapısını (rat hole) tıkayarak silo akışını durdurmaktadır. Sorun bu noktaya geldikten sonra siloya sadece dışarıdan müdahale edilebilmektedir. Akış sorununun meydana gelişi Şekil 7'de gösterilmiştir.

İncelenen harman ön ısıtma sistemlerinde cam kırığı oranlarının göreceli yüksekliği nedeniyle her iki sistemde de tıkanma veya aşınma sorunu olmadığı bildirilmiştir. Sistemlerin üreticileri Zippe ve Sorg firmaları da bu sorunu göz önüne alarak akışı düzenleyici ek önlemler aldıklarını belirtmiş, harman ve cam kırığının silo içerisinde geçirdiği zaman süresince yüzeylere yapışmaması için akış düzenleyiciler kullanmışlardır. Yine de her iki sistem düşük cam kırığıyla uzun süreli çalışma koşullarında test edilmemiştir ve cam kırığı oranının %25-35 bandında olduğu şartlar için elde veri bulunmamaktadır. Her ne kadar sistemler acil durum ve bakım duruşları için yedek harman siloları bulundursa da sistem uzunca bir müddet devre dışı kalacaktır.

4.2 Tozuma Sorunu

Harman ön ısıtma ilgili diğer önemli bir problem; cam kırığı ve/veya cam kırıklı harmanın ihtiva ettiği su, ön ısıtma esnasında tamamen uçurulduğu için, fırın içindeki tozumu artırmasıdır. Direkt temaslı ve % 80-85 cam kırığı oranına sahip cam kırıklı harmanın ön ısıtıldığı direkt temaslı sistemlerde yapılan fiili ölçümlerde, tozumanın 3-4 kat arttığı tespit edilmiştir. Bu durum, özellikle rejeneratörlerin tıkanması(ve buna bağlı olarak verimin düşmesi) açısından bir problem teşkil etmektedir. Bunun yanında, baca gazlarındaki toz yükü de arttığı için, baca öncesine arıtma için toz filtre(ilave elektrik tüketimi) konması gereklidir.

Tozuma sorununu ortadan kaldırmak için ön ısıtma sistemi özel bir dog-house dizaynı ile beraber düşünülse de bu konuda bazı çekinceler mevcuttur. İncelenen sistemlerden Sorg sistemi dog-house dizaynı ile birlikte tasarlanmıştır ve bir toz sorununa rastlanmamıştır. Ancak burada dikkate alınması gereken yüksek cam kırığı oranı ve dog-house dizaynının enerji kaybına yol açmasıdır. Zippe sistemi ise eski fırından kalma dog-house'u kullanmaktadır ve fabrika yetkililerinin de ifade ettiği gibi ciddi bir tozuma sorunu bulunmaktadır. Bu nedenle rejeneratörler normal şartlara göre daha sık temizlenmektedir.



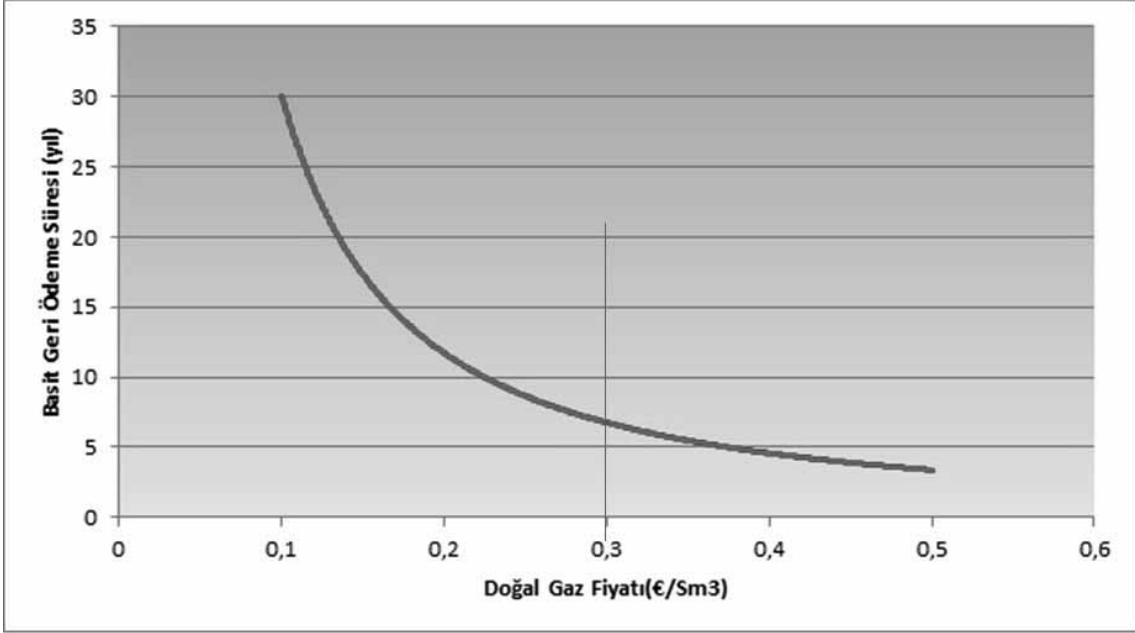
Şekil 7. Finn silosu tıkanma problemi. 1. Finn silosu 2. İç cidarlarda yapışma ve taşlaşma (Funnel flow/Rat Hole) 3. Çıkış ağzını tıkayan taşlaşmış harman kütleleri/topaklan.



Fotoğraf 1. Finn içi tozuma nedeniyle tıkanan rejeneratör

4.3 İlk Yatırım Maliyetinin Yüksekliği

Sistemle ilgili bir diğer dezavantaj da ilk yatırım maliyetinin yüksek oluşudur. Mevcut doğalgaz fiyatları ile bu sistemin geri ödemesi 7,5 yıl civarındadır.



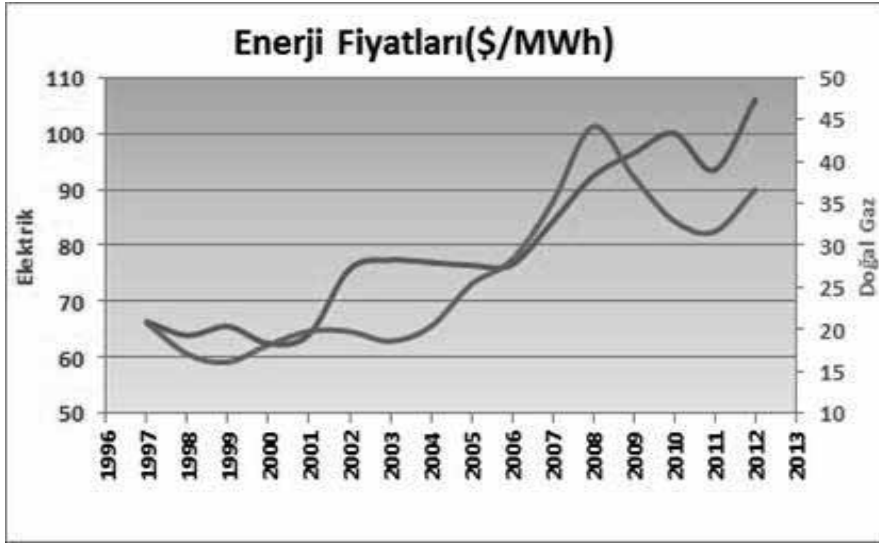
Tablo 4. Yatırım geri ödeme süresinin doğalgaz fiyatı ile ilişkisi

4.4 Bakım Maliyeti

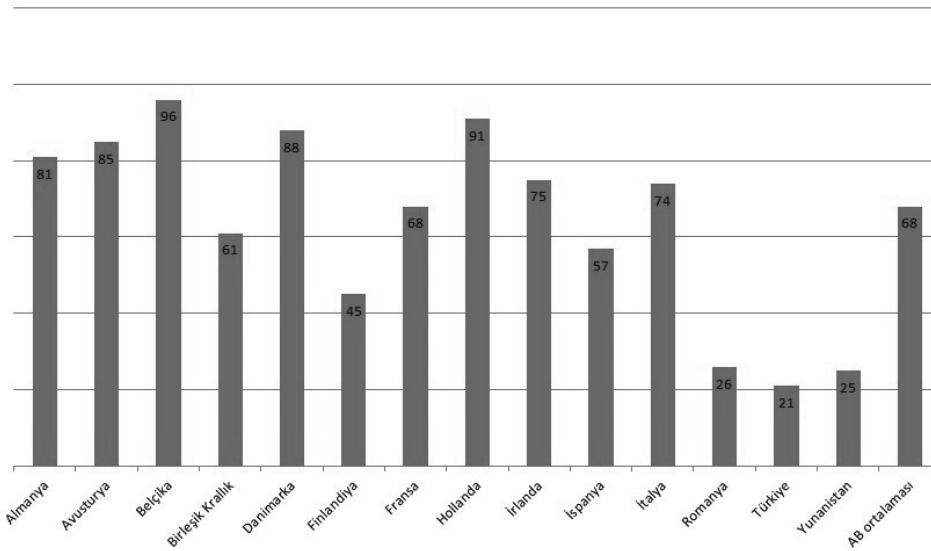
Sistem mevcut silo sistemine göre daha fazla mekanik ekipman içerdiğinden ve sistemin bütününe gereksinimlerinden dolayı, sistemin işletmesi sırasında daha yüksek bir bakım/onarım maliyeti ortaya çıkmaktadır. Sistemin iç yapısı ve bulunduğu ortamdaki çalışma şartları bu alanda sürekli bakım/tadilat/temizlik işlerini sıkıntı hale getirmektedir.

5. Sonuç

Son on yıllık dönemde enerji maliyetlerinin yükselmesi ana maliyet kalemlerinden bir tanesi, belki de en önemlisi olan, cam firmalarını da enerji verimliliğini artırma çabasına sürüklemiştir. Burada en ön plana çıkan arayış kaybin en yüksek olduğu (ve geri kazanımın en kolay olduğu) baca gazından faydalanmaktır. Harman ön ısıtma bu yönüyle öne çıkmaktadır ancak sistemin yüksek cam kırığına ihtiyaç duyduğu halen yaygın kullanımını önünde engeldir. Sistem üzerinde halen ar-ge çalışmaları devam ettiğinden, gelecekte düşük cam kırığıyla çalışan sistemler geliştirilmesi mümkün olsa da hali hazırda şartlar sistemin kullanımına cam kırığı geri dönüşümünün yüksek olduğu ülkelerde izin vermektedir.



Tablo5. 1996-2013 yılları arası enerji maliyetleri (\$/MWh)



Tablo 6. AB ülkeleri cam geri dönüşüm oranları

6. Kaynaklar

- [1] Kaya, Levent. Koçel, Tolga "Sorg Batch3 Sistemi Konusunda Wiegand Glass Fabrikasına Yapılan Ziyaretle İlgili Bilgi Notu" (2012)
- [2] Koçel, Tolga "ZIPPE Firması Harman Ön Isıtma Sistemi İncelemesi" (2012)
- [3] Sorg Batch Preheat – the first year of experience (2012)
- [4] Koçel, Tolga. Tümerkan, Işıl. "Anadolu Cam Yenişehir Fabrikası Kum ve Harman Akış Problemi için Çözüm Önerileri" (2007)

BOOSTING ENERGY ECONOMY: REDUCING REDOX (Fe^{+2}) INFLUENCE IN THE GLASS FURNACES FOR EMERALD GREEN PRODUCTION

Andrey Maev

amaev@ruscam.ru

LLC "Ruscam-Kuban" / Cam Ambalaj



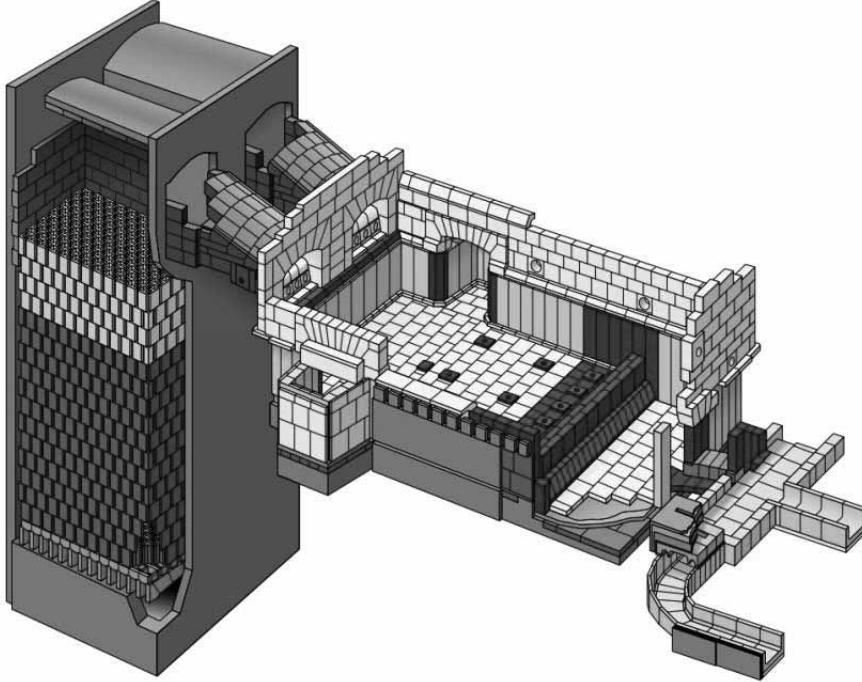
Andrey Maev, graduated from Technical University 2002, Izhevsk, Russia. He worked in industrial plants of Izhevsk. Designed automatic water filling line and thermal calculations of industrial frequency converters. Since 2008, began to work in "Ruscam-Kuban" LLC as an engineer of Batch & Furnace Department. From March 2013 he was appointed as Batch and Furnace Department chief.

Flint, Amber and Emerald Green Colors are used for the bottle production. Emerald green receipt includes chromite which has big light absorption therefore that we can't delivery gas energy without loss to the bottom glass layers. It means up glass layers hotter than bottom glass layers. So as to keep the bottom temperature generally in green color Electrical boosting systems are used. In the glass industry literature mostly we can find research about influence of alkalis on the electrical conductivity of glass. Other way so as to keep bottom temperature we need mix these layers. Part of this task is performed by bubble system.

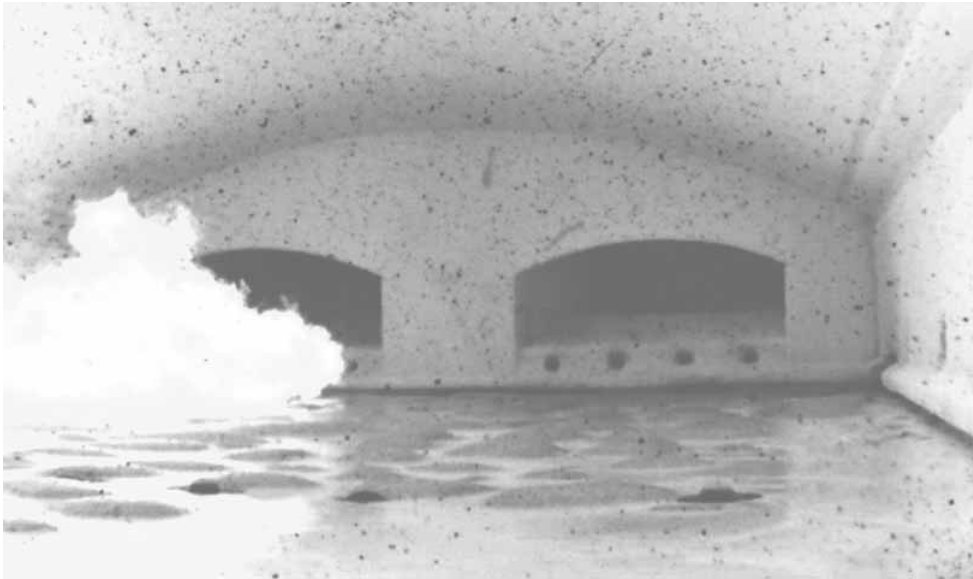
We will explain in this article our results. We will show our electrical energy economy while we increase the anthracite quantity and reducing redox the foam layer was reduced and heat transfer from the top to the bottom was increased. To have the same bottom temperature we reduced boosting electricity consumption.

Keywords: End-fired furnace, boosting energy economy, green glass, reducing redox.

Ruscam-Kuban has end-fired-furnace of 4 years old. Furnace works by natural gas or diesel oil (in emergency cases). Furnace capacity - 350 tons/day + 50 tons/day with electric boosting. The electric boosting system helps to increase the furnace pull. Furnace has bubbles system in the bottom. Length – 16 m, width – 9 m, glass height – 1.25 m.

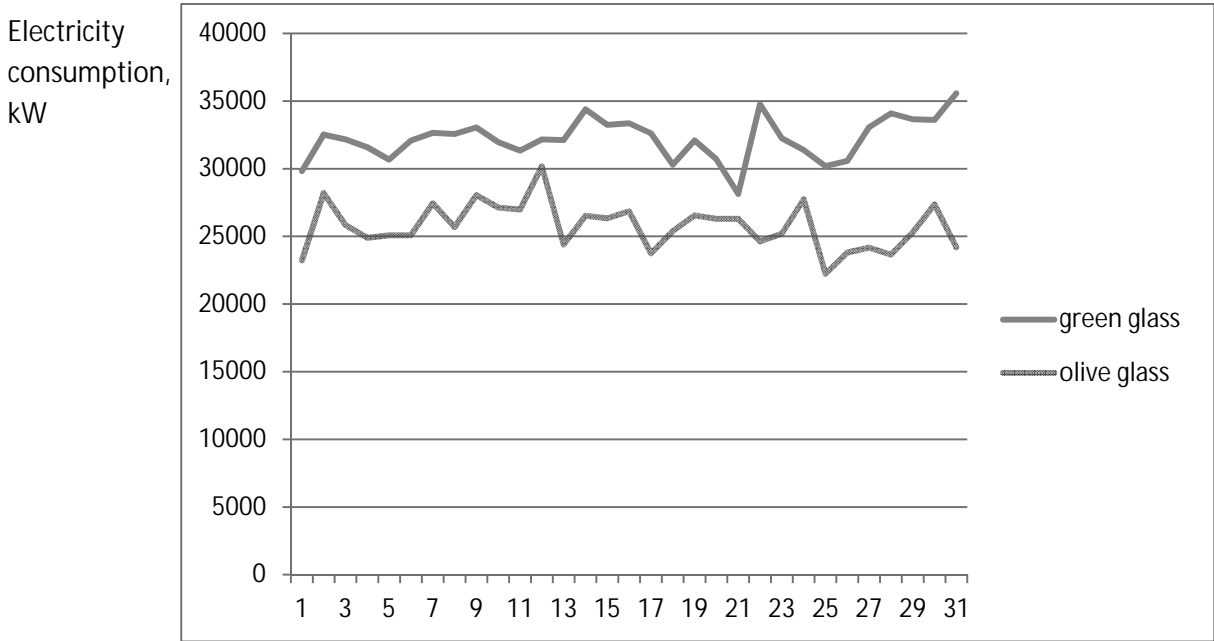


RK Furnace-A (2013)

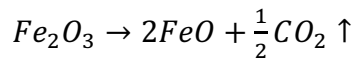


We did many tests to reduce electric usage. Our green glass batch had redox +1 in 2010. Batch redox became -4 in 2012. Boosting energy consumption was 1100 kW for glass made from batch with redox -4 and for glass made from olive glass batch with redox -27 is 900 kW. At the same time green glass

purity is 20% and olive glass purity is 77% (for standard 2mm). High purity decreases energy transfer from gas combustion to the glass. It means we should spend more boosting energy for olive color glass so as to heat the bottom layers glass. But we get the reverse effect we spend boosting energy 15 -20 % less.

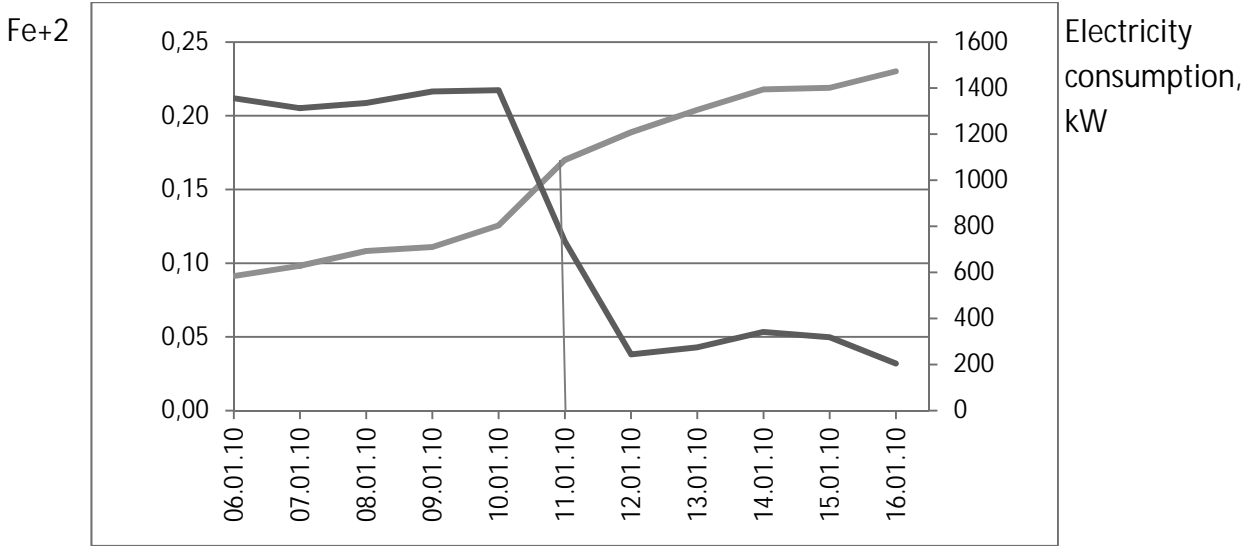


So as to reach olive green color we need increase reducing redox from -4 to -27 by anthracite. In order to mathematically show it in the graphs we will use Fe^{+2} . When we change the glass color from emerald green to olive green we can find out in the furnace how bottom temperature starts to increase itself as result of chemical reaction from Fe^{+3} to Fe^{+2} .



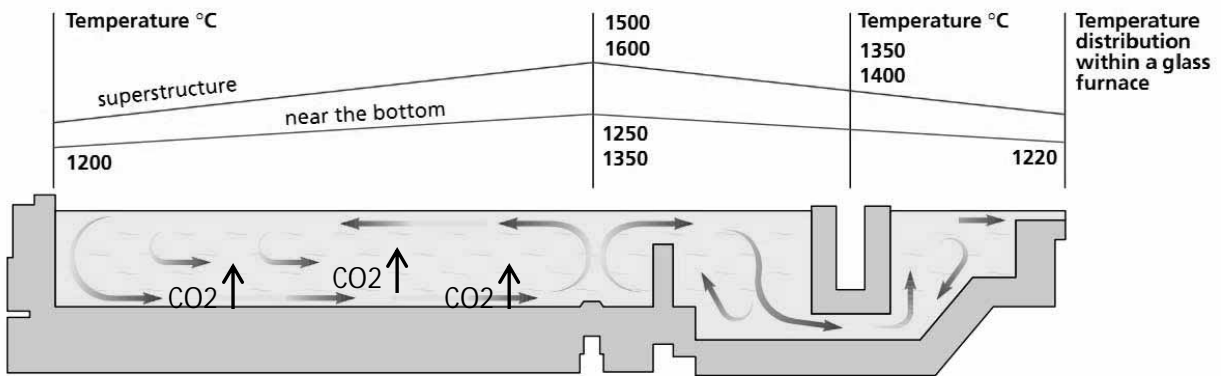
This reaction gives us carbon dioxide which lifts cold bottom layers melt glass to the glass surface in the furnace. At the same time top hot layers heated by gas combustion fall to the bottom and increase bottom temperature. The temperature difference between the layers of melt glass decreases and we can use less boosting energy for the bottom heating.

Color change campaign from green to olive



In the graph you see decreasing of energy consumption with growing of Fe+2. And for orange line where Fe+2 is 0.17 we can see color parameters of glass are DWL=554 nm, P=19%, Br=65%. These parameters are good for emerald green glass but energy consumption for this point was decreased from 1500 kW to 800 kW

The appearance of carbon dioxide in the reaction mixes glass layers in the furnace. The more CO_2 amounts the more positive effect of mixing we can get.



Convection currents within the glass

The weir wall and bubblers force the glass to rise to the surface where temperatures are higher, further refining the glass.

When we compare seeds (bubbles) amount in the green glass and in the olive glass we can find olive glass has approximately 15-20% less seeds amount. It happens due to carbon dioxide CO_2 gives affination effect. Affination decreases foam on the glass surface and in this way increases energy transfer from gas combustion to the glass.

Here is showing the table 1 with chemical analyzes of different factories. First three Russian glass factories, two Turkish factories and two European factories. European factories use less amount of Chromite oxide. Chromite oxide has high absorption and it influences light transmission. In Europe gas is expensive and so as to decrease gas consumption they produce light green color glass with small amount of chromite. In Russia gas is cheap and Russian factories produce dark green glass. Also boosting energy consumption: Ruscam-Kuban – 1300 kW (batch redox -4), Ruscam-Gorohovets – 1700 kW, Ruscam-Ufa – 1500 kW.

Table 1

Glass Factory	Fe2O3	Cr2O3	Relation Machine Speed	Redox	kW
Ruscam-Kuban	0,32	0,25	111	-4	1300
Ruscam-Gorohovets	0,34	0,24	106	-4	1700
Ruscam-Ufa	0,29	0,23	110	-3	1500
Yenisehir (2010)	0,22	0,24	112	+2	1100
Mersin (2010)	0,25	0,25	113	+1	-
Euro. Factory A	0,39	0,20	105	+2	-
Euro. Factory B	0,26	0,18	112	+3	-

Chemical analyses of Emerald green glass samples

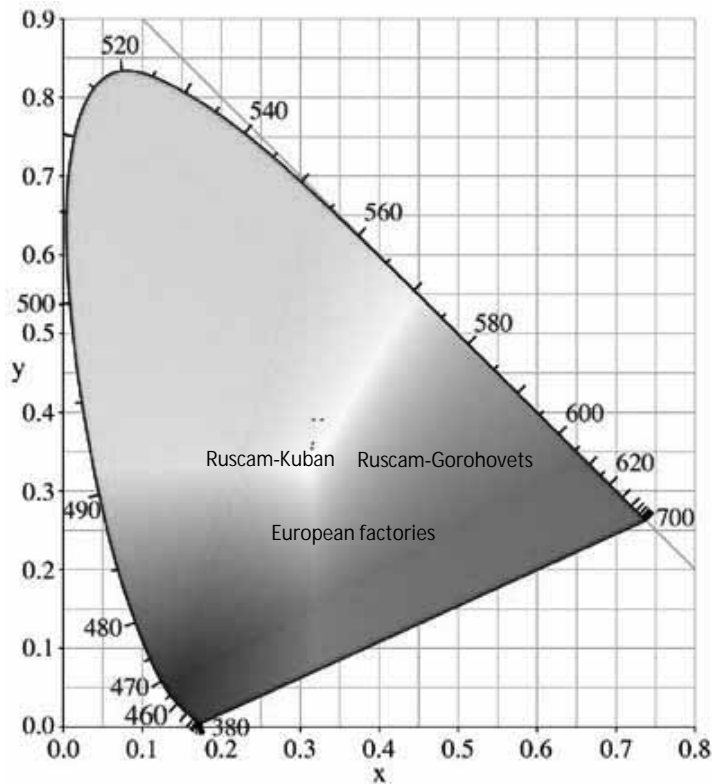
In the table 2 you can see color parameters of different factories. Purity of European factories 14-15%, purity of Russian factories 20%. When we melt glass with higher purity we need spend more energy (gas and electricity).

Table2

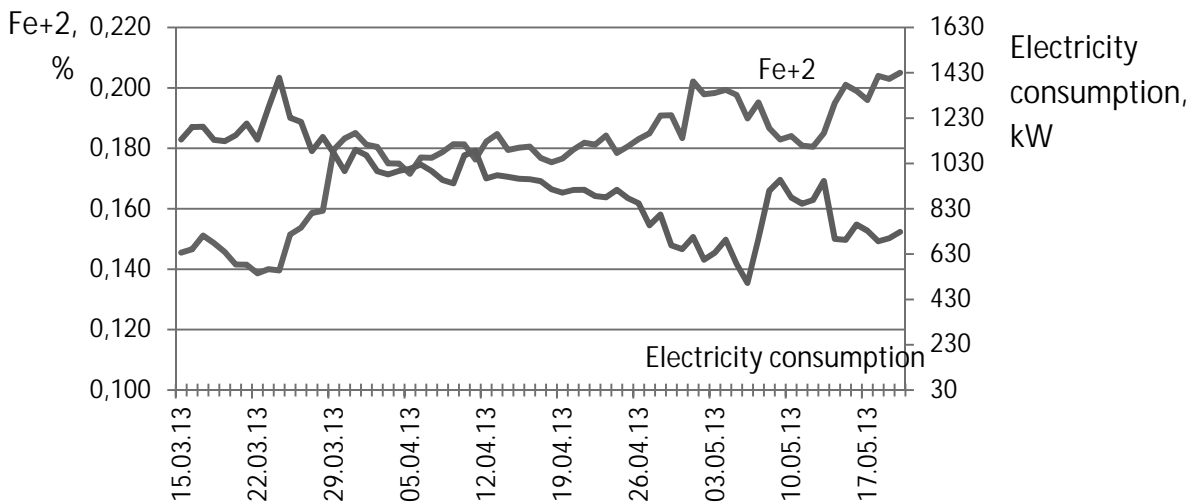
	Ruscam Gorohovets	Ruscam Ufa	Ruscam Kuban	Eu. fact A	Eu. fact B
DWL	555,7	555	554,8	555	555,1
P, %	20	20	20	15.3	13.9
Br, %	63.7	64.5	64	69.4	70.5
X	0.316	0.315	0.314	0.314	0.314
Y	0.384	0.383	0.384	0.369	0.363
Fe+2	0.15	0.13	0.14	0.12	0.10

Color parameters of Ruscam and European's factories

And you see on the color diagram area of Russian factories is darker and area of European factories is lighter. Our clients demand on us this dark green color.



Green glass produces from batch with redox from +5 to -15. It means we can step by step increase reducing redox. It will increase CO_2 amounts. This way we can get mixing heat fluxes and affination effect of glass surface in the furnace. In the graph you see how Fe+2 amount increases from 0.14% to 0.20%. Electricity consumption decreases from 1200 kW to 700 kW.



Here is showing the graphics of light transmission and table 3 for different batch redox Fe+2. When Fe+2 became 0.18 % dominant wavelength fell down to 553.8 nm. Because of Fe+2 pushes on the right size of graphics and moves top of graphic to the left. But when Fe+2 became 0.20 % dominant wavelength started to increase and became 556 nm.

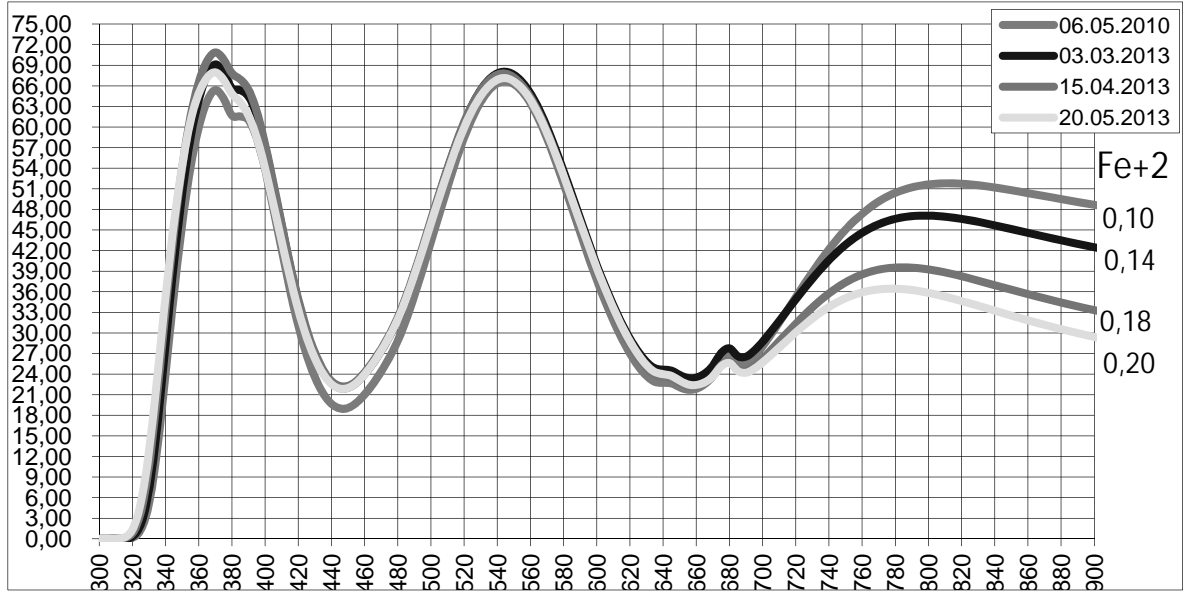


Table 3

Redox	Fe+2, %	DWL, nm	Purity, %	Brightness, %	X	Y
0	0,10	556	23,1	62,8	0,3189	0,3965
-4	0,14	555,5	20,6	63,4	0,3163	0,3866
-8	0,18	554,1	19,8	63	0,3143	0,3857
-9	0,20	556	20,2	62,8	0,3157	0,3865

Color parameters for glass with different redox

Here is the table 4 with our experiment results batch reducing redox increasing and boosting energy consumption decreasing from 1230 kW/ton to 735 kW/ton. In other table we show we changed in receipt just anthracite.

Table 4

Redox	Furnace Pull, tons	Electricity, kWh/day	Cullet, %	Electricity, kWh/day for 25 %cullet	Boosting consumption, kWh/day
0	387	35.429	23	35.250	1470
-4	398	28.409	40	29.470	1230
-8	394	23.106	40	23.970	960
-9	396	17.260	34	17.648	735

Energy consumption for glass with different redox

Cost was increased 0,1 % more and at the same time boosting consumption was reduced minimum 40% less (table 5).

Table 5

Raw materials	Cost, RUR/ton Batch redox 0	Cost, RUR/ton Batch redox -9
Sand	785	785
Soda	1982	1982
Dolomite	252	252
Limestone	151	151
Silimanite	156	156
Chromite	129	129
Sulphate	36	36
Anthracite	6	11

Batch cost comparison

Results:

- Color parameters didn't change significantly for standard 2 mm:
 DWL, nm 555,4 → 554,5 X 0,3163 → 0,3157
 Purity, % 20,6 → 20,2 Y 0,3866 → 0,3865
 Brightness, % 63,4 → 62,8
- Boosting electricity consumption was decreased, kW/h 1200 → 730 (40% less).
- Electricity economy 420.000 \$ per year.
- Batch cost was increased 20.000 \$ more per year.
- Profit is 400.000 \$ per year.

In this article we showed the production of green color glass with the same color parameters from batch with different reducing redox. We see how redox influences for boosting energy consumption. It shows us how ratio Fe⁺²/Fe⁺³ influences for light transmission and heat fluxes.

References:

- Y.A. Guloyan. The technology of glass and assorted glass ware. 1986, p.264
- N.M. Pavlushkin. Chemical technology of glass and ceramics. 1983, p.432
- James E. Shelby. Introduction to Glass Science and Technology. 2nd edition. 2005, p.291

ANADOLU CAM ESKİŞEHİR FABRİKASI GÜN IŞIĞI AYDINLATMA OTOMASYON SİSTEMİ

Burçin İşgüden - İbrahim Bayındır

bisguden@siseecam.com - ibayindir@siseecam.com

Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Yönetim ve Satış Merkezi, Projeler Müdürlüğü / Cam Ambalaj



1975 Yılında Kdz. Ereğli'de doğan Burçin İşgüden, 2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur.

Topluluğumuza 14.02.2003 tarihinde Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Çayırova Fabrikası Kalite Mühendisi olarak katılan Burçin İşgüden 01.03.2006 tarihinde Anadolu Cam San. A.Ş. Topkapı Fabrikası Elektrik Bakım Onanım Mühendisliğine naklen, 01.01.2013 tarihinde Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Yönetim ve Satış Merkezi Proje Şefliğine terfien atanmıştır ve halen bu görevi sürdürmektedir.

Gün ışığı aydınlatma sistemi, Led armatürler ve otomasyon bir arada kullanılarak aydınlatma enerji verimliliği artırılmaktadır ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Sistem işletme içerisinde gün ışığından maksimum faydalanmayı sağlamaktadır. Gün ışığı aydınlatmasında Sun Tracker ticari isimli ürün kullanılmaktadır. Sun Tracker çatıya monte edilen, gün ışığını bir mercek gibi toplayarak bina içerisine odaklayan ve güneşin hareketine göre içerisinde bulunan yansıtıcıların otomatik hareket ettirildiği bir sistemdir. Enerjisini güneşten alan GPS dönme kumandasına sahiptir. Işık; termal bariyer, ışık kuyusu ve alt ışık dağıtıcısından geçer ve böylece binanın tümüne etkili bir şekilde dağılır. Bu şekilde hem yapay aydınlatma kullanımını büyük oranda azaltarak enerji tasarrufu sağlanmış, hemde çalışan personel için daha sağlıklı ve güvenli bir ortam yaratılmış olmaktadır. Sun Tracker sistemi işletmede kullanılan yapay aydınlatma sistemi ile koordineli çalışmaktadır, gün ışığının azalması ve artmasına göre yapay aydınlatma sistemi de ışık akısını ölçen sensörler sayesinde otomatik olarak dim (ışığın artması/azalması) edilmektedir. Bu sayede işletme içerisinde dış ortam aydınlık seviyesi ne olursa olsun sabit bir aydınlık düzeyi yaratılmış olur. SunTracker, pasif günışığı sistemlerinin on katına kadar ışık üretir ve ışığı daha geniş bir alana homojen olarak yayar.

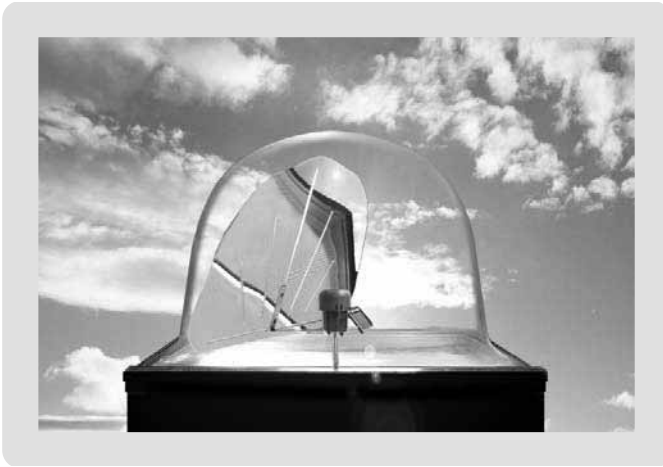
SunTracker sistemi elektrikle aydınlatmaya kıyasla, 800 watt floresan veya 1000 watt metal halide lambanın sağladığının üzerinde aydınlatma sağlar. Güneş ışığını yansıttığı ve elektrik kullanmadığı için, aydınlatma enerji giderleri günde ortalama 10,5 saate kadar sıfıra düşer. Sistemi enerji ve bakım açısından bu kadar verimli kılan, lümen performansı, düşük işletme maliyeti, uzun ömürlü olması ve çok daha az ısı üretimi özelliklerinin birleşimidir.

Anahtar Sözcükler: Otomasyon, Güneş İzleyici, Yansıtıcı Sistemler, Aydınlatma

Giriş

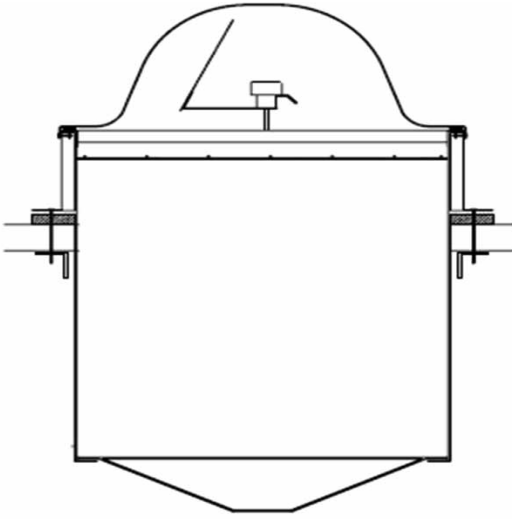
Anadolu Cam Eskişehir Fabrikası Aydınlatma sisteminde yapılan yenilikler temel olarak üç gruba ayrılmaktadır. Birincisi aydınlatmada gün ışığının kullanılması, ikincisi Led armatürlerin kullanılması, üçüncü olarak da otomasyon sisteminin kullanılmasıdır.

Aydınlatmada gün ışığının kullanılması; Sun Tracker ticari ismiyle piyasada olan bir ABD aydınlatma firmasının tasarlayıp geliştirdiği ürün kullanılmaktadır. Sistem gün ışığından maksimum faydalanmayı sağlamaktadır. Ürünün üst kısmı ışık geçirgenliği yüksek bir malzemeden yapılmıştır. Üst kısmındaki bombeli yapısı sayesinde yüzey alanı genişletilmiş ve böylece daha fazla gün ışığı elde edilmesi sağlanmıştır. İçerisinde bulunan yüksek verimlilikte yansıtıcı vasıtasıyla gün ışığı alt bölgeye odaklanmaktadır. Bu yansıtıcı gün boyunca güneşi takip eden ve aynı zamanda güneş enerjisiyle çalışan bir mekanizmaya sahiptir. Bu sistem sayesinde yapay aydınlatma kullanımı büyük oranda azaltılarak enerji tasarrufu sağlanmış olmaktadır.



SunTracker güneşi takip etmek için güneş enerjisi ile çalışan GPS teknolojisini kullanır. Ayna daimi olarak güneşe dönüktür ve ışığı üst lensten aşağıya doğru yansıtır. Güneş ışığı alt lensten geçer ve homojen olarak dağılır.

Sun Tracker temel olarak üç bölümden oluşur birincisi ışığın toplandığı bölme ikincisi ışığın aktarıldığı bölme ve üçüncüsü ışığın dağıtıldığı bölmedir.



Gün ışığı aydınlatmanın avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Daha iyi ışık kalitesi
- Artan çalışan verimliliği
- Azalan sera gazı salınımı
- Azalan işletme maliyetleri

Sun Tracker sistemi benzer amaçla kullanılan pasif ışıklık olarak adlandırılan sistemlerle mukayese edilirse; Sun Trackerda ışık Homojen ve düzenlidir. Gün boyunca maksimum ışık sağlar. Güneş enerjisi ile çalışan GPS takip sistemi vardır. Uzun ömürlü ve sabit verimlidir. Pasif ışıklıklar ise homojen olmayan düzensiz ışık verir, ortamda ısı artışı ve kamaşma görülür, ışık kontrolü etkisizdir, sararma ve deformasyon olur, kısa ömürlü ve düşük verimlidir.

Sun tracker sistemi gün boyunca pasif ışıklıkların yaklaşık 3 katı kadar daha verimli aydınlatma sağlamaktadır. Sun Tracker sistemini oluşturan tüm ana malzemeler bunlar; ışık geçiren akrilik malzeme, yansıtıcı ayna, GPS takip sistemi, ışığı homojen dağıtan ve bu sayede kamaşma ve ısı artışını önleyen malzeme ayrı ayrı 10 yıl üretici firma garantisi altındadır.

Led Armatürlerin kullanılması; Aydınlatma tekniğinde bilinmesi gereken temel kavramlar olarak şunları sıralayabiliriz.

Işık akısı Lümen olarak ifade edilir "lm" olarak gösterilir. Aydınlık şiddeti "lüx" olarak gösterilir. Bu birim metrekare alana düşen ışık akıdır. Işık verimi Lümen/watt olarak ifade edilir. Optik verimlilik ise armatürün ortama verdiği ışık akısının armatürde kullanılan lambanın teorik ışık akısına oranıdır.

Aydınlatmada renk dönüşüm indeksi (CRI) veya Ra, “doğal” nesnelerin belli bir ışık kaynağı tarafından aydınlatıldığında nasıl görüleceğini ifade eden genel bir göstergedir. Gözün algılama yeteneği dalgaboyuna bağlı olduğundan, toplam ışık akıları aynı olan iki kaynağın oluşturduğu aydınlatmanın göz tarafından algılanması farklı olabilir. Renksel Geriverim Endeksi, yani CRI (Colour Rendering Index) iste bunun bir ölçüsüdür. Renksel geriverim endeksinde ulaşılabilecek en yüksek değer Ra = 100 olup, bu değer küçüldükçe, kaynağın renksel geriverim özellikleri kötüleşir.

Doğal ışığın Ra endeksi 100 dür. Bu Led ışık kaynağında 90-95, Floresan ışık kaynağında 80-85, Metal Halide ışık kaynağında ise 60-70 arasındadır. Kullanılan LED armature 84 watt güç tüketmektedir, 92 lm/watt ışık verimi vardır, %89 optik verimliliğe sahiptir ve 50.000 LED ışık kaynağı üretici firma garantisi altında ömrü vardır. Led armatürlerin en büyük problem olan sıcaklık artmasına bağlı verim düşümü kullanılan armatürdeki uygun soğutma dizaynı ve gelişmiş driver yapısı sayesinde minimum indirilmiştir. Armatür 55 derece ortam sıcaklığında bile %98 verimle çalışabilmektedir.

Led armatür işletmelerde yaygın olarak kullanılan floresan ve metal halide armatürler ile mukayese edilirse,

250 watt Metal halide armatür trafo kaybıyla beraber 268 watt güç tüketmektedir. Buna karşılık 17.256 lümen ışık akısı verir. Işık verimi 64 lümen/watt'tır. 2x54 watt Floresan armatür ballast kaybıyla beraber 116 watt güç tüketmektedir. Buna karşılık 8408 lümen ışık akısı verir. Işık verimi 72 lümen/watt'tır. Led armatür ise 84 watt güç tüketimine karşılık 7701 lümen ışık akısı verir ve 92 lümen/watt ışık verimi vardır.

Otomasyon uygulaması; Aydınlatma otomasyon sistemi temel olarak üç şekilde uygulanabilmektedir.

Birincisi gün ışığına bağlı otomasyon, ikincisi harekete bağlı otomasyon, üçüncüsü de zamana bağlı otomasyondur. Anadolu Cam Eskişehir Fabrikasında aydınlatma otomasyonu gün ışığına bağlı olarak işletme ve ambar bölgesinde, Harekete bağlı olarak personelin normal şartlarda bulunmadığı sadece bakım ve arıza durumlarında personelin bulunduğu fan galerisi, sarsak bölgesi, enerji dairesi, Harman dairesi bölgesinde, zamana bağlı olarak da ofis bölgelerinde kullanılmıştır.

Otomasyon sisteminin montajı ve uygulaması çok kolaydır. Sahada bulunan tüm armatürler, anahtarlar, sensörler tek bir kablo ile bu kablo çok ince sadece sinyal taşımaktadır, otomasyon modülüne bağlanır. Otomasyon modülü de network üzerinden aydınlatma otomasyonu kontrol PC'sine bağlanır. Daha sonra Kontrol PC üzerinden istenilen bölgede istenilen otomasyon senaryosu uygulanabilmektedir.

Gün ışığına bağlı otomasyonda seçilen bölge için ilgili sensöre PC üzerinden bir "lüks" değeri set edilir. Sensör, ortamdaki gün ışığını ölçerek bunun set edilen değerle doğrulamasını yapar. Bunun neticesinde bölgedeki armatürleri istenilen ışık şiddetini sağlayacak şekilde kumanda eder. Armatürleri sadece on/off değil %0 - %100 arasında uygun şiddette yakarak ortamda sabit ışık şiddeti olmasını sağlar.

Led armatürlerin kullanılmasıyla Metal halide armatüre göre yaklaşık 180.000 TL/yıl tasarruf sağlanmaktadır. Yatırım geri ödeme süresi 1 yıl olmaktadır. Led armatürlerin kullanılmasıyla Floresan armatüre göre yaklaşık 53.000 TL/yıl tasarruf sağlanmaktadır. Yatırım geri ödeme süresi 3 yıl olmaktadır. Burada söz konusu floresan armatürler reflektörlü, verimliliği yüksek sınıf armatürlerdir.

Sun Tracker kullanılmasıyla yaklaşık 64.000 TL/yıl tasarruf sağlanmaktadır. Yatırım geri ödeme süresi 4.5 yıl olmaktadır. Harekete bağlı otomasyon ile yaklaşık 50.000 TL/yıl tasarruf sağlanmaktadır. Yatırımın geri ödeme süresi 1 yıl olmaktadır.

Sonuç olarak; Anadolu Cam Eskişehir Fabrikası Aydınlatma sisteminde Sun Tracker, Led armatür ve otomasyon sistemi ile ışık verimliliği 156 lm/watt olmuştur ve 165.000,00 TL/yıl tasarruf sağlanmaktadır.

Kaynaklar:

1. <http://www.ciralight.com> Ocak 2013
2. <http://eae.com.tr> Ocak 2013
3. <http://rsbyapi.com.tr> Şubat 2013
4. <http://dalicontrol.com> Şubat 2013

EP TASARIMI TORK MOTORLU PRES ÜRETİM HATTI

Ufuk Göncü - Murat Aşkın

ugoncu@sisecam.com – maskin@sisecam.com

Paşabahçe Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş. Eskişehir Fabrikası / Cam Ev Eşyası



1988-1991 yılları arasında Eskişehir Yunus Emre Teknik Lisesi Elektronik bölümünde okuduktan sonra 1991-1995 yılları arasında Anadolu Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği eğitimini tamamladı.

1999 yılında Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Tic. A.Ş.'de Elektrik Bakım Onarım ve ÖKA Mühendisi olarak işe başladı. 2005 yılından itibaren Elektrik Bakım Onarım Şefliği görevine devam etmektedir.

Dünyada ihtiyacımız olan güç ve hızda tork motor yapabilecek birkaç firma vardır. Bu firmalar ya uzun termin ve yüksek fiyatları nedeni ile ya da cam üretim hattının tamamını almak kaydı ile motor sattıklarından bizim için uygun olmamaktadır. Bu nedenlerle Paşabahçe Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş. Eskişehir Fabrikası olarak ilk yerli tork motor yapılmasına yönelik çalışmalara başlandı. Bu sayede ilk yerli tork motor yapılarak; her çeşit imalat makinemizde tork motor kullanım avantajlarından faydalanma yolu açılmış oldu.

Makinaya ilgili talaşlı imalat kısmının üretimi sürecinde Şişecam kuruluşu olan ASMAŞ firması ile işbirliği yapıldı ve makinaya ilgili talaşlı imalat kısmının üretimi ASMAŞ firmasında yapıldı.

Tork motorlu Pres Üretim Hattı Özellikleri;

- Tork motor hassasiyeti

Motor pozisyonlamasında kullanılan son teknoloji ekipmanlar sayesinde 0,001derece (0,019 mm) hassasiyet ile tabla kontrol edilmektedir. Bu hassasiyet, genova tipi mekanik indeksleme sistemlerinde boşluklardan kaynaklanan üretimde kalite kayıplarının önüne geçecektir.

- Tork motor indeks zamanı avantajı

Tork motorlu pres makinesinde indeks zamanı azaltılarak;

Tek parçalı kalıp imalatlarında yaklaşık 5%

Çift parçalı kalıp imalatlarında yaklaşık 2,5%

Kalite ve devir artışı kaynaklı kazanç artışı sağlanmıştır.

- Tablanın tork motor ile 16 indeks çalıştırılması

Mevcut makinenin tabla ve manifoldunda yapılacak tadilat ile ürünlerin 16 indeks çalışması sağlanabilir. Bazı ürünlerde bu özellik üretim kazancı sağlanmıştır.

- Çift bölmeli davlumbaz ve hareketli monifold özelliği kazandırılması

Kalıp soğutma fanlarının hava debilerinin yetersiz kalması nedeniyle blower havasının kullanılması amaçlanmıştır. Makinaya çift bölmeli davlumbaz montajı ile blower havası ile fan havasının beraber kullanılması sağlanmıştır. Makinede 4 istasyona hareketli monifold montajı ile alçak basınç (blower) havasının daha efektif kullanımının sağlanmıştır.

- **200 mm Hatveli yakma makinesi**

Maksimum 92 mm eksen mesafesindeki imalatların 160'lık kalıp kolu ile çift damla çalışabilmesi için A6 makinasına 200 mm hatveli yakma konulmuştur. Bu şekilde yakma eksen mesafesi nedeniyle bu hatta çalışamayan mevcutta 10 imalat çift damla çalışır hale gelmiştir. Bu sayede üretim kazancı sağlanmıştır.

- **T.U.N.A. Pres Makine Kontrol Sistemi:**

Makinede bulunan 15 adet servomotor, 1 adet tabla tork motoru ve 4 adet konveyör tork motorunu sürmek ve yüze yakın zamanlı çıkışı verebilmek için gelişmiş bir kontrol sistemine ihtiyaç vardır. Daha önceki tecrübelerimizden faydalanarak ve Siemens firması ile ortak çalışmalarımız sonucunda oluşturduğumuz son teknoloji konfigürasyon uygulanmıştır.

Tork motorlu pres üretim hattının yerli imkânlarla yapılmasının tüm sistemler dahil olmak üzere maliyeti 583.700 EUR olarak gerçekleşmiştir. Aynı özelliklere sahip üretim hattının yurtdışından temin edilmesi maliyeti 1.350.000 EUR'dur. PE'nin gerçekleştirdiği proje ile 766.300 EUR temin kazancı sağlanmıştır.

İlk oksijen tesisi, ilk hibrit hidrolik presleme sistemi gibi sistemleri başarı ile gerçekleştiren Paşabahçe Eskişehir fabrikamız, bu proje ile geliştirme faaliyetlerine bir yenisini eklemenin haklı gururu içerisinde.

Bu geliştirme çalışması ile ŞİŞECAMIN SÜRDÜRÜLEBİLİR büyümesine katkı sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Tork Motor



EP Tasarımı Tork Motorlu Pres Üretim Hattı

Ufuk Göncü
Murat AŞKIN

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Eskişehir Fabrikası



Paşabahçe

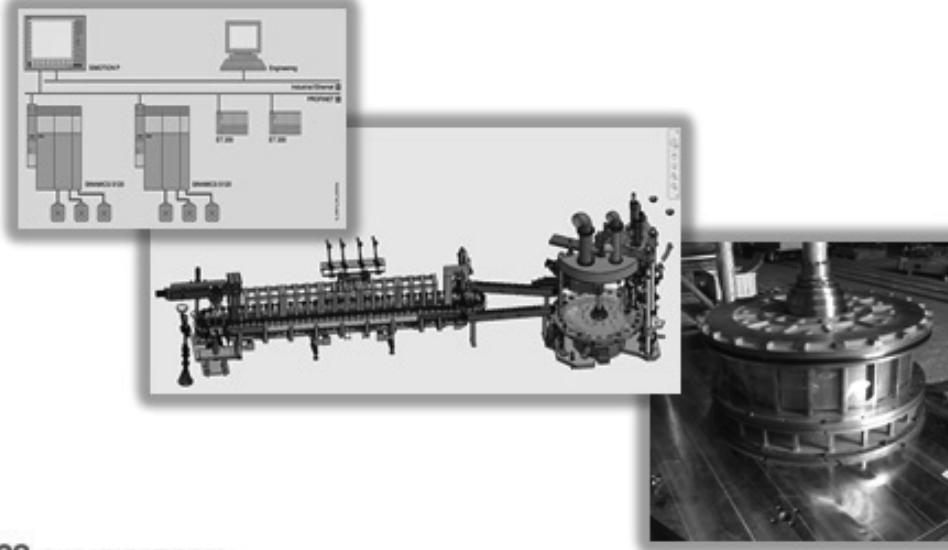
28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

Kontrol sistemi ve mekanik tasarımı Paşabahçe Eskişehir fabrikası tarafından yapılan tork motorlu hidrolik pres makinesi teknolojisi

İÇERİK



YENİ NESİL PRES ÜRETİM HATTI



28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

- Tabla tork motor tasarımı
- Mekanik sistemlerde yapılan geliştirmeler
- Kontrol sistemi tasarımı

TORK MOTOR TASARIMI

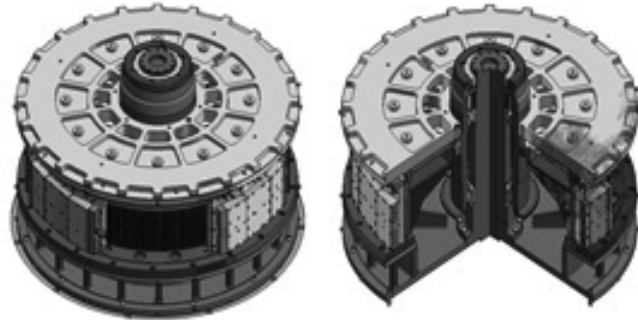


Tork Motor Avantajları;

- ✓ Yüksek güç yoğunluğu
- ✓ Doğrudan tahrik
- ✓ Yüksek hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve çözünürlük, pürüzsüz hareket
- ✓ Çok hızlı dönme hareketleri
- ✓ Yüksek hareket dinamikleri
- ✓ Yüksek tork
- ✓ Kolay montaj ve bakım

Tork Motor Tadarığı;

- Uzun terminler
- Yüksek maliyetler
- Kısıtlı satınalma imkânı



28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

Pres makinesi tablasını eski nesil genova mekanizması ile mekanik indeksleme yerine direk tork motor ile döndürme ve indekslemenin avantajları şunlardır:

- Demir çekirdekli üç fazlı senkron motorun yüksek güç yoğunluğu
- Hiçbir dişli, aktarma organı ve boşluk olmadan doğrudan tahrik
- Yüksek hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve çözünürlük, pürüzsüz hareket
- Çok hızlı dönme hareketleri
- Yüksek hareket dinamikleri
- Yüksek tork
- Kolay montaj ve bakım

Dünyada ihtiyacımız olan güç ve hızda tork motor yapabilecek birkaç firma vardır. Bu firmalar uzun termin ve yüksek fiyatları nedeni ile ya da cam üretim hattının tamamını almak kaydı ile motor sattıklarından bizim için uygun olmamaktadır. Bu dezavantajlar bize kendi motorumuzu üretme fikrini doğurmuştur.

TORK MOTOR TASARIMI



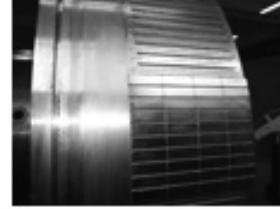
Tork motor hassasiyeti;

- ✓ 0,070mm -> 0,019mm
- ✓ Üretimde kalite artışı



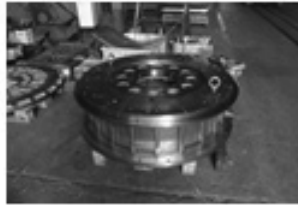
Tork motor indeks zamanı avantajı;

- ✓ Tek parçalı kalıp imalatlarında yaklaşık 10%
- ✓ Çift parçalı kalıp imalatlarında yaklaşık 5%
- ✓ Üretim kazancı



Tork motor 16 indeks çalışması;

- ✓ Üretim kazancı
- ✓ Üretimde kalite artışı



Tork motorun cam ev eşyası üretimindeki avantajları;

- Tork motor hassasiyeti

Motor pozisyonlamasında kullanılan son teknoloji ekipmanlar sayesinde 0,019 mm hassasiyet ile tabla kontrol edilmektedir. Yeni bir genovada bu tolerans 0,070 mm'dir. Bu hassasiyet, genova tipi mekanik indeksleme sistemlerinde boşluklardan kaynaklanan üretimde kalite kayıplarının önüne geçmektedir.

- **Tork motor indeks zamanı avantajı**

Tork motorlu pres makinesinde bir istasyondan diğerine geçiş yani indeks zamanı kısaldığı için, bu kazanç; Tek parçalı kalıp imalatlarında yaklaşık 10% Çift parçalı kalıp imalatlarında yaklaşık 5% Kalite ve devir artışı kaynaklı kazanç artışı sağlamaktadır.

- **Tablaların tork motor ile 16 indeks çalıştırılması**

Mevcut makinenin tabla ve manifoldunda yapılacak tadilat ile ürünlerin 16 indeks çalışması sağlanabilir. Bazı ürünlerde bu özellik üretim kazancı ve etkin soğutma sayesinde kalite artışı sağlamaktadır.

MEKANİK GELİŞTİRME VE İYİLEŞTİRMELER

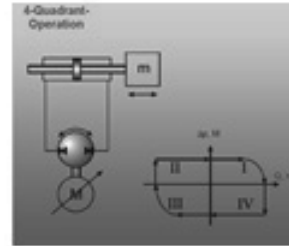


Çift bölmeli davlumbaz ve hareketli manifold özelliği;

- ✓ Soğutmada blower havasının kullanılması
- ✓ Etkin soğutma
- ✓ Üretimde kalite artışı

Eski hidrolik sistem yerine hibrit presleme sistemin kullanılması;

- ✓ İmalat hatalarının sıfırlanması
- ✓ Enerji tasarrufu
- ✓ Hidrolik ekipman arızalarının azaltılması
- ✓ Yağ kaçaqlarının sıfırlanması
- ✓ Montaj sürelerinin kısaltılması
- ✓ Yedek malzeme maliyet azaltılması



Makinenin mekanik tasarımında yapılan geliştirme ve iyileştirmeler;

- **Çift bölmeli davlumbaz ve hareketli manifold özelliği kazandırılması**

Bazı imalatlarda kalıp soğutma fan hava debilerinin yetersiz kalması nedeniyle blower havasının kullanılması amaçlanmıştır. Makineye çift bölmeli davlumbaz montajı ile blower havası ile fan havasının beraber kullanılması sağlanmıştır. Makinede 4 istasyona hareketli manifold montajı ile alçak basınç (blower) havasının daha etkin kullanımını sağlanmıştır. Bu etkin soğutma, üretimde kalite artışı olarak yansımaktadır.

- **Eski hidrolik sistem yerine hibrit sistemin kullanılması**

Geçen yıllarda tasarlanan ve birçok pres makinesine de uygulanan servo-hidrolik hibrit presleme teknolojisi bu makineye de uyarlanmıştır. Hibrit presleme sisteminin avantajları;

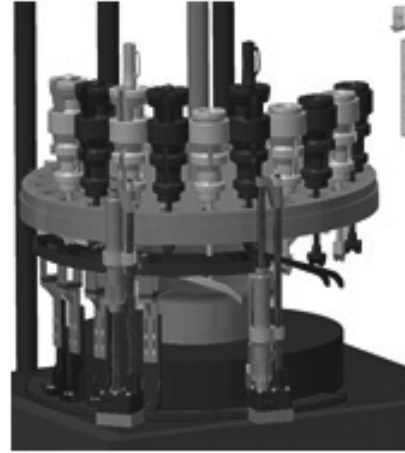
- ✓ Presleme değişkenliğinden kaynaklanan imalat hatalarının sıfırlanması
- ✓ Pres hattında %75'e varan enerji tasarrufu
- ✓ Hidrolik ekipman arızalarının azaltılması
- ✓ Yağ kaçaklarının sıfırlanması
- ✓ Montaj sürelerinin kısaltılması
- ✓ Yedek malzeme maliyet azaltılması

MEKANİK GELİŞTİRME VE İYİLEŞTİRMELER



Tulip kamı ardışık çalışma özelliği kazandırılması;

- ✓ Ardışık konumlu presleme silindirleri
- ✓ Gelişmiş kam yörüngesi
- ✓ Tulip kalıplarının çift damla çalışma hızının artması
- ✓ Presleme süresinin artırılması



Tulip kamı ardışık çalışma özelliği kazandırılması

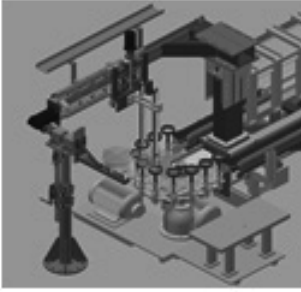
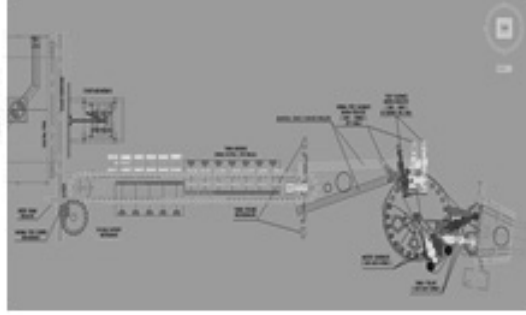
Daha önce göbek mekanizması ile yapılan üretim prosesine alternatif olarak, tulip kalıplarının çift damla çalışma hızını arttırma amaçlı bitişik konumlu silindirlere sahip pres makinası tasarlanmıştır. Kalıpların yukarı aşağı hareketini yaptıran kam yörüngesi de geliştirilmiştir. Ardışık kalıp montajı yoluyla makina tablasının bir istasyondan diğerine gittiği süre kısaltılacak ve kazanılan süre; presleme için kullanılarak tulip üretim devirleri arttırılabilecektir.

MEKANİK GELİŞTİRME VE İYİLEŞTİRMELER



200mm Hatveli yakma makinesi;

- ✓ 92mm eksen mesafesindeki imalatların 160'lık kalıp kolu ile çift damla çalışabilmesi
- ✓ +10 çift damla imalat
- ✓ Üretim kazancı



Ters Çeviricili 2 eksen T/O ve Rotary boşaltma sistemi;

- ✓ Mamul transfer kayıpları
- ✓ Pas lekesi v.b. hataların önlenmesi

28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

Mekanik geliştirmeler;

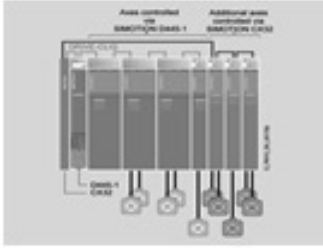
- 200 mm Hatveli yakma makinesi

Max. 92 mm eksen mesafesindeki imalatların 160'lık kalıp kolu ile çift damla çalışabilmesi için A6 makinasına 200 mm hatveli yakma makinesi tasarlanarak konulmuştur. Bu şekilde yakma eksen mesafesi nedeniyle bu hatta çalışamayan mevcutta 10 imalat çift damla çalışır hale gelmiştir. Bu sayede üretim kazancı sağlanmıştır.

- Ters Çeviricili 2 eksen T/O ve Rotary boşaltma sistemi

Mamul transfer kayıplarını önüne geçilerek ürünlerin vakumlu boşaltıcı ile ters çevrilmesi imkânı getirilmiştir. Pas lekesi gibi hataların önlenmesi amaçlanmıştır.

T.U.N.A. KONTROL SİSTEMİ



- 15 adet servomotor
- 1 adet tabla tork motoru
- 4 adet konveyör tork motoru
- Yüze yakın zamanlı çıkış

- ✓ Bilinen en iyi kullanıcı dostu ara yüzü
- ✓ Ana pano ile saha arasında yaklaşık %50 oranında daha az kablaj
- ✓ Tüm eksenlerin ekrandan pasif/aktif yapılma imkanı
- ✓ Parametre yüklenmesine ihtiyaç duymayan motor sürücüleri
- ✓ Tek tipte kontrol sistemi ekipmanı
- ✓ Mekanizma (damla/presleme/mamul algılayıcı) ve istasyon seçim imkanı



T.U.N.A. Pres Makine Kontrol Sistemi:

Makinede bulunan 15 servomotor, 1 tabla tork motoru ve 4 konveyör tork motorunu sürmek ve yüze yakın zamanlı çıkışı verebilmek için gelişmiş bir kontrol sistemine ihtiyaç vardır. Daha önceki tecrübelerden faydalanarak ve Siemens firması ile ortak çalışmalar sonucunda oluşturulan son teknoloji konfigürasyon uygulanmıştır. Tasarlanan bu yeni kontrol sisteminin avantajları şunlardır;

- Sistemin kullanıcısı olan üretim grubu ile çalışılarak bilinen en iyi kullanıcı dostu arayüz hazırlanmıştır. Mekanizmaların ayarları tek bir sayfada yapılabildiği için imalat değişimlerini kolaylaştırmakta ve makine ayar süreleri kısalmaktadır.
- Ana pano ile saha arasında kablo sayısı standart makinelere göre yaklaşık %50 oranında azalmıştır. Bu da montaj sürelerini kısaltmış, arıza ihtimallerini azaltmıştır.
- Kontrol sisteminde tanımlı tüm eksenler ekrandan pasif/aktif yapılabilir. Böylece arıza yapan bir eksenin motor, sürücü, kablo değişimi yapılırken tüm hattın enerjisi kesilmediği için diğer eksenler çalışmaya devam edebilir ve arıza duruş süreleri kısılır.
- Kullanılan motor sürücüleri, parametre yüklenmesine ihtiyaç duymayan basit mantıktadır. Böylece sürücü değişiminde parametre yüklemek için zaman kaybı olmayacak ve arıza duruş süreleri kısılacaktır.
- Kontrol sisteminde kullanılan ekipmanlar, yeni tasarladığımız hidrolik üfleme makinesinde kullanılanlar ile aynıdır. Amaç, tüm makinelerin kontrol sisteminde kullanılan ekipmanların aynı olmasını sağlamak ve yedek malzeme stok maliyetlerini düşürmektir. Bakım ekibi de tek tip malzeme kullanımında uzmanlaşmış olacaktır.
- Mekanizmaların (damla/presleme/mamul algılayıcı) birbirine bağlı çalışması seçilebilen ve istasyon sayılarının ayarlanmasını sağlayan ayar sayfası sayesinde lay-out değişimleri kolaylaşmıştır.

T.U.N.A. KONTROL SİSTEMİ



- ✓ Emniyet aktivasyon sayfası
- ✓ Tabla emniyetleri
- ✓ İskarta seçim ekranı
- ✓ Ekrandan mekanik redüksiyon ayarı
- ✓ Motorların online sıcaklık ve akım bilgileri
- ✓ Tork motor ile direk sürülen konveyörler
- ✓ Gelişmiş reçete ve alarm fonksiyonları
- ✓ Silindir hız, basınç, pozisyon trendleri
- ✓ Turlu islendirme ve yağlama fonksiyonları ve kaynak tasarrufu
- ✓ 10Mbit hızında hassas ve tekrarlanabilir pozisyonlama
- ✓ Her 2 milisaniyede bir eksen kontrolü



28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

Tasarlanan ekranlardan örnekler. Kontrol sisteminin avantajları;

- Emniyet aktivasyon sayfasında imalat gereği kullanılmayan emniyetlerin ekrandan kolayca iptal edilmesi veya devreye alınması sağlanmıştır.
- Tabla indeks öncesinde tüm emniyetleri kontrol etmektedir, böylece mil yamulması gibi istenmeyen durumlar tamamen önlenmiştir.
- İstenilen kalıbın mamulünün iskarta edilmesini sağlayan ekran konulmuştur.
- Diğer makine üreticilerinde olmayan, senkron eksenlerin mekanik redüksiyonlarının ekrandan ayar imkânı vardır.
- Tüm motorların referans durumu, sıcaklık ve akım bilgileri ekrandan online olarak izlenebilir.
- Tüm konveyörler tork motor ile direk sürülmüştür. Böylece redüktör, varyatör gibi mekanik aktarma organlarına ihtiyaç kalmamıştır.
- Gelişmiş bir reçete kaydetme / çağırma fonksiyonu vardır. Mevcut alarmları izlenebilir ve geçmişte yaşanan alarm durumları arşivlenir.
- Silindirlerin basınç, hız ve pozisyon için fiili / set değerleri online izleme trend ekranı mevcuttur.
- Turlu islendirme ve yağlama fonksiyonları sayesinde kaynak tasarrufu vardır.
- 10Mbit hızında Drive cliq haberleşme sayesinde eksenlerde hassas ve tekrarlanabilir pozisyonlama yapılır.
- Diğer makine üreticilerini henüz ulaşamadığı şekilde; Eksen kontrolleri ve pozisyon düzeltmeleri her 2 milisaniyede bir yapılır.

PROJELENDİRME SÜRECİ



- Magnetlerin tespit edilmesi ve manyetik ölçümler
- Stator sargılarının tasarımı, projelendirilmesi
- Tork motor tasarımı



- Makinenin katı modelinin çizilmesi
- Montaj ve imalat resimlerin oluşturulması
- Tulip kamı tasarımı

- Modelleme programı ile kontrol sistemi ekipmanlarının seçimi
- Tedarikçi firmalar ile teknik işbirliği
- Elektrik projesinin çizilmesi ve malzemelerin tedarik edilmesi
- Kontrol sistemi yazılımının hazırlanması

Projelendirme süreci;

1. İlk etapta tork motor tasarımı için magnetlerin tespit edilmesi ve manyetik ölçümlerinin yapılması
2. Stator sargılarının tasarımı, projelendirilmesi neticesinde
3. Tork motor tasarımı tamamlanmıştır
4. Makinenin amaç ve tasarım parametrelerine uygun katı modelinin çizilmesi, montaj ve imalat resimlerin oluşturulması esnasında,
5. Tulip kamı tasarımı da yapılmıştır
6. Doğru kontrol sistemi ekipman seçimi için, modelleme programı kullanılarak sistem dinamiklerinin ve çevrim sürelerinin analizi yapılmış,
7. Bu esnada tedarikçi firmalar ile ekipman seçimi konusunda teknik işbirliği yapılmıştır
8. Elektrik projesinin çizilmesi ve malzemelerin tedarik edilmesi esnasında
9. Kontrol sistemi yazılımı hazırlanmıştır

İMALAT SÜRECİ



- ❑ ASMAŞ talaşlı imalatlar
- ❑ Makine yardımcı ekipmanların imalatları
- ❑ Yakma makinesi imalatı

- ❑ Stator sargılarının üretimi
- ❑ Mıknatısların montajları
- ❑ Tork motor montajı
- ❑ Kontrol pano imalatları
- ❑ Atölye ortamında elektrik ve mekanik testler



28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

İmalat süreci;

1. Şişecam kuruluşu olan ASMAŞ firması tarafından makinaya ilgili talaşlı imalat kısmının üretimi yapılmıştır.
2. Makine üzerinde bulunan yardımcı ekipmanların (T/O, çift bölmeli davlumbaz, hareketli monifoldlar, tabla destek, tabla kilit, kaldırıncılar) imalatları yaptırılmıştır
3. Yakma makinesi imalatı yaptırılmıştır
4. Stator sargılarının üretimi yapılarak meger ile yüksek voltaj izolasyon testleri tamamlanmıştır
5. Rotor üzerine mıknatısların montajları yapıldıktan sonra
6. Tork motor montajı tamamlanmıştır
7. Kontrol panoları yapıldıktan sonra ise
8. Makine hat olarak atölyede montajı yapılarak mekanik ve elektriksel kontrolleri gerçekleştirilmiştir. İmalat grubuyla makine çalışması atölye ortamında incelenmiş ve makine kontrol sistemleri üzerinde ek düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.



DEVREYE ALMA SÜRECİ

- ✓ Makine değişimi : 2,5 gün
- ✓ Sistemin imalata hazır hale getirilmesi : 3 saat
- ✓ İlk mamullerin imalat sayım özeti tablosunda yeşil yazması : 8 saat



28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

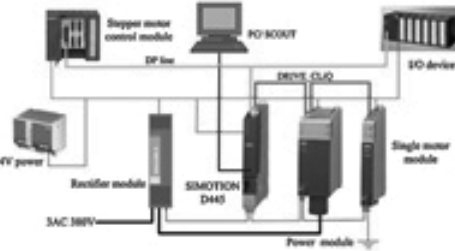
Devreye alma süreci;

Makine değişimi 2,5 gün gibi bir sürede bitirildikten sonra enerji açılmış ve 3 saat sonra tüm emniyetler kontrol edilmiş ve tüm eksenler çalışır olarak sistem hazır hale getirilmiştir. Makine imalat grubuna teslim edildikten yaklaşık 8 saat sonra ilk mamuller imalat sayım özeti tablosunda yeşil yazarak devreye alınmıştır. Bu, makine üreticilerinden alınan makinelerde başarısız / ulaşılamayan bir devreye alma çalışmasıdır.

TASARIM KRİTERLERİ



- ✓ Makine üretim hızı: 55 d/d
- ✓ Tabla:
 - Dış çap: 2150 mm
 - İndeksli çalışabilecek kalıp adetleri: 1/2/3/4/6/12/24
 - Maksimum kalıp çapı (12 indeks): 540 mm (Tek damla)
 - Maksimum kalıp çapı (24 indeks): 270 mm (Çift damla Sarı/Kırmızı)
 - Maksimum kalıp çapı (24 indeks, Ardışık Tulip): 270 mm (Çift damla Sarı/Mavi)
- ✓ Hidrolik sistem:
 - Hibrit servo-hidrolik & M.I.N.A. kontrol sistemi
- ✓ Silindirler:
 - Normal çift damla çalışma, ardışık çift damla çalışma
 - Silindir stroğu: 350 mm
 - Silindir maksimum hız: 688 mm/s
 - Maksimum presleme basıncı: 6 Ton
- ✓ Kontrol sistemi:
 - EP tasarımı T.U.N.A. kontrol sistemi



28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

TASARIM KRİTERLERİ;

Makine 55 d/d hızında imalat yapabilir. 1/2/3/4/6/12/24 kalıp bağlanabilir ve ardışıl Tulip kamı ile çalışabilir. Silindirler 6 ton basınç uygulayabilir ve 688mm/s hızda, 350 mm strokta çalışabilir. EP tasarımı olan T.U.N.A. kontrol sistemi, tüm bu fonksiyonların sorunsuz çalışmasını sağlayacak kabiliyettedir.



MALİYET ANALİZİ

A6 hattı 2012 yılı net cam üretimi : 5034,141 Ton
A6 hattı 2012 yılı birim kg cam fiyatı : 1,5027 TL/Kg

a) Sabit Kıymet Yatırım Getirisi

EP maliyeti : 583.700 €
Yurtdışı maliyeti : 1.350.000 €
NET GETİRİ : 766.300 €

b) Yıllık Ürün Kazançları

Üretim kazancı %7,5 : 85.104 TL/Yıl
Kalite kaynaklı kazanç %8 : 45.389 TL/Yıl
İşçilik kaynaklı kazanç %21 : 119.145 TL/Yıl
Enerji kaynaklı kazanç %6 : 34.042 TL/Yıl
Yedek Malzeme Stok Maliyet Kazancı : 48.662 TL/Yıl
ÖNGÖRÜLEN NET GETİRİ : 332.342 TL/YIL

MALİYET ANALİZİ;

A6 hattı 2012 yılı değerleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarına göre;

- a) Pres hattı yerli olarak imal edildiği için toplam maliyet 583.700 €'dur. Aynı özelliklerde bir pres üretim hattının yurt dışında alım maliyeti ise 1.350.000 €'dur. Bu da şirketimize ilk yatırımda 766.300 € net tasarruf sağlamıştır.
- b) Yıllık bazda üretim, kalite, işçilik, enerji ve stok maliyet kazançlarının yılda 332.342 TL net getirisi olacağı öngörülmektedir.

ÖZETLE :



- ✓ Her çeşit imalat makinemizde tork motor kullanım avantajı
- ✓ İlk pres üretim hattı
- ✓ İlk defa uygulanan mekanik geliştirmeler
- ✓ Tamamen kendimize ait kontrol sistemi ve yazılım
- ✓ Yurtdışına bağımlılıktan tamamen kurtulmak

766.300 €
332.342 TL/YIL

28. CAM SEMPOZYUMU
7 Haziran 2013

SONUÇ;

- İlk yerli tork motor yapılarak; her çeşit imalat makinesinde tork motor kullanım avantajlarından faydalanma yolu açılmış oldu.
- Daha önce yine kendi imkânlarımız ile gerçekleştirilen birçok sistem vardı. Fakat ilk defa tamamen tasarım ve üretimi şirketimize ait bir pres üretim hattı yapılmış oldu.
- İlk defa 200 mm hatveli lineer yakma, hareketli manifoldlar, çift bölmeli davlumbaz, tulip mekanizması ile ardışık presleme gibi birçok yeni mekanizma makinemize uyarlanmıştır.
- Tamamen kendimize ait bir kontrol sistemimiz ve yazılımımız olduğu için şirketimiz yurtdışına bağımlılıktan kurtarılarak, bundan sonraki makinelerimizde; kontrol sisteminde ve yazılımda istediğimiz değişikliği yapma avantajına sahip olunmuştur.

O/90-4''-18 STANDART PRES ÜFLEME MAKİNASI

Ahmet Okan, Dr. Yüksel Soykut, Kamil Kurt, İsmail K. Sayım, Bilal Erdoğan, Yıldırım Görmek

aokan@siseecam.com – ysoykut@siseecam.com – kkurt@siseecam.com – isayim@siseecam.com –
berdogan@siseecam.com – ygormek@siseecam.com

İş Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası

Serkan İnce, Kaan Say, Reha Gökmen, Ali Uzun, Ayhan Gençer

since@siseecam.com – ksay@siseecam.com – rgokmen@siseecam.com – auzun@siseecam.com –
agencer@siseecam.com

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

Hakan Şahin, Zeki Erdoğan

haksahin@siseecam.com

Trakya Glass Bulgaria Ead CEE Fabrikası / Cam Ev Eşyası

Bahtiyar Dalgıç, Murat Aşkın

bdalgic@siseecam.com – maskin@siseecam.com

Paşabahçe Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş. Eskişehir Fabrikası / Cam Ev Eşyası



İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden 1995 yılında mezun oldu. Aynı yılın Eylül ayında başladığı University of Missouri Rolla-Engineering Management yüksek lisansını, 1998 yılında Tau Beta Pi-The Engineering Honor Society derecesi ile tamamladı. İstanbul Teknik Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı Malzeme Programı'nda, Paşabahçe Cam Sanayi ve A.Ş. işbirliği ile yapmış olduğu "Cam Şekillendirme Makinelerindeki Aşınan Parçalara Uygulanan Yüzey İşlemlerinin Performansa Etkileri" konulu doktora çalışmasını 2008 yılında tamamlayarak Doktor unvanı almaya hak kazandı.

*1998 yılının Haziran ayında Paşabahçe Cam Sanayi A.Ş. İş Geliştirme Müdürlüğü'nde çalışma hayatına başladı. 1999 yılında İş Geliştirme Müdürlüğü'nün kendi bünyesinde geliştirdiği ilk büyük projelerden olan **Cam Tuğla Paketleme Hattı Projesi**'nde yer aldı. Bu projeden itibaren robot ve paketleme teknoloji projelerinde yer almaya devam etmektedir. **Gravür Baskı Makinesi** projesini hayata geçirerek, Paşabahçe Cam San. A.Ş.'nin ilk patentini almasına yardımcı olmuştur.*

*Lazer teknolojisi ve uygulamaları konularında çalışmalar yaptı. PK Fabrikası'nda **Forma Hattında Maske***

*Lazer Tekniği ile Markalama Projesinde yer aldı. Kırklareli Fabrikasına "Government Stamp" Yetkisinin Alınmasına ve Paşabahçe Cam San. A.Ş.'nin İngiltere dışında bu yetkiye sahip ikinci firma olmasına katkıda bulundu. **Gelişmiş Optik Işın Yolu Projesi**'ni hayata geçirerek dünya'da uygulaması çok nadir olan "çekirdeklenme etkisi" projesi yapılan geliştirme çalışması ile kurumumuz bünyesine kazandınlmıştır.*

*Kuruluşumuzun "sıfır hata" hedefini gerçekleştirmesi için kullanabileceği en etkin yöntemlerden biri de görsel kalite kontrol sistemleridir. CEE sektöründe hazır uygulaması olmayan **Görsel Kalite Kontrol Sistemi projesinin** şirket ve yurt içi olanakları ile hayata geçirilmesini katkı sağlamıştır.*

*Doktora çalışmasına paralel olarak malzeme geliştirmeye yönelik projelerde yer almıştır; 2009 yılından beri fabrikamızda enerji tasarrufu sağlamak ve çevre etkilerini azaltmak için başlatılan **Cam Temas Malzemeleri** konusunda aralıksız çalışmalar yapan **Malzeme Çalışma Grubunda** da yer almaktadır.*

Küreselleşme ve çok hızlı teknoloji değişimleri her sektörü olduğu gibi cam sektörünü de etkilemiştir. Bu hareketlilik cam sektörünü büyük bir rekabet ortamına itmiş ve teknolojiye paralel olarak cam makineleri üretimi de oldukça gelişmiştir.

Projemiz, Cam Ev Eşyası pazarında öncü olmak için, müşterilerimizin farklı ürün beklentilerine cevap verme doğrultusunda şekillendirilmiş, inovatif bir geliştirme çalışması olup dünyada eşi olmayan, sürdürülebilir bir proje olarak öne çıkmakta ve yurtdışında özel olarak yaptırılmak istense 3 milyon € civarında bedele sahip olacak iken yerli imalatı 1 milyon €'ya mal olmuş bir projedir.

O/90-4 18 Standart Pres Üfleme makinası, ana gövde grupları hariç komple tasarımı ve mühendislik çalışması kendi bünyemizde; IGM, PE, PK ve BP fabrikalarımızın ortak çalışması sonucunda birlikte gerçekleştirilen, ne kadar büyük projelerin üstesinden gelinebileceğini göstermesi bakımından örnek bir projedir.

Makinanın section grubu tasarımındaki teknolojik yenilikler şu şekildedir;

- Makina dönme eksenı çapı 3750 mm
- Parizyon uzunluğu 155 mm'den 220 mm çıktı
- Müldebak çapı 75 mm'den 100 mm çıktı
- Maksimum mamul uzunluđu = 270 mm
- Kol sayısı = 18

Makinanın damla yolu ve take-out grupları da tamamen yerli üretim olup damla yolu tahrik sistemi PK fabrikası için bağımsız servo motor tahrikli yapılmıştır.

Bu proje ile insan ve bilgi birikimimizin ortak bir sonucu olarak elde edilen kazanımlar aşağıdaki gibidir;

- Özgün tasarım
- Maliyet avantajı
- Yeni ürün kazancı
- Know-how'ın makine üreticilerine aktarılmaması, Şişecam bünyesinde kalması
- Yeni makine tasarımları yapmak için özgüven kazanılmış olması
- Yeni yatırımlardaki makinalarda bu projelerin kullanılması
- Geliştirme çalışmamızın tek makine ile sınırlı kalmaması

Halen bir örneği Paşabahçe Kırklareli Fabrikamızda çalışmakta olan bu makina Paşabahçe'de sürekli gelişim içerisindeki standartlaşmanın bir örneğidir. Bu makinanın ikincisinin üretimi Bulgaristan Fabrikası için yürütölmekte olup, bir diğeri de Rusya Fabrikası için planlanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Pres Üfleme Makinası, Tasarım, Yeni Ürün

Cam Ev Eşyası üretiminde, global konjonktürde artan rekabet koşulları ile ürün kalitemizi artırmak ve rakiplerle daha iyi yarışabilmek adına üretim makinelerimizin iyileştirilmesi ve daha fonksiyonel hale getirilmesi zorunluluğu doğmuştur. Bu proje, gelişmiş ülkelerde kullanılan birçok teknolojiyi rahatlıkla uygulayabilir hale gelmiş olan insan ve bilgi gücümüzü birleştirip know-how yaratmak ve hem tamamen yerli teknoloji hem de daha uygun bütçe ile makinemizi kendimizin üretmesi adına önemli bir mihenk taşı olmaktadır.



Çok hızlı teknoloji değişimleri her sektörü olduğu gibi cam sektörünü de etkilemiş ve büyük bir rekabet ortamına itmiştir. 21.yy'da üretime değer katabilmek için inovasyonu bir yol haritası olarak seçmek gerekir. Cam ev eşyası ürünlerinde de kaliteyi artırıp fark yaratan ürünler ortaya koyarak piyasaya girmek rekabetin kaçınılmaz olduğu bir ortamda zorunluluk haline gelmiştir.



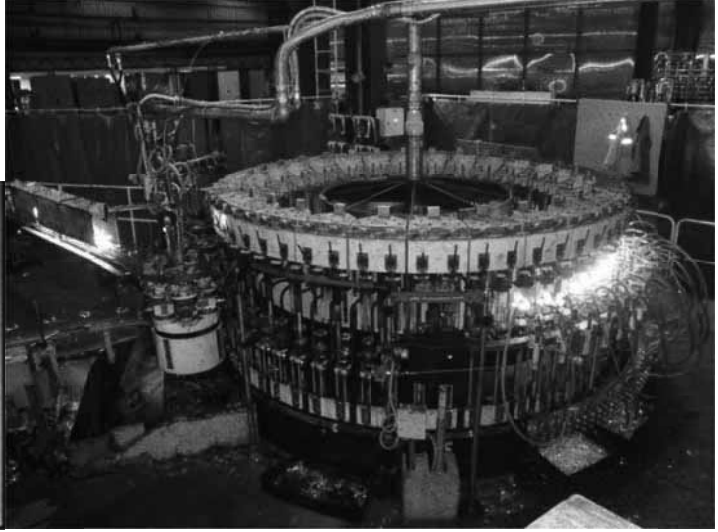
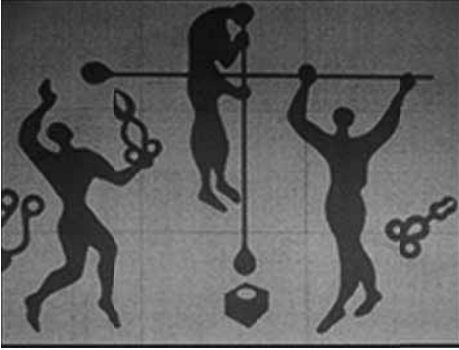
Küreselleşme ve çok hızlı teknoloji değişimleri her sektörü olduğu gibi cam sektörünü de etkilemiştir. Bu hareketlilik cam sektörünü büyük bir rekabet ortamına itmiş ve teknolojiye paralel olarak cam makineleri üretimi de oldukça gelişmiştir.



Projemiz, Cam Ev Eşyası pazarında öncü olmak için, müşterilerimizin farklı ürün beklentilerine cevap verme doğrultusunda şekillendirilmiş, inovatif bir geliştirme çalışması olup dünyada eşi olmayan, sürdürülebilir bir proje olarak öne çıkmakta ve yurtdışında özel olarak yaptırılmak istense 3 milyon € civarında bedele sahip olacak iken yerli imalatı 1 milyon €'ya mal olmuş bir projedir.

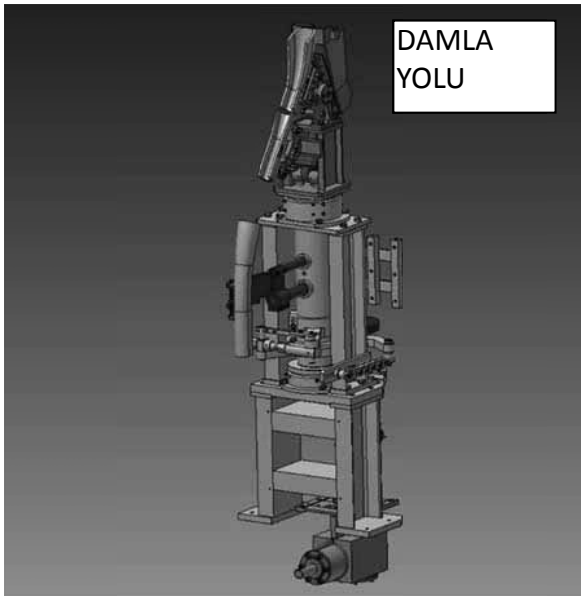


Bu farkı yaratan ürünleri de üretim makineleri veya ikincil işlem makinelerinde ortaya koyabilmek mecburiyeti doğmuştur. “yeni standart pres - üfleme” makinesinin yerli olarak projelendirilmesi ve imali de bu ihtiyaçlar sebebiyle ortaya çıkmıştır.



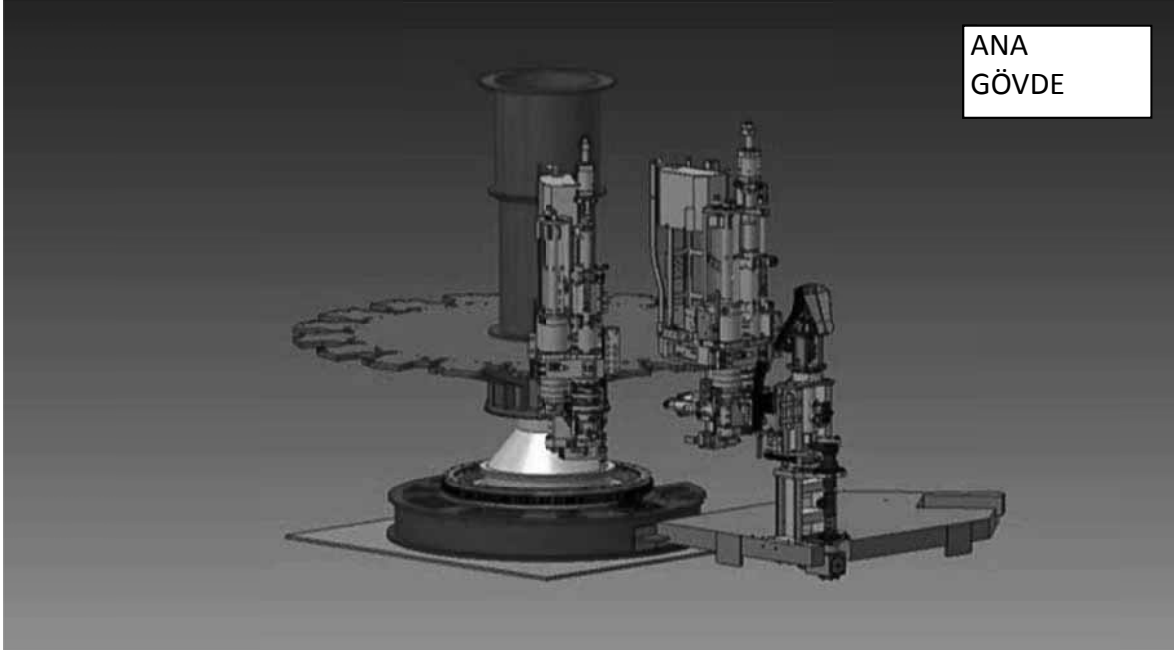
Damla Yolu Mekanizması

Kepçe, oluk ve saptırıcı diye adlandırılan damla yolları yardımı ve yaptığı salınım hareketi sayesinde kesilen damlanın, dönmekte olan makinenin presleme kalıbına (ebüşörüne) düşürülmesini sağlayan mekanizmadır. Önceki makinalarda D/Y mekanizması makine gövdesindeki pinyon dişli ve dişli kutusu ile tahrik edilmekteyken bu yeni makinede bağımsız yapılmıştır. Bağımsız tahrik grubu kolay arıza tespiti ve mekanizma değişimi gibi avantajlar sağlamaktadır. Makine üzerindeki sectionlara göre merkezi damlanın ebüşörün içerisine hataya sebebiyet vermeyecek şekilde düşmesi için önemlidir.



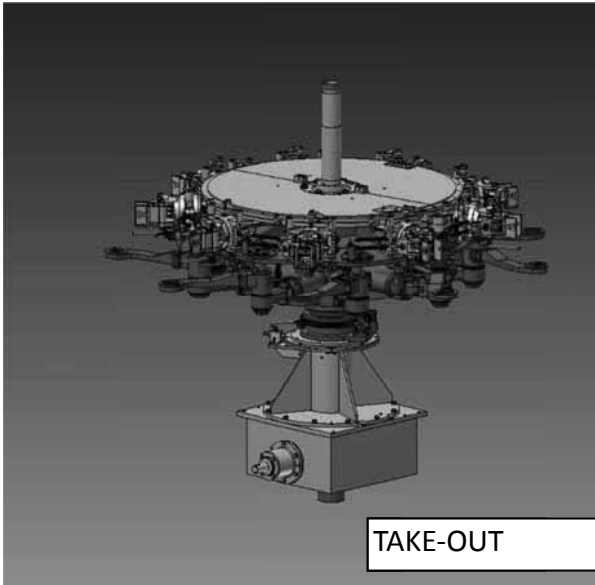
Ana Gövde

Sectionların üzerine bağlandığı section tablası, ortasında hava ve su gibi akışkanların dağıldığı distribütör bulunan makinanın ana şasesi ile birlikte gövdesini oluşturan kısımdır. Section tablasına bağlanan sectionların arasındaki mesafe bir aparat yardımıyla ayarlanarak merkeze alma işlemi yapılmalıdır.



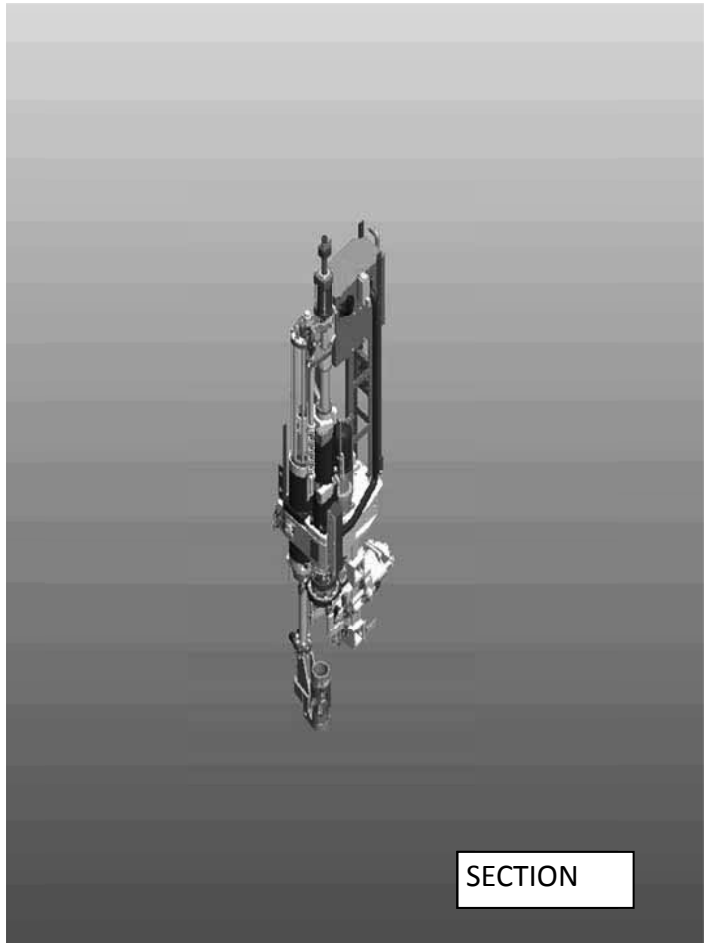
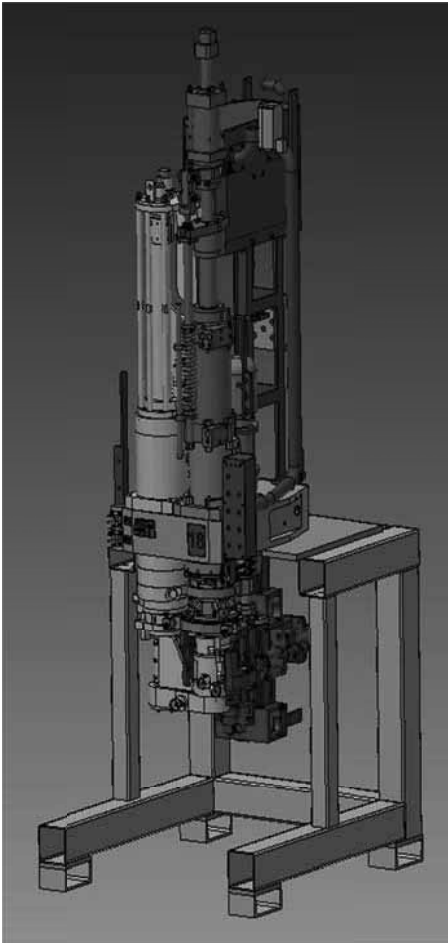
Take Out Mekanizması

Makinada Makinada şekillendirme bittikten sonra kalıp kolları açılır, müldebag çeneleri açıldığında makineyle senkron olarak dönen ve tahriğini makine gövdesindeki pinyon dişliden alan take-out kolları üzerindeki fingerler mamülü makinadan alarak transfer konveyörü üzerine bırakırlar. Finger açınım ayarları, T/O yüksekliği gibi unsurlar son şeklini almış mamülün transferi konusunda çok önemli bir yer teşkil eder.



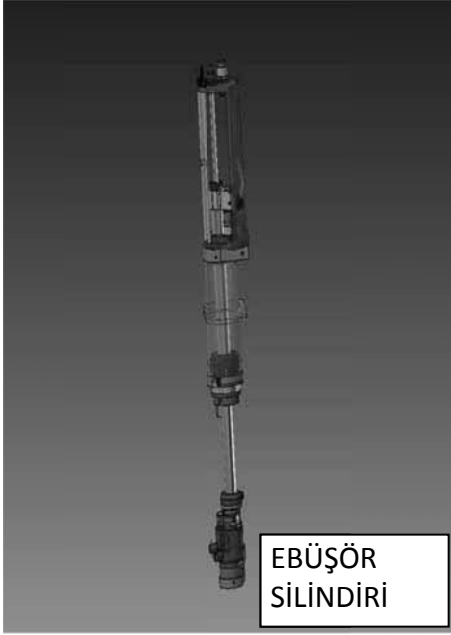
Section

- Presleme ve üfleme teknikleri kullanılarak yarı mamülün(parizon) şekillendirildiği, makine tipine ve ihtiyaca göre bir makinadaki sayıları 12 ile 18 adet olabilen ve aşağıdaki kısımlardan oluşan bölümlerdir;
- Ebüşör Silindiri
- Mastör Silindiri
- Müldebag Mekanizması
- Kalıp Kolu Mekanizması
- Pnömatik Dağıtım Grubu



Ebüşör Silindiri

Preslemenin yapıldığı ebüşör kalıbı bu mekanizmada üzerinde bulunmaktadır. Pnömatik silindir ve yörünge kamı sayesinde yapılan düşey ve çevresel hareketle, alınan damla mastör silindiri altına getirilir, mastör ile ebüşör arasında preslenerek parizon denilen üflenmeye hazır yarı mamül oluşturulur. Ayrıca sistemin üzerinde silindirin aşağı ve yukarı hareketlerini son noktalarda yumuşatmaya yarayan şok alıcılar vardır. Ebüşörün bağlandığı portun dikliği preslemede daha düzgün bir parizon oluşması için önemlidir.



Mastör Silindiri

Pres üfleme prosesinde ebüşör ile ortak olarak presleme işlemini yapan mastörün bağlandığı pnömatik silindir mekanizmasıdır. Aşağı hareketle ebüşör içindeki damlayı presler, ön şekillendirilmiş ürün olan parizon oluşturulur. Üzerinde iç kısımdan mastör soğutma hava borusunun geçtiği mastör soğutma çubuğu bulunur. Ayrıca üst kısmında bulunan mastör extra strok pistonu ile presleme stroğundan fazla bir strok yaparak makinenin çalışması esnasında mastör değişimine yardımcı olur.



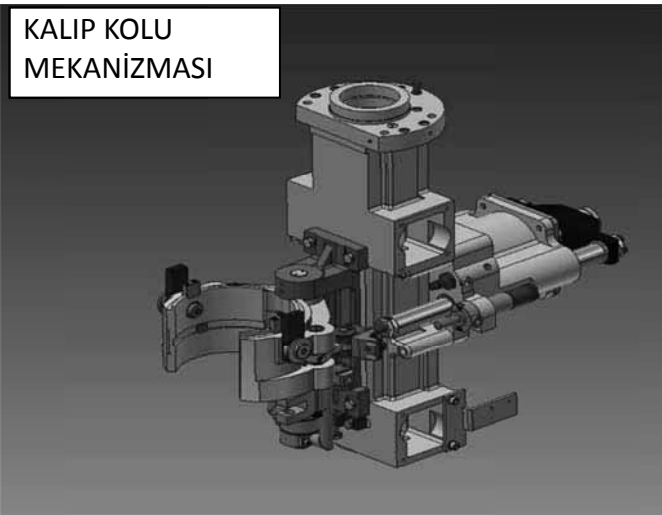
Müldebag Mekanizması

Mastör ile ebüşör silindiri arasında preslenerek oluşturulan parizon, ikisinin de geri hareketi sonucu müldebag çenesine asılı olarak kalır. Müldebag, döner üfleme prosesinde hava ile şekillendirme esnasında dönerek su ile ıslatılmış kalıp içerisinde dairesel hareket yapar. Bu da parizonun, oluşan su buharı vasıtasıyla kalıbın mantarlı yüzeyine yapışmasını engeller. Pano üzerinden her section için müstakil olarak müldebag dönme ve T/O tarafındaki bıraktırma işlemlerine ayrı ayrı parametreler girilebilir. Dönme hareketi bir motor ve ucundaki pinyon dişliler vasıtasıyla müldebag mekanizma dişlisine aktarılır.



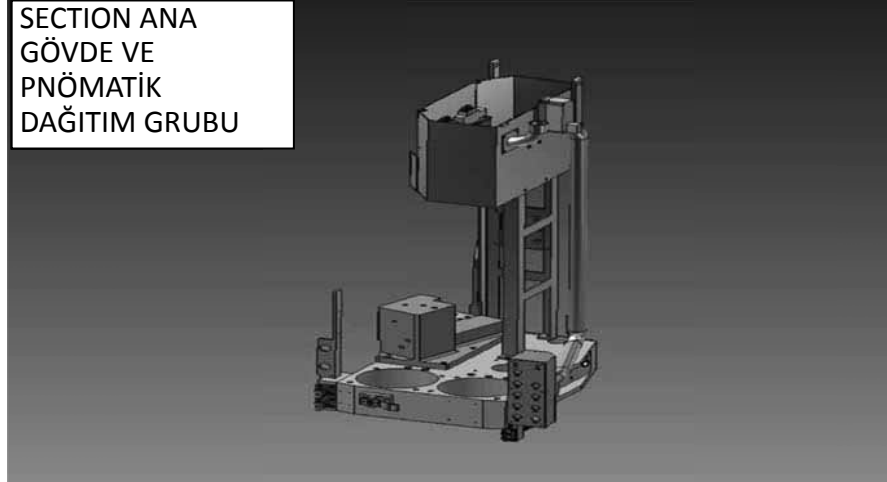
Kalıp Kolu Mekanizması

Yarı mamulün içine hava üflenerek şekillendirildiği, kalıpları taşıyan mekanizmadır. Müldebağın altında bulunur, presleme sonrası ebüşör silindiri aşağı indikten sonra pnömatik pistonu sayesinde kapanarak kalıpların parizonu sarmasını sağlar. Pistonun hareket verdiği kollar üzerinde kalıp kollarını merkeze almaya yarayan ayar somunları vardır.

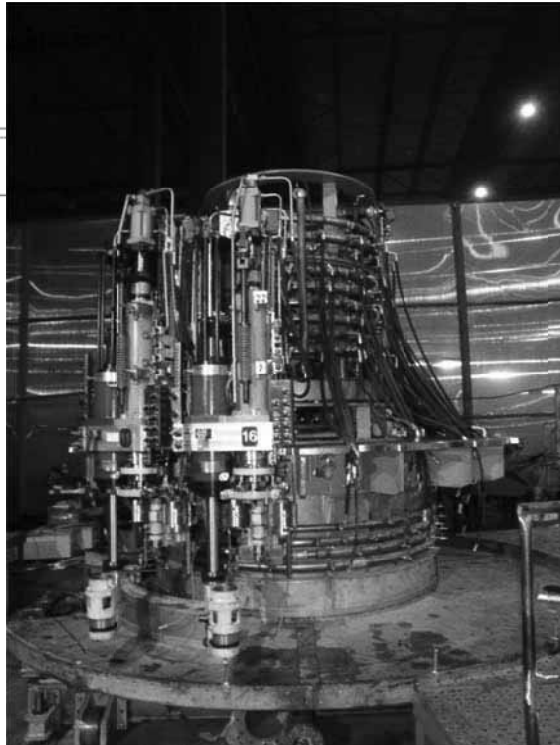
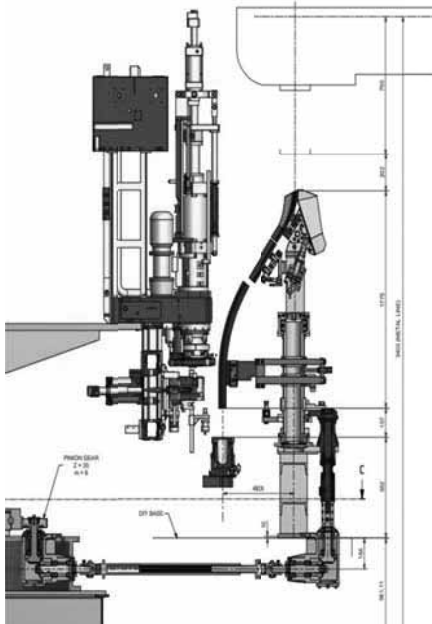


Section Ana Gövde ve Pnömatik Dağıtım Grubu

Bahsedilen tüm bu grupların bağlandığı ve makine tablasına oturan ana gövdedir. Makine üzerindeki pnömatik elemanların çalışması için gerekli basınçlı havanın kontrol edildiği ve dağıtıldığı bölümdür.



Pazarda öncü olmak ve fark yaratmak amacıyla başlatılan geliştirme çalışmalarımızdan olan projemiz dünyada böyle bir makinanın olmadığı belirlenmesi ve Müşterilerimizin farklı ürün beklentilerine cevap verme doğrultusunda şekillendirilmiştir. O/90-4 18 STD Pres Üfleme makinasının, ana gövde grupları hariç komple tasarımı ve mühendislik çalışması bünyemizde başarılmıştır. IGM, PE, PK ve BP fabrikalarımızın ortak çalışması sonucunda başarılı projemiz birlikte çalışma ile ne kadar büyük projelerin üstesinden gelinebileceğini göstermesi bakımından örnek bir projedir.



Kazanımlar;

- ✓ Özgün tasarım
- ✓ Maliyet avantajı
- ✓ Yeni ürün kazancı
- ✓ Know-how makine üreticilerine aktarılmaması, Şişecam bünyesinde kalması sağlandı
- ✓ Yeni makine tasarımları yapmak için özgüven kazanılmış oldu
- ✓ Yeni yatırımlardaki makinalarda proje kullanılacaktır
- ✓ Geliştirme çalışmamız tek makine ile sınırlı kalmamıştır
- ✓ BP ve PK fabrikamız için ikinci ve üçüncü makinaların yapımına devam edilmektedir. Kazancımız katlanmıştır
- ✓ Paşabahçe'de sürekli gelişim içerisindeki standartlaşmanın bir örneğidir.



Proje Ekibi;

- Ahmet OKAN : Proje Sponsoru
- Dr. A. Yüksel SOYKUT : Proje Lideri, kavramsal ve detay tasarım
- Bahtiyar DALGIÇ : Proje Lideri, kavramsal ve detay tasarım
- Hakan ŞAHİN : Proje Lideri, kavramsal ve detay tasarım
- A. Zeki ALİMOĞLU : Proje Danışmanı
- O. Haluk ERDEM : Proje Danışmanı
- Kamil KURT : Konstrüktif tasarım
- İsmail K. SAYIM : Konstrüktör Ressam
- Bilal ERDOĞAN : Teknik Resim
- Yıldırım GÖRMEK : Teknik Resim
- Murat AŞKIN : Kavramsal ve detay tasarım
- Zeki ERDOĞAN : Proje Danışmanı
- Serkan İNCE : Montaj
- Kaan SAY : Montaj
- Ali UZUN : Mekanik Montaj Sorumlusu
- Reha GÖKMEN : Kontrol ve Kumanda Sistemi tasarımı
- Ayhan GENCER : Teknik Resim

CRYOGENIC OKSİJEN ÜRETİM TESİSİ

Mehmet Aydemir

maydemir@sisecam.com

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



1966 İstanbul doğdu, 1989 yılında İTÜ Makina Mühendisliği'nden mezun oldu, 1992-1996 yılları arasında Profilo Telra A.Ş.'de Kalite Güvence Departmanında çalıştı. 1996'dan itibaren Paşabahçe Kırklareli Fabrikasında üretim ve işletme bakım departmanlarında çalıştı. Şu anda da Yardımcı tesisler ve Genel bakım departmanında çalışmakta olup aynı zamanda Şişecam Sürdürülebilir Enerji Yönetim Kurulu içinde de görev almaktadır.

Paşabahçe Kırklareli Fabrikası'nda 1996 yılında kurulmuş ve ~16 yıldır çalışmakta olan 60 ton/gün kapasiteli PSA (Pressure Swing Absorber) Oksijen Üretim Tesisi gelişen zaman içinde artan kullanım nedeniyle yetersiz kalmış ve fabrika giderek artan oksijen ihtiyacını dış kaynaklardan yüksek bedellerle likit oksijen alarak karşılamak durumunda kalmıştır. (2011 yılında PK fabrikası 8330 ton, 2012 yılında ise 7971 ton dışardan likit oksijen alımı yapmıştır. Ödenen bedeller 2011 yılı için 1.709.383 TL, 2012 yılı için ise 1.903.478 TL'dir.)

Bunun yanında PSA üretim teknolojisinin spesifik enerji tüketim değeri de günümüz oksijen üretim teknolojilerine (VPSA, Cryogenic) göre oldukça yüksekti. (0,3 Kwh/kg yerine 0,9 Kwh/kg)

Paşabahçe Kırklareli Fabrikası'nın 2011 yılı yatırımları çerçevesinde CATIC (Çin) firmasından 2.900.000 USD bedelle 120 ton/gün GO_x ve 6 ton/gün LO_x üretim kapasitesine sahip Cryogenic Oksijen Üretim Tesisi Sipariş edildi. Tesisin 2012 Ağustos ayında montajına başlandı ve Kasım ayı içinde devreye alındı. Tesis günümüze kadar sorunsuz olarak çalışmaktadır.

Tesisin, diğer günümüz üretim teknolojisi olan VPSA Oksijen Üretim Tesislerine göre avantajları;

- % 99'a kadar saflıkta oksijen üretebilmesi,
- Sistemde VPSA sistemindeki gibi bir çevrim olmadığı için cycle yapan vana grubu arızalarının yaşanmaması,
- Kararlı elektrik tüketimi (Cycle sırasında elektrik yükü değişmiyor),
- Dizayn aşamasında belirtilen miktarda likit oksijen üretebilme alternatifi,
- Gürültüsüz çalışma (VPSA sisteminde özellikle vakum pompasının aşırı gürültülü çalışması ve yüksek ses yalıtkan bedeli),

Anahtar Sözcükler: Oksijen Üretimi, Enerji/Elektrik Tüketim



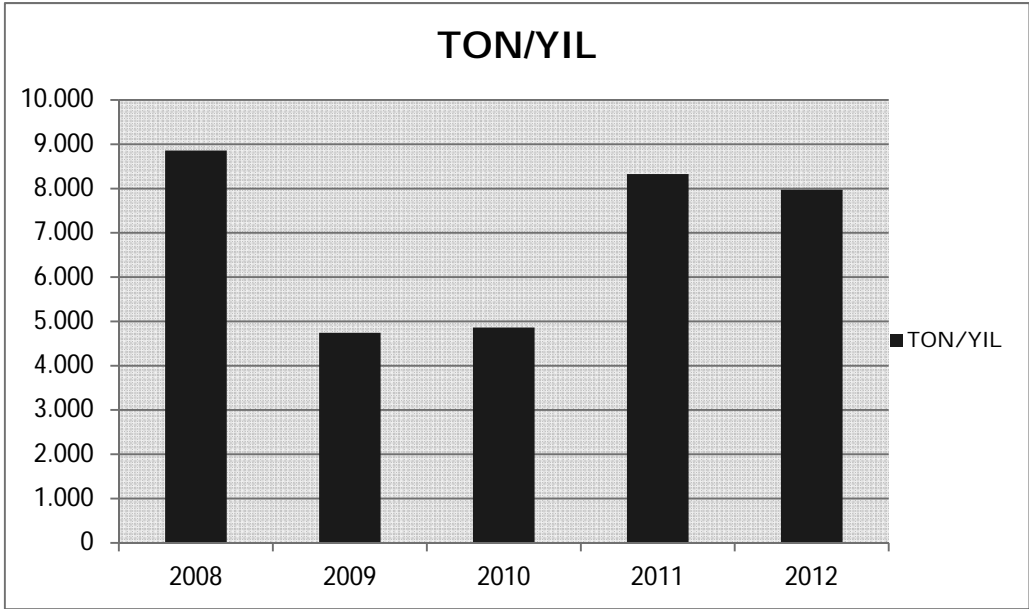
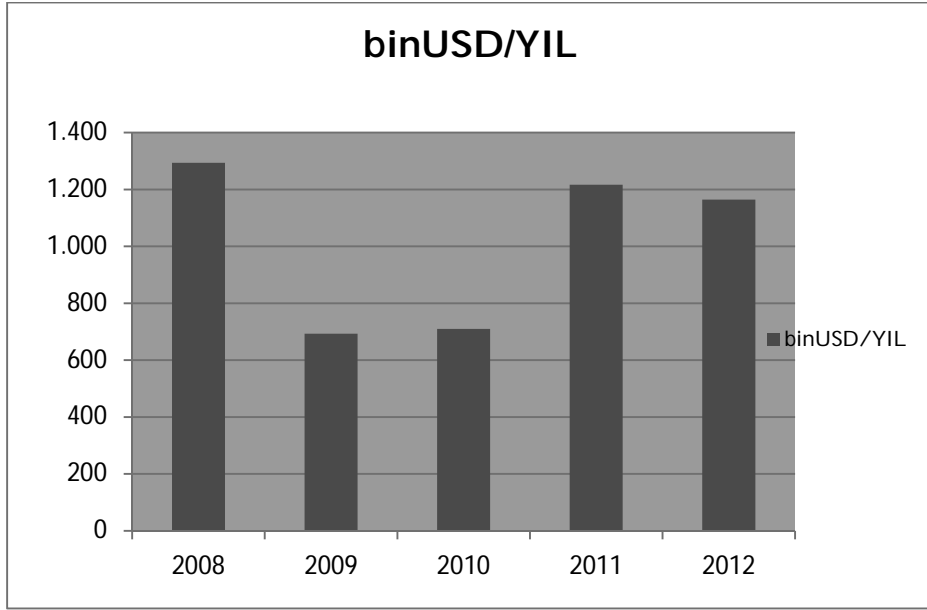
Paşabahçe Kırklareli Fabrikasında fiili durumda;

- Borcam finni Oxy-fuel yakmalar (~60 ton/gün)
 - Pres türü imalat Ağız yakma/parlatma makinaları, (~35 ton/gün)
 - H28 türü imalat Eldred kesme makinaları, (~ 6 ton/gün)
 - H28 türü imalat table parlatma mekanizmaları gibi noktalarda (4 ton/gün)
- Doğalgaz veya hidrojenle beraber yanma verimliliğini artırmak amacıyla ~ %93 safiyette gaz oksijen kullanımı söz konusudur.*

Paşabahçe Kırklareli Fabrikası, 2012 yılına kadar ihtiyaç duyduğu gaz oksijen miktarını belli oranda, 1996 yılında oxy-fuel Borcam Ergitme finni ile beraber devreye aldığı 67 ton/gün kapasiteli PSA (Pressure Swing Absorber) tesisi ve 3. şahıslardan likit oksijen temin ederek sağlamaktaydı.

2012 Mayıs ayında 110 ton kapasite ve 4 makina olarak soğuk tamiri yapılan E Borcam finni devreye alınması sonrası likit oksijen ihtiyacı 35-40 ton/gün'e kadar yükseldi.

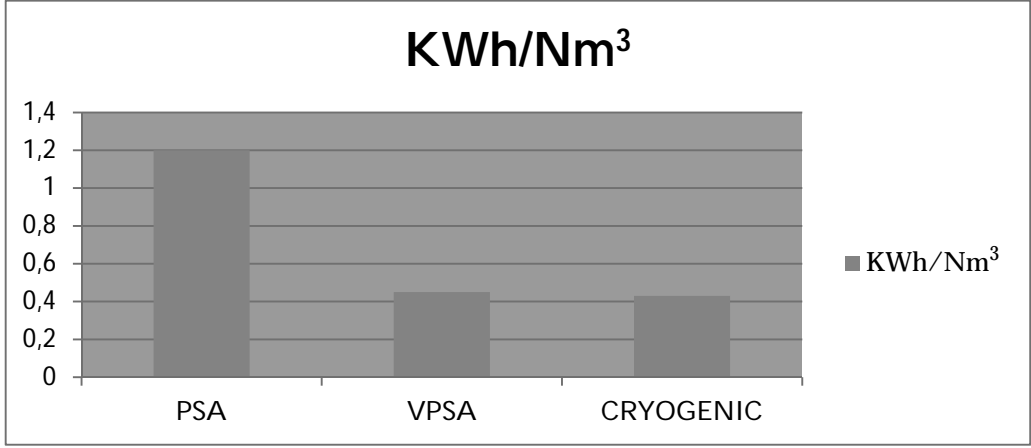
Paşabahçe Kırklareli fabrikasının son 5 yılda 3 şahıslardan temin ettiği likit oksijen miktarları ve bugünkü değere göre ödemiş olduğu bedelleri gösteren tablolar aşağıda yer almaktadır.



(Not : 1ton Likit Oksijen fiyatı 147 USD alınmıştır.)

Bunun yanında ~16 yıldır işletmekte olduğumuz PSA oksijen üretim tesisi de günümüzde mevcut diğer oksijen üretim teknolojilerine göre (Cryogenic, VPSA) fiilide 3 kat daha yüksek üretim maliyeti ile işletilmekteydi.

(PSA = 1,2 KWh/Nm³; VPSA = 0,45 Kwh/Nm³; Cyrogenic = 0,43 Kwh/Nm³)



Yukanda detaylan verilen 2 ana sebepten dolayı fabrikamız 2011 yılında ihtiyaç duyulan kapasite, saflık, anza sıklığı, fiyat, kullanım ömrü, kullananların memnuniyeti gibi unsurlarda göz önünde alarak 120 ton/gün GOX ve 6 ton/gün LOX üretim kapasitesi olan bir Cryogenic Oksijen Üretim Tesisi için yatırım kararı almıştır. (Yatırım kapasitesi E finını yaşlanmasına bağlı olarak zaman içinde doğacak ilave oksijen ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla ~%10-15 büyük seçilmiştir. Aynlan kapasite fazlası 2013 yılı Ağustos ayında soğuk tamiri planlanan Kristal finını yeni yakma sistemlerinde (oxy-fuel) kullanımı ön görülmüştür.)

Tesis 2.900.000 USD bedelle CATIC (Çin) firmasından temin edilmiş olup, tesisin toplam yatırım bedeli 5.500.000 USD olmuştur. Harcama dağılımı aşağıdaki gibidir.

- Tesis bedeli : 2.900.000 USD
- İnşaat bedeli : 800.000 USD
- Borulama, ızalasyon, montaj, devreye alma : 1.350.000 USD
- Supervision : 150.000 USD
- Kompresör tadilatı : 330.000 USD

12 ay olarak temini ve devreye alınması planlanan tesis nakliyesi esnasında yaşanan problemlerden dolayı 16 ay sonra 2012 Kasım'da devreye alınmış olup şu an itibari ile sorunsuz olarak çalışmaktadır.

Likit oksijen alımının sonlanması ve birim üretim maliyetinde yaşanacak olumlulukla beraber 120 ton/gün oksijen üretimi için beklenen mali olumluluk 2.900.000 USD/YIL'dır. Bu da tesisin geri ödemesinin yaklaşık 2 yıl gibi bir sürede gerçekleşeceğini göstermektedir.

HAVA AYRIŞTIRMA TEKNOLOJİSİ

HAT, hammadde olarak hava ve elektriksel güç kullanarak Oksijen, Azot ve Argon üreten ünitelerdir. Proses detaylarındaki üretimi amaçlanan ürünlerde ve tesisin kapasite oranlarında değişiklikler olmakla birlikte, bütün HAT aşağıda belirtilen iki genel proses kategorisinden birisine aittir:

- Düşük sıcaklık tesisleri, (Cryogenic)
- Düşük olmayan sıcaklık tesisleri. (PSA, VPSA)

Özel uygulamalarda en optimum endüstriyel gaz üretim sistemini seçmek için pek çok konu hesaba katılmalıdır. Bu konular;

- İstenilen ürün sayısı (Azot, Oksijen, Azot+Oksijen+Argon),
- Gerekli ürün safiyetleri,
- Arzu edilen üretim miktarları,
- Gerekli ürün dağıtım basınçları,
- Günlük ve uzun dönemde oluşan talep değişiklikleri
- Enerji maliyetleridir.

Sonuç olarak, hava ayrıştırma tesisleri; havadaki elementlerin kaynama sıcaklıkları arasındaki farktan (Cryogenic) veya moleküler ağırlık, boyut ve diğer özelliklerden faydalanarak (PSA, VPSA) ürün üretir.

CRYOGENIC OKSİJEN ÜRETİM TESİSİ

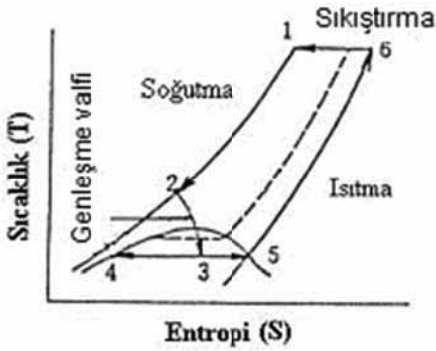
Paşabahçe Kırklareli Fabrikasında kurulu bulunan Cryogenic Oksijen Üretim Tesisi de yukarıda ifade edildiği gibi havanın içinde bulunan elementlerin kaynama sıcaklıklar arasındaki farktan faydalanarak oksijen üretimi yapmaktadır.

DÜŞÜK SICAKLIKTA HAVA AYRIŞTIRMA

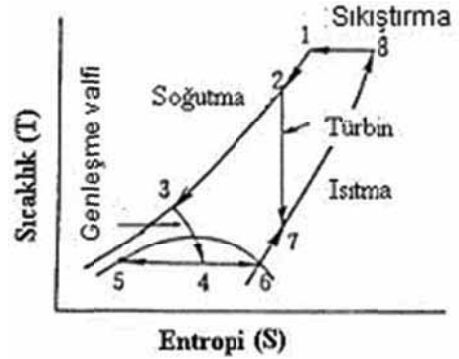
- *Joule-Thomson Effect'i*

İki İngiliz fizikçi olan William Thomson ve James Prescott Joule 1852'de yaptıkları deneylerde, basınç altında tutulan bir gazın sıcaklığı, genişleme valfinde adyabatik olarak genişletildiğinde düşer. Bu da soğukluk üretimi anlamına gelmektedir. İzoentalpik genişleme deneyleri yapıldıktan sonra bu fenomen Joule-Thomson Effect adını almıştır. (Air Separation Technique Course Information Document)

Genleştirici ile Likitleştirme: Gazın sıcaklığı, genişleme türbininde genişletildiğinde düşer. Bu proses izentropik genişlemedir.



Şekil 1. T-S diyagramı / Joule-Thomson

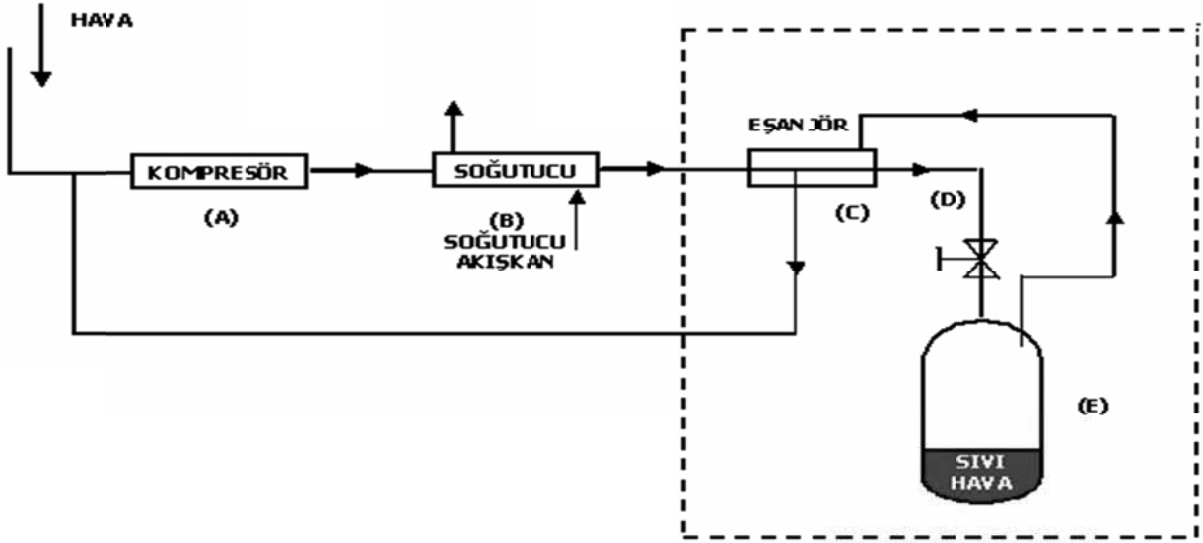


Şekil 2. T-S Diyagramı / Türbin

Dr. Carl von Linde Prensi (Havanın Likitleştirilmesi Prosesi)

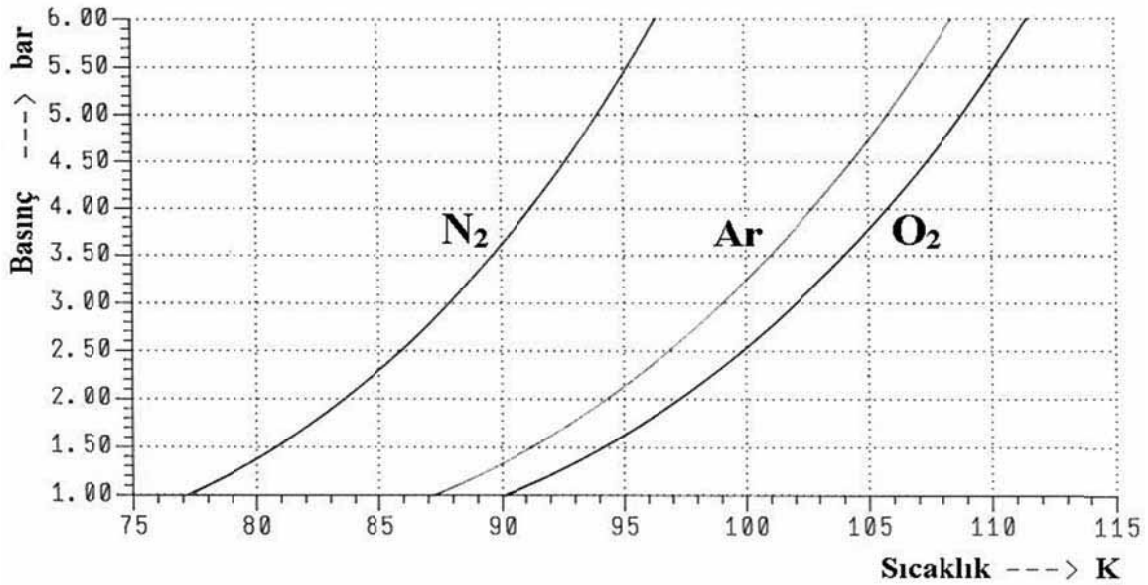
HAT, Linde Prensi'ni esas alır. Linde prensibinde, Joule-Thomson Effect'inden faydalanılarak sıvı hava üretimi gerçekleştirir. Sıvı hava distilasyon kolonları vasıtasıyla Oksijen ve Azot gazlarına ayrıştırılır.

Sıvı hava üretiminde soğukluk üretici olarak genişleme valfi ve genişleme türbini kullanılır. (Air Separation Technique Course Information Document)



Şekil 3. Linde prensibi ile havanın likitleştirilmesi

Düşük sıcaklıkta hava ayırma prosesleri ayırma ve ürün saflığını sağlamak için kaynama sıcaklıklarından faydalanır. Düşük sıcaklık sistemleri likit ürünler üretebilen tek sistemlerdir.



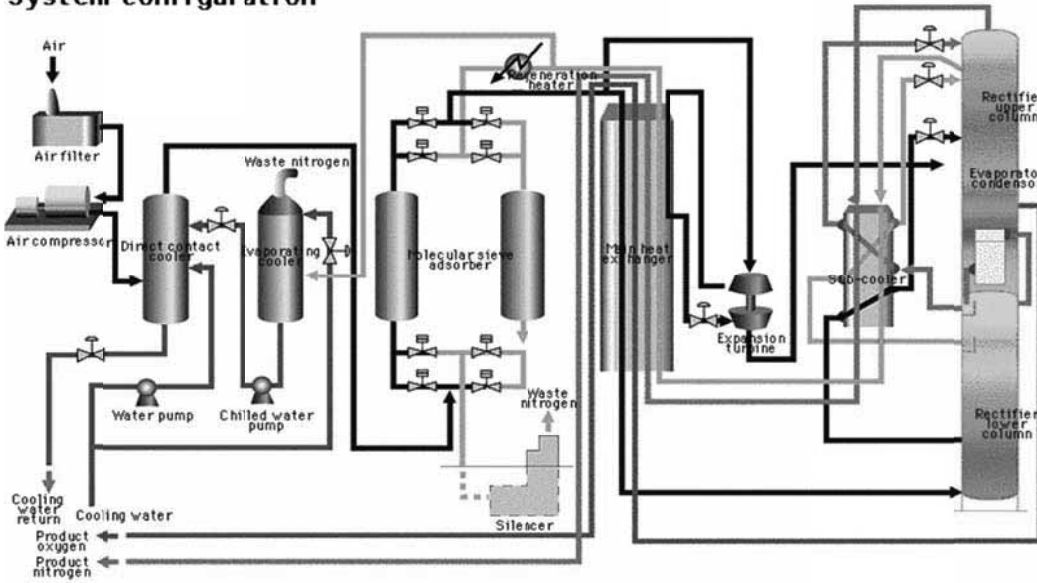
Şekil 4. Kaynama diyagramı

Çizelge 1. Havada bulunan saf maddeler ve özellikleri.

	Hacimce Karışım (%)	Kaynama Sıcaklığı (°C)	Gaz Yoğunluğu (kg/m ³)
Azot	78,09	-195,8	1,249
Oksijen	20,95	-182,95	1,428
Argon	0,93	-185,7	1,783
Hidrojen	0,01	-252,74	0,0899
Neon	0,0018	-245,9	0,899
Helyum	0,00052	-268,88	0,178
Kripton	0,00011	-151,7	3,740
Xenon	0,0000086	-101,9	5,89

HAVA AYRIŞTIRMA SİSTEMİ BİLEŞENLERİ :

KOM-PLANT (Oxygen/Nitrogen Gas Generating Plant)
System configuration



Air Filter :

Hava filtreleri havanın içerisindeki toz partiküllerini tutar. En genel olarak ikiye ayrılabilir. Birincisi akış filtreleri olarak adlandırılır ve büyük partikülleri tutmaya yarar. Diğer bir filtre türü ise ince filtre olarak adlandırılır ve bunlar 10-6 micron boyutundaki partikülleri tutar. Filtreler rulo şeklindedir. Giriş ve çıkış

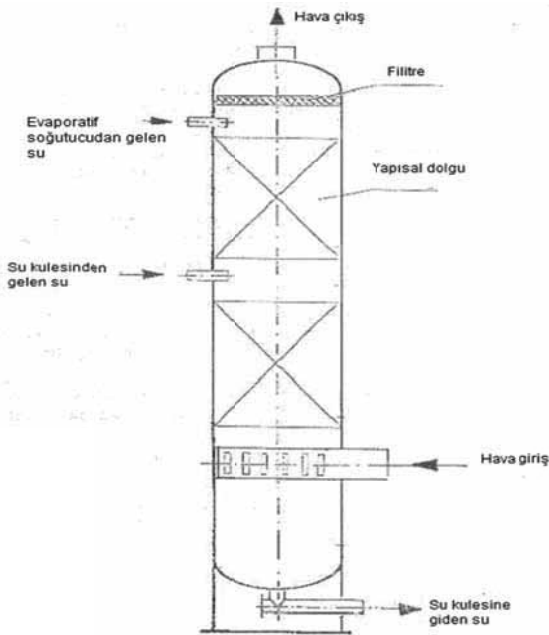
hava basınçları ölçülerek aralarındaki fark (diferansiyel) basınç hesaplanır. Bu fark basıncın yükselmesine göre filtrenin tıkanmaya başladığı anlaşılır ve filtre otomatik olarak anlık ters hava vererek kendisini temizler.

Air Compressor :

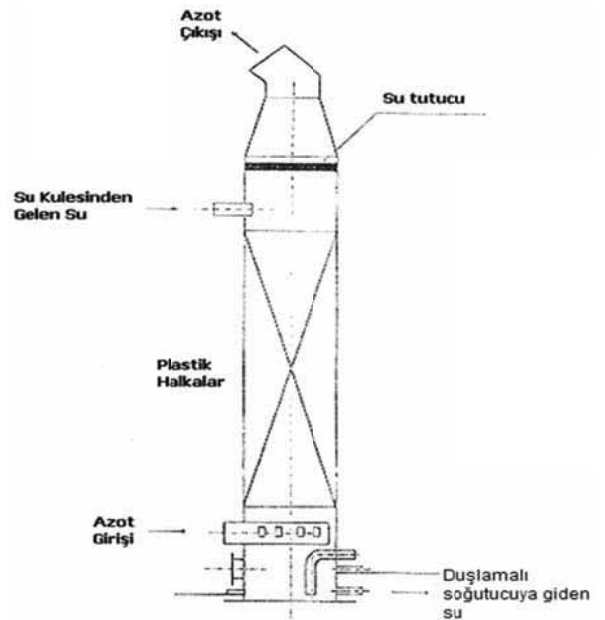
Atmosferden emilen hava filtreden geçirilerek içerisindeki toz vb. kirlenici partiküller tutulduktan sonra, 2 kademeli 2 adet turbo kompresörde, prosesin ihtiyaç duyduğu basınç olan 4.5 barg kadar sıkıştırılır. Herbir kompresör 9.000 m³/hr hava üretebilmektedir.

Direct Contact Cooler (Hava Soğutucu):

Turbo hava kompresöründen 70-75 C'de çıkan hava duşlamalı soğutucu adı verilen bir soğutma ünitesinde 8-10 C'ye kadar soğutulur (hava şartlarına ve kompresör kapasitesine göre değişir). Duşlamalı soğutucuyu hava kompresörünün son soğutucusu gibi düşünebiliriz. Bunun yanı sıra evaporatif soğutucu adı verilen bir soğutucu ile de duşlamalı soğutucudaki soğutmaya ilave bir soğukluk sağlanmaktadır.



Şekil 5. Duşlamalı soğutucu

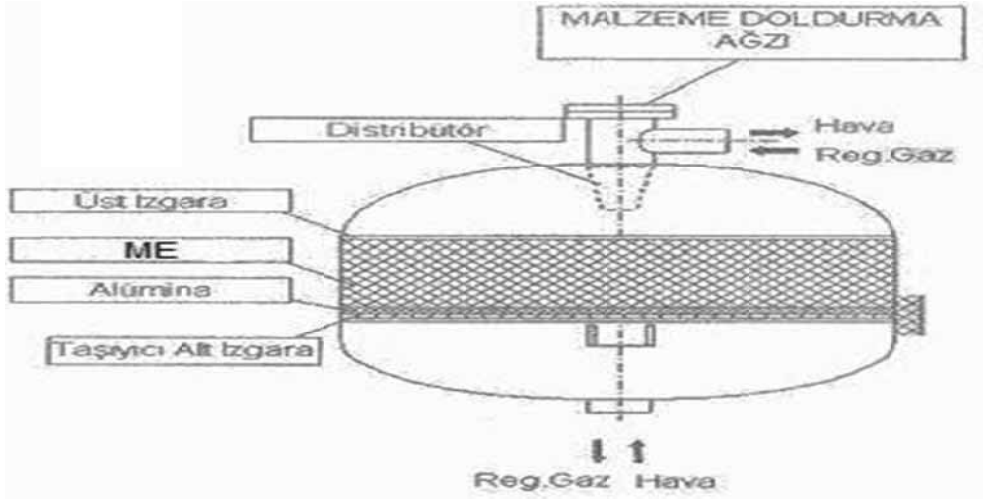


Şekil 6. Evaporatif soğutucu

Evaporatif soğutucunun üst kısmından soğutma kulesinden gelen su girerken, alt noktadan ise kuru atık Azot girer. Soğutma kulesi gibi çalışan Evaporatif soğutucuda su vaporize olur ve suyun ısısı alınır. Çünkü Azot son derece kurudur ve çok miktarda su buharını adsorbe edebilir. Isıyı alan Azot tepede bulunan atmosfere açık bacadan dışarı atılır.

Moleculer Sieve Adsorber (ME) :

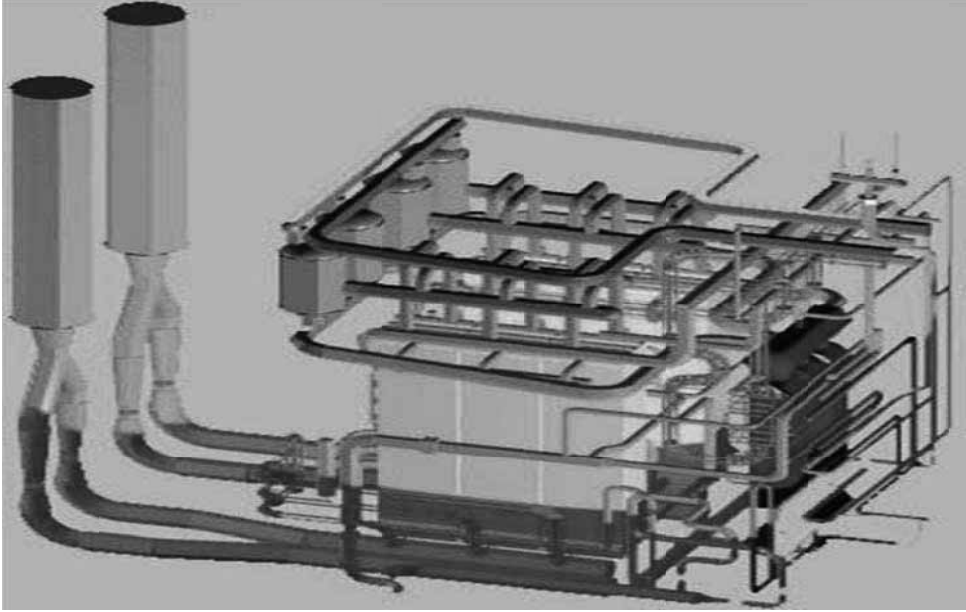
Bu aşamada, havanın içerisinde bulunan nem (su buharı), CO₂ ve hidrokarbonların uzaklaştırılması sağlanır. Ürünün kalite spesifikasyonlarının sağlanması açısından bu içeriklerin uzaklaştırılması gerekir. Proses düşük sıcaklıkta olduğundan proses havası içerisinde kesinlikle su buharı bulunmamalıdır. Hava içerisinde 1 ppm kadar dahi nem bulunursa, bu nem çok yüksek soğukluk sonucunda donarak buz parçası haline alacak, proses hatları ve ısı eşanjörlerinin pasajlarında tıkanmalara sebep olacaktır. CO₂'de aynı şekilde negatif sıcaklıklarda donarak sistem açısından risk oluşturacaktır. ME su damlacıklarına karşı çok hassastır. Su tutulduğunda enerji serbest kalır ve su damlacıkları geldiğinde sıcaklık artışı o kadar fazla olur ki ME boncukları yanma tehlikesi ile karşılaşır. Bu nedenle bazı ME tabakalarından önce (havanın geliş yönünde) alümina jel tabakası yerleştirilir. Alümina jel asıl kurutucu görevini görmektedir. Alümina jelin avantajı, bünyesine aldığı suyu uzaklaştırmak için daha az enerji gerektirir.



Şekil 7. ME Tank

ME tankları sistemde iki tane olup biri havayı temizlerken diğeri regenerasyon yapmaktadır. Regenerasyon işleminde elektrikli ısıtıcılar ve atık azot kullanılmaktadır.

Ana Isı Eşanjörü :



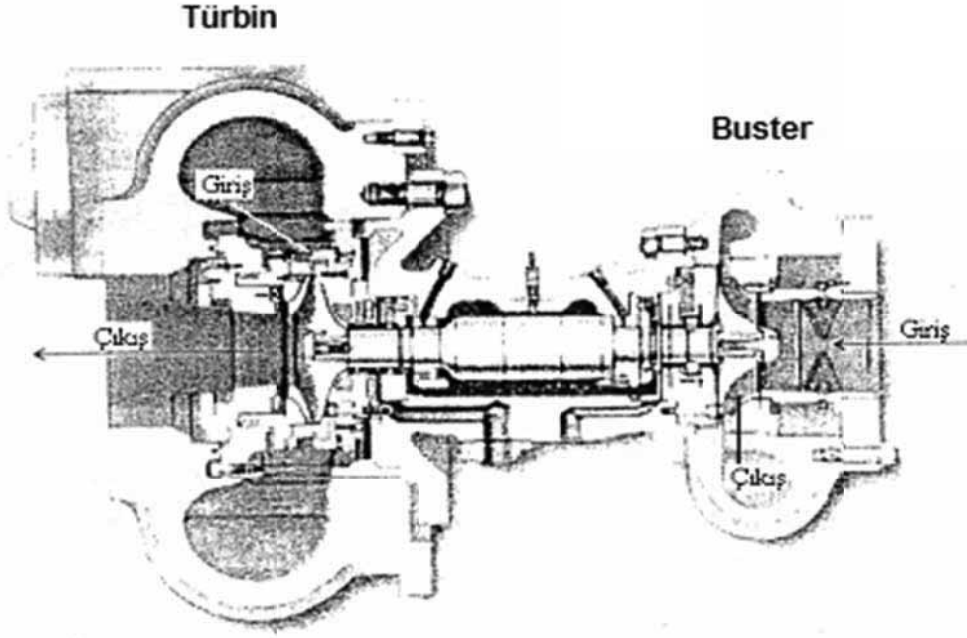
Şekil 8. Ana Isı Eşanjörü

Distilasyon kolonlarında üretilen soğuk gazlar ve atık akışlar, eşanjörlerin ön uçlarına gönderilir. Bu soğuk gazlar ve atık akışlar, ME tankından çıkan proses havasını (kolona girecek) soğuturken, kendileri ısınır. Bu ısı alışverişi soğutma prosesine katkı sağlayarak enerji tüketimini azaltır.



Şekil 9. Eşanjör üzerindeki akışlar ve bu akışlara ait sıcaklıklar

Booster- Expander Türbini :



Şekil 10. Türbin-buster

Coldbox içindeki soğukluğu bir balans içinde tutabilmek için toplam basınçlı havanın % 20-25'i kadan Booster-Expander türbinine verilir. Bunun miktarına karar verilirken havanın çığ noktasına kadar soğutulması dikkate alınır. Booster kısmına 4,5 bar ve 16,3 °C ile giren hava booster'dan 5,6 bar 17,2 °C ile çıkıp ana eşanjöre girmektedir. Ana eşanjörden geri dönen hava 5,6 bar basınçta -124,1 °C sıcaklıkta expander'a girmekte buradan da 410 mbar basınç ve -168,3 °C'de çıkarak coldbox üst kolona gitmektedir.

Coldbox (Distilasyon Kolonu) :

Neredeyse bütün HAT'lar iki kolonun kombinasyonundan oluşmaktadır. Bu fikir Linde firmasının kurucusu Dr. Carl von Linde'ye aittir. Alttaki kısım; üst kısmında kondenserin, alt kısmında da hava beslemesinin bulunduğu yan tekil kolondur. Üstteki kısım; kondensersiz, kaynatıcı tekil kolondur. Alt kolondaki kondenser üst kolonun kaynatıcısı gibi çalışır. Hava alt kolonun dip kısmından çığ noktası sıcaklığının üzerinde bir sıcaklıkta girer. Buhar kolon içerisinde yükselir ve kondenserde reflux formuna

MİMARİYE CAMDAN YANSIYANLAR

Ayşe Hasol Erktin

ayse.erkтин@hasmimarlik.com.tr

HAS Mimarlık Ltd.



Ayşe Hasol Erktin HAS Mimarlık Ltd. çatısı altında geçirdiği yirmi yıllık dönemde, aralarında Anadolu Sağlık Merkezi ile Swisotel Grand Efes projelerinin de olduğu ve küresel uzmanlıklar içeren çeşitli konut, ofis, otel ve sağlık projelerini yönetmiştir. Erktin, HAS'ın dünyaca ünlü mimarlık firmaları olan Skidmore, Owings and Merrill (SOM) ile 1993 yılında, Rees Associates, Inc. ile 1999 yılında, NBBJ ile 2003 yılında, Pei Cobb Freed & Partners ile 2006 yılında, Llewelyn Davies Yeang ile 2007 yılında, RMJM ile 2009 yılında başarılı iş ortaklıklar kurmasında etkin rol almıştır.

Harvard University Graduate School of Design mezunu olan Ayşe Hasol Erktin, Boğaziçi Üniversitesi'nden işletme yüksek lisansını, İstanbul Teknik Üniversitesi'nden mimarlık lisansını almıştır.

Ayşe Hasol Erktin, Urban Land Institute (ULI) Türkiye İcra Kurulu üyesi, Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği ve İstanbul Serbest Mimarlar Derneği Yönetim Kurulu üyesi olup, 2000-2001 döneminde İstanbul Proje Yönetim Derneği başkanı, 1997-2002 döneminde de Harvard Mezunlar Derneği başkan yardımcısı olarak görev yapmıştır.

BREEAM Değerlendiricisi olup EDAC Akreditasyonuna sahiptir. Erktin'in yazı ve konferanslar, yaratıcılığın yönetimi ve tasarımın değeri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Geçtiğimiz yüzyıl camın mimariye getirdiği olanaklarla, mimarlık pratiğini kökten değiştirdi. Cam konusundaki yeni araştırmalarla ve "yeşil bina" hareketinin getirdiği yeniliklerle birlikte 21. yüzyıl mimarlığına da camın etki edeceği söylenebilir.

Gerek geçtiğimiz dönemde camın getirdikleri, gerek günümüzde camın yeşil binalara yaptığı katkılar, gerekse gelecekte camdan beklentiler, HAS Mimarlık'ın son dönemde gerçekleştirdiği projelerin görselleriyle birlikte konu edilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Mimarlık, cam, yeşil bina, güneşiği, saydamlık, güneş kınacı, akıllı malzeme

Geçtiğimiz yüzyılda, mimarlık pratiğine camın önemli katkıları oldu. Geleneksel binaların dolu ve ağır kütleleri, camın getirdiği olanaklarla hafifledi; kentlerimiz bambaşka bir görünüme büründü. Cam konusundaki yeni araştırmalarla ve “yeşil bina” hareketinin getirdiği yeniliklerle birlikte 21. yüzyıl mimarlığına da camın etki edeceği söylenebilir.

“Sürdürülebilir mimarlık” çoğunlukla yalnızca bir yönüyle ele alınıyor. Örneğin, yalnızca geri dönüştürülebilir malzeme yönünden veya yalnızca enerji tasarrufu yönünden ya da salt çevreye ve insan sağlığına etkisi yönünden... Oysa sürdürülebilir tasarım, bunların bütünü oluşturuyor.

Konuyu belki de aşamalar halinde hiyerarşik bir biçimde tanımlarsak, en basitinden en karmaşık düzeye dek yapılabilecekler sıralanabilir.

Birinci aşamada, doğaya ve insana zarar vermeyecek şekilde hareket etmek gerekiyor. Örneğin binanın atıklarını azaltmak, hatta yeniden kullanmak hedefleniyor. İnsan sağlığına zararlı olan, teneffüs edildiğinde zehirli olan malzemeler kullanılmıyor. Binada kullanılan malzemelerin üretiminde de doğaya zarar vermemek esas. Örneğin, bir yapı malzemesinin yalnızca doğal veya geri dönüştürülebilir olması yeterli olamayabiliyor. O malzemenin üretilirken çevreye etkisi, ne kadar enerjiyle üretildiği, ne kadar fosil yakıt tüketerek ne kadar uzaktan taşındığı da aynı derecede önemli.

İkinci aşamada, doğayla çatışmamak gerekiyor. Güneşin ve rüzgârın olumlu etkilerini en üst düzeyde kullanma, olumsuz etkilerden de kaçınma, doğal aydınlatmadan yararlanma gibi, atalarımızın benimsediği doğal yapı mantığı öne çıkıyor. “Yeşil” binalar, bol güneşiği ve doğal havalandırma alacak şekilde tasarlanıyor.

Üçüncü aşamada, tasarruf etmek önemli. İlk akla gelen ısı ve ses yalıtımı uygulamaları. Ancak binayı yalıtırken herhangi bir şekilde yalıtım sağlamayı değil; mümkünse hiç ısıtma ihtiyacı olmayacak şekilde yalıtmayı hedeflemek; yani “süper yalıtımlı” binalar yapmak amaç olmalı. Isı geri kazanımlı cihazlar, sayaçlı otomasyon sistemleri, güneşiğe duyarlı aydınlatma armatürleri ve güneşlikler, su tasarruflu rezervuar ve musluklar gibi teknolojik olanaklar da “yeşil” binaların olmazsa olmazları.

Son aşamada ise binanın kendi kendisine yetmesi için enerjisini de kendisinin üretmesi. İşletme maliyetini azaltmaya yönelik olarak, atık suyun geri kazanımı, güneş panelleri, rüzgar türbinleri de dikkate değer.

Sürdürülebilirlik Açısından Cam

Cam, yukarıda tanımlanan sürdürülebilirlik aşamalarının hemen hemen tamamını yerine getirebiliyor. İlk aşamada, doğaya zarar vermek şöyle dursun, doğanın içinden geliyor. İkinci aşamada, güneşiği sağlayarak doğanın olanaklarını iç mekana alıyor. Üçüncü aşamada yapay aydınlatmadan önemli tasarruflar sağlıyor. Ve son aşamada, PV özellikli camlar ve cepheler sayesinde binalar kendi kendine

yetecek şekilde tasarlanabiliyor. Son aşamanın ekonomik olarak erişilebilir olması için zaman gerekmele birlikte, camın diğer inşaat malzemelerine göre, sürdürülebilirlik açısından oldukça ileri bir düzeyde olduğunu söylemek mümkündür.

Mimariye Camdan Yansyanlar

“Cam olmasaydı, mimari tasarımda neler eksik kalırdı?” sorusu, aslında camın içinde bulunduğumuz çağa katkılarını da özetliyor. 20-30 yıl öncesiyle karşılaştığımızda dahi, camın getirdiği performans özelliklerinin, binalarımıza ve kentlerimize getirdiği yenilikler görülebilir.

Cam, mimari açısından çok yönlü işlevlere yanıt verebiliyor. Yansıtıcı olabiliyor; güneşiğine olanak tanıyabiliyor; mekanlar arasında saydamlık sağlayabiliyor; iç mekanı dış mekanla birleştirebiliyor; iç mekanda yaratıcı çözümlere olanak tanıyor.



Yansıtıcı olarak cam



Günişığı açısından cam



Mekanlar arası saydamlık açısından cam



Mekanlar arası saydamlık açısından cam



İç-dış mekan birliği açısından cam



İç mekan çözümleri açısından cam



İç mekan çözümleri açısından cam



İç mekan çözümleri açısından cam

Mimari tasarıma sağladığı olanaklar bakımından camın son 20-30 yılın öncü malzemelerinden olduğu söylenebilir.

Çağdaş mimarlığa getirdiği katkılar açısından değerlendirildiğinde, camın

- Demokratik
- Estetik
- Esneklik

özelliklerine dikkat çekmek gerekir.

Cam demokratik bir malzemedir.

Çünkü etrafına saygılıdır.

Etrafında yer alan malzemelere, yakın çevresine saygılıdır, ağırbaşlıdır. Tarihi yapılara gelen eklerde cam kullanılmasının en önemli nedeni budur. Cam, gerektiğinde “geride kalmayı” bilir.



Cam etrafına saygılıdır.

Çünkü saydamdır.

Camın saydamlık özelliği, bölücü duvarlarda çığır açmıştır. Cam olmasaydı, mekanlar arasında bağlantı kurmak, görsellik sağlamak, derinlikler yaratmak mümkün olmayacaktı.



Cam mekanları birbirine bağlar.

Çünkü sağlıklıdır.

Güneş ışığının insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri kanıtlanmıştır. (1 ve 2) Doğayı algılayabilmenin ve dış mekanı görebilmenin ise psikolojik yararları “yeşil bina” kriterleri arasına girmiştir. Cam, bina dış kabuğu ile iç mekanı birleştirebildiği ölçüde, içerideki kullanıcıların yaşam kalitesini artırmaktadır.

Cam estetik bir malzemedir.

Çünkü temizdir.

Alternatif cephe kaplama malzemeleriyle karşılaştırıldığında, cam temizdir, kolay temizlenir ve parlak yüzeyi sayesinde hijyeniklik algısı verir.



Cam heykelsidir. Temizlik algısı verir.

Çünkü heykelsidir.

Cam, serbest tasarıma olanak tanır. Mimarın yaratıcılığını körükler; sıradan formlardan farklı tasarımlara yönelmenin önünü açar.

1 Boubekri, Mohamed, 2008, *Daylighting Architecture and Health*, Elsevier, UK

2 Pechacek, Christopher S., Andersen, Marilyne, Lockley, StevenW., *Prospective evaluation of the Circadian Efficacy of (Day)Light in Rooms*, LEUKOS – The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America, vol. 5, num. 1, p. 1-26



Cam değişik formlara olanak sağlar.

Çünkü doğayla insanı bütünleştirir.

Doğanın güzelliğini iç mekanlara taşımamıza aracı olur. Bina yalnızca iç mekanıyla değil, dışıyla da değer kazanır. İç-dış etkileşimi, kullanıcılara bambaşka deneyimler yaşatır.



İç-dış mekan bütünlüğü açısından cam



İç-dış mekan bütünlüğü açısından cam

Cam esnekliğe olanak veren bir malzemedir.

Çünkü sökülebilir.

Camın sökülüp takılma özelliği, binalarda çoklu kullanıma olanak sağlar. Bu özelliği ile sürdürülebilirliğe katkısı da göz ardı edilmemeli.

Çünkü farklı malzemelerle uyumludur.

Cam, ahşapla, taşla, metalle kardeşçe geçinir; üstelik bu malzemeler arasında geçiş elemanı olarak da kullanılabilir.



Camın diğer malzemelerle uyumu



Camın diğer malzemelerle uyumu

Çünkü tasarrufludur.

Güneşini iç mekana alabilmesinden dolayı, aydınlatma giderlerinden tasarruf sağlar. Binaların kullandığı enerjinin yaklaşık %40'ı aydınlatmaya aittir.

Ayrıca, –her ne kadar yansıtıcı cam cephelerin dışarıdan aydınlatması mümkün olmasa da– cam cephelerin dış aydınlatmaya gerek duymaması dikkate alınmalıdır. İçerideki aydınlatma, pekala dış aydınlatma yerine geçmektedir. Bu nedenle, cam cephelerin dış aydınlatmadan tasarruf sağladığı da öne sürülebilir.



Aydınlatma tasarrufu açısından camın kullanımı



İç aydınlatmanın, dış aydınlatma unsuru olarak kullanımı



İç aydınlatmanın, dış aydınlatma unsuru olarak kullanımı

Camın Parlak Geleceği

Yukarıda genel hatlarıyla cam, bugüne dek mimariye getirdiği katkılar nedeniyle övgüye değer görülmüştür. Oysa günümüzde toplumların refahı çok hızlı ilerliyor. Camın da bu tempoda yeniliklere devam etmesi bekleniyor. Yukarıda sayılan ve camın mimariye kazandırdığı olanakların kendi içinde barındırdıkları sorunların da çözümü için beklentilerimiz büyük.

Koyu renk cephelerden kurtulsak...

Örneğin, yüksek ısı ve güneş kontrollü camların renklerinin koyu olması, iç mekanlara günışığı alınmasını engelliyor. Bu camların mümkün olduğunca saydam olmasına ihtiyaç var.

Yangın ve akustik özellikleri ulaşılabilir olsa...

Örneğin, camların yangın ve akustik performans olarak da geliştirilmesi gerekmektedir. Günümüzde akustik açıdan performans istenen mekanlarda, cam kullanımını kısıtlamak durumundayız. Aynı durum, yangına dayanıklı bölücü ve kapılarda da geçerli. Yangına dayanıklı camların ekonomik açıdan kullanımı, içinde bulunduğumuz dönemde çok sınırlı kalıyor. Bu camların ekonomik olarak erişilebilir olmasını bekliyoruz.

Bir de şu batı güneşine bir çare bulunsa...

Binalarda, dört yönde aynı performansa ihtiyaç olmaması nedeniyle, cam seçiminde zorluklar yaşanmakta. Örneğin, kuzey yönü doğrudan güneş ışınına maruz kalmazken, batıya bakan cepheler, tüm öğleden sonra doğrudan güneş ışını almaktadır. Özellikle sıcak iklimlerde, batıya açılan cephelerde, özel güneş kırıcı elemanlar kullanmak zorunda kalıyoruz. Oysa bu cephelerde nanoteknoloji ürünü "akıllı" camlar kullanılabilir, ayrıca güneş kırıcı işlevi görecektir. Böylelikle, güneşin yakıcı olduğu saatlerde ışınlar, nano parçacıkların açılması sayesinde camda kırılıp geri çevrilebilir; doğrudan güneş gelmediği saatlerde de günışığı serbestçe içeriye alınabilir.

Gelecek, işleve göre şekillenebilen malzemelerde...

GÜNÜMÜZDEN GELECEĞE NİTELİKLİ CAMLAR

Haluk Güreren - Gül Pekışık

hgureren@sisecam.com - gpekisik@sisecam.com

Trakya Cam Sanayi A.Ş. Yönetim ve Satış Merkezi Geliştirme Direktörlüğü / Düzcamlar

Hüseyin Ateş Parlar

aparlar@sisecam.com

Araştırma ve Teknoloji Direktörlüğü – Araştırma ve Teknolojik Geliştirme Başkanlığı / Genel Müdürlük



1981 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Endüstri Yüksek Mühendisi olarak mezun oldu. 1982 yılında Şişecam Topluluğu'nda Makine Kalıp Fabrikasında çalışmaya başladı. Halen Trakya Cam Sanayi Yönetim ve Satış Merkezi'nde Geliştirme Direktörü olarak görev yapmaktadır.

1. Giriş

Cam, binalarda kullanılmaya başlamasıyla insanoğlunun yaşantısında önemli bir yer tutmuştur. Pencerenin ilk örnekleri Roma'da ilk şeffaf plaka camın üretilmesi ile ortaya çıkmıştır. Uzun dönemler boyunca camlı pencereler üst sınıfların malikanelerinde ve dinsel yapılarda kısıtlı kullanım alanı bulmuştur. Geniş yüzeyli uygulamalar camların kurşun şeritlerle birleştirildiği vitraylar ile 15. yüzyılda Avrupa'da görülmeye başlanmıştır. Endüstri devriminden sonra ortaya çıkan dökme demir ve çelik malzemenin yapılara girmesiyle oluşan geniş açıklıkların kapatılmasında cam önemli bir rol üstlenmiştir.

Doğal ışık birçok bina için önemli bir tasarım kriteridir. Binalar farklı fonksiyonlara hizmet edecek şekilde inşa edilse de 'gün ışığının içeriye girmesini sağlayacak geniş serbest açıklıklar' tasarımların en önemli parametresini oluşturmaktadır. Yapı malzemesi olarak camın en önemli özelliği şeffaflığı nedeniyle gün ışığını içeriye geçirme kabiliyetidir.

Yapı mühendisliği ve cam teknolojisindeki gelişmeler sonucu pencerenin dolgu malzemesi olan cam ile binanın enerji tasarrufu (ısı yalıtımı, güneş kontrolü), rüzgar ve kar yüklerine dayanım, emniyet & güvenlik, ateşli silahlara dayanım, bombaya dayanım, yangına dayanım, ses yalıtımı, görüntü kontrolü, renk, estetik ihtiyaçlarını karşılanabilmekte ve enerji üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Kaplamalı camlar, Antirefleksif kaplama, Güneş kontrol camları

2. Enerji Tasarrufu

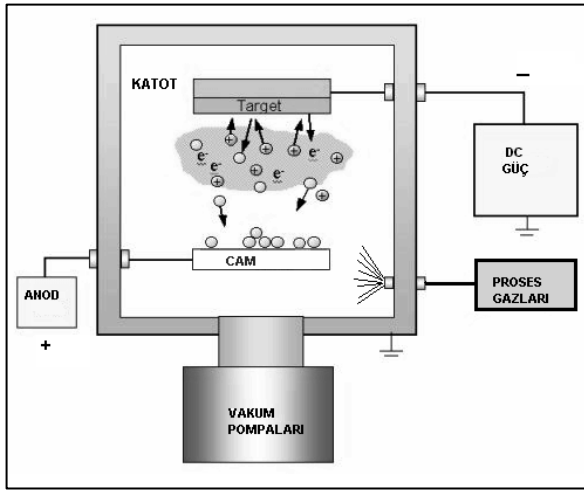
2.1 Isı Yalıtımı

Bina cepheleri iç mekânda ısı konfor koşullarının sağlanmasında en etkili ögedir. Binalardaki ısı kayıplarının %30'u yalıtımsız doğrama ve camlardan kaynaklanmaktadır. Pencereerde tek cam kullanılması durumunda, güneş ışığından ve ısısından yararlanılabilmekte, ancak kışın bina içinden dışarıya olan ısı kayıpları önlenememektedir. Pencereelerin ısı yalıtım performansı iletim yoluyla olan ısı kayıplarını tek cama göre % 50 azaltan çift camlar (Isıcam Klasik) ile bir miktar iyileştirilmiştir. (Tablo 1) Ancak çift camlar üzerinden elektromanyetik ışınlım yoluyla önemli miktarda ısı kaybı olmaktadır.

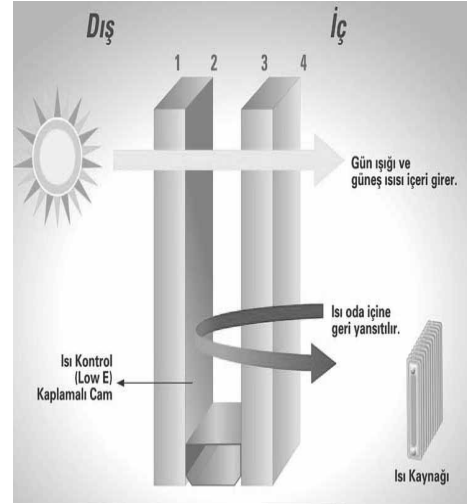
Tablo 1. Tek cam ve Isıcam Klasik U değeri

Tek cam	U değeri: 5,7 W/m ² K
Isıcam Klasik (16 mm ara boşluklu, kuru hava dolgulu)	U değeri: 2,7 W/m ² K

Cam üzerinden elektromanyetik ışınlım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının azaltılarak etkin ısı yalıtımı sağlanması amacıyla Low-E kaplamalı camlar (TRC Ecotherm) geliştirilmiştir. TRC Ecotherm (Low-E) düz cam üzerine hat dışı kaplama teknolojisi ile (vakum ortamında elektron saçılma yöntemi) ince bir metal/metal oksit tabakanın uygulanmasıyla elde edilmektedir.



Şekil 1. Vakum ortamında elektron saçılma



Şekil 2. Isıcam Sinerji

Isıcam Sinerji, bünyesinde bulunan TRC Ecotherm (Low-E) sayesinde elektromanyetik ışınlım ile yayılan ısı enerjisini oda içine yansıtarak ısının oda içinde kalmasını sağlamaktadır.

Isıcam Sinerji'nin temel özellikleri:

- Isı kayıplarını tek cama göre %80, klasik yalıtım camına göre %50 azaltarak ısıtma giderlerinden tasarruf sağlamaktadır.
- Yüksek gün ışığı geçirgenliği ile iç mekânlarda doğal gün ışığından faydalanmaya olanak vermektedir.

- UV ışınlarının iç mekâna girişini azaltarak eşyaların doğal renklerini daha uzun süre korumasını sağlamaktadır.

Mevcut bir konutta tek cam yerine Isıcam Sinerji kullanıldığında veya yeni inşa edilen bir konut veya mevcut bir konutta Isıcam Klasik yerine Isıcam Sinerji kullanıldığında elde edilecek tasarruflar aşağıdaki tabloda verilmiştir. (Tablo 2 ve Tablo 3)

Tablo 2. Mevcut bir konutta tek cam yerine Isıcam Sinerji kullanıldığında elde edilecek tasarruf

	Doğalgaz (m ³)	Doğalgaz (TL)	Yıllık CO ₂ emisyonunda azalma (kg)
İstanbul	400	400	600
Ankara	560	540	810

2 meşe ağacı



Tablo 3. Yeni inşa edilen veya mevcut bir konutta Isıcam Klasik yerine Isıcam Sinerji kullanıldığında elde edilecek tasarruf

	Doğalgaz (m ³)	Doğalgaz (TL)	Yıllık CO ₂ emisyonunda azalma (kg)
İstanbul	140	140	200
Ankara	200	200	300

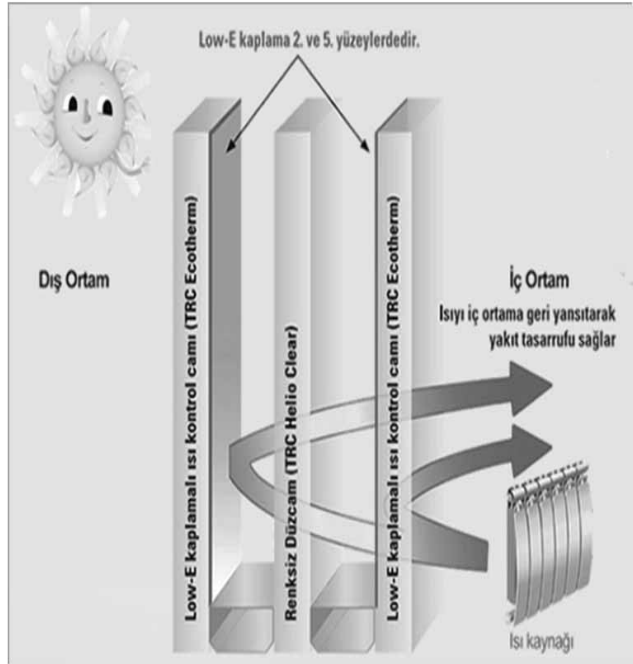
1 meşe ağacı



2010 yılında Avrupa Birliği'nde revize edilen "Binalarda Enerji Performansı Direktifi" hem mevcut hem de yeni yapılacak binalarda enerjinin daha verimli kullanılmasını amaçlamaktadır. Direktif, 2020 yılına kadar tüm yeni binaların yaklaşık 0 enerji tüketecek şekilde inşa edilmesi şartını getirmiştir. Söz konusu şartın sağlanması Low-E kaplamalı üçlü yalıtım camlarının kullanımının zorunlu hale getirilmesiyle mümkün olacaktır.

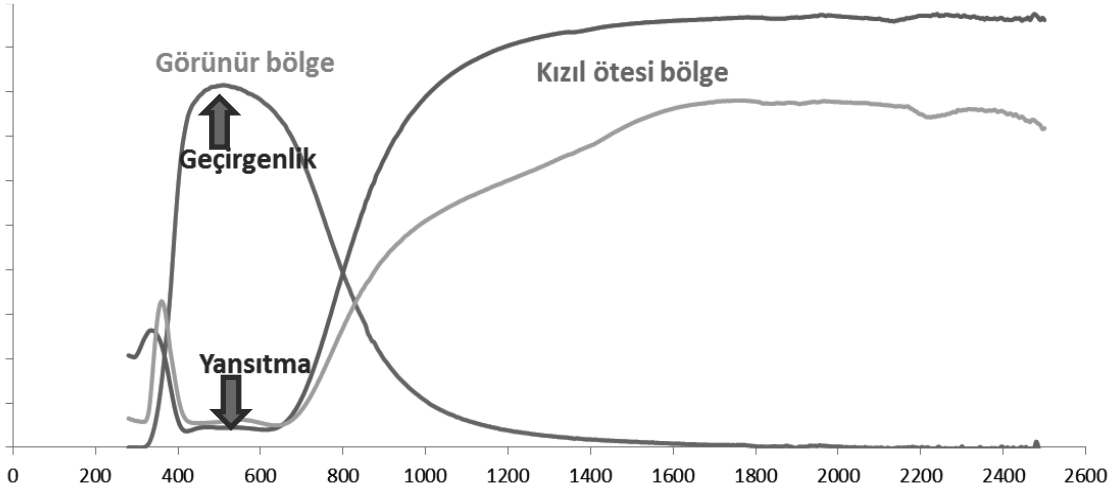
Etkin enerji tasarrufu için geliştirilen Isıcam Sinerji 3+, iki plakası TRC Ecotherm (Low-E) olan çift ara boşluklu üçlü Isıcam ünitesidir.

Şekil 3. Isıcam Sinerji 3+



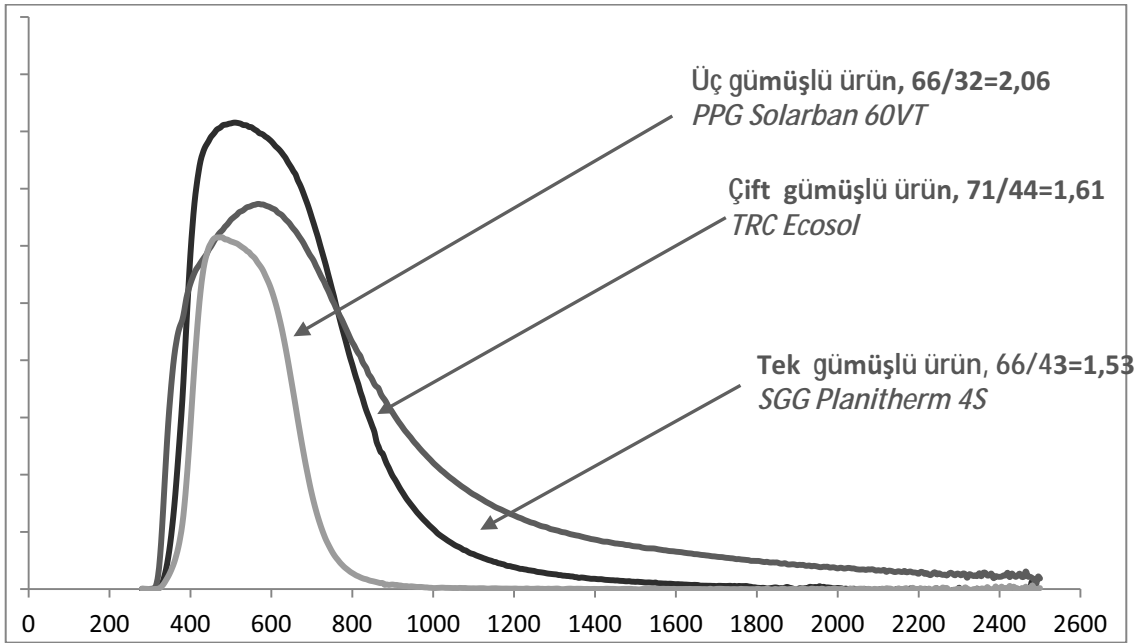
2.2 Isı Yalıtımı ve Güneş Kontrolü

Isı yalıtımının yanı sıra güneş kontrol ihtiyacı olan iklim bölgeleri için Solar Low-E kaplamalı camlar (TRC Ecosol) geliştirilmiştir. Güneş enerjisi kontrol edilirken iç ortamın gün ışığından azami ölçüde yararlanabilmesi için geliştirilen seçici özellikli kaplamalar, görünür bölgedeki güneş ışığını daha çok geçirir ve daha az yansıtırlar. Seçicilik değeri gün ışığı geçirgenliğinin toplam güneş enerjisi geçirgenliğine bölünmesiyle elde edilmektedir. TRC Ecosol'ün seçicilik değeri $71/44=1,61$ 'dir.



Şekil 4. Görünür ve kızılötesi bölgeler için geçirgenlik ve yansıtma eğrileri

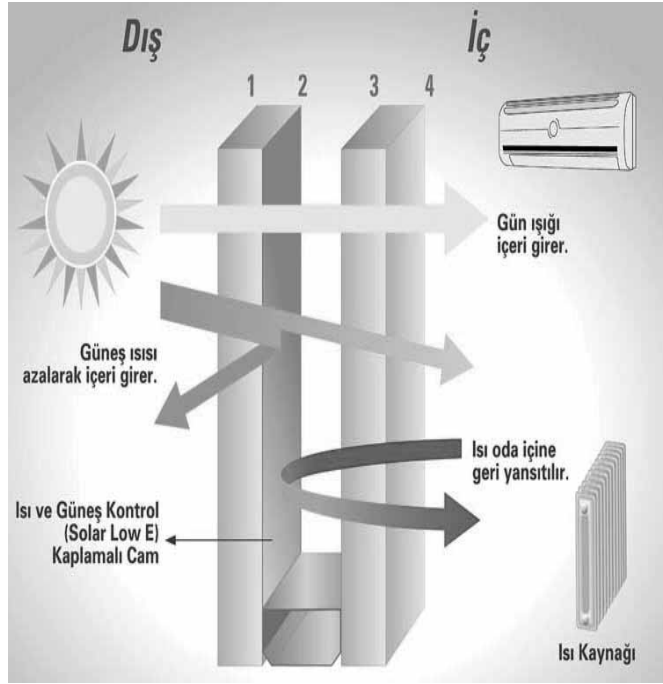
TRC Ecosol ürünü yapısında 2 gümüş katmanı içermektedir. Daha yüksek seçicilik için 3 gümüş katmanlı yapılar geliştirilmiştir.



Şekil 5. TRC Ecosol, PPG Solarban 60VT ve SGG Planitherm 4S karşılaştırmalı geçirgenlik eğrileri.

Bünyesinde TRC Ecosol (Solar Low-E) yer alan yalıtım camı ünitesi Isıcam Konfor'un temel özellikleri:

- Yazın güneş ısısının bina içine girişini klasik Isıcam'a göre %40 azaltarak soğutma giderlerinden, kışın ise ısıyı oda içine yansıtarak ısı kayıplarını tek cama göre %80, klasik yalıtım camına göre %50 azaltarak ısıtma giderlerinden tasarruf sağlamaktadır.
- Yüksek gün ışığı geçirgenliği sayesinde iç mekânlarda doğal gün ışığından faydalanmaya olanak vermektedir.
- UV ışınlarının iç mekâna girişini azaltarak eşyaların doğal renklerini daha uzun süre korumasını sağlamaktadır.



Şekil 6. Isıcam Konfor

Renksiz düz cam (tek cam), Isıcam Klasik, Isıcam Sinerji, Isıcam Sinerji 3+ ve Isıcam Konfor performans değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4. Performans tablosu

Ürün	Gün Işığı Geçirgenlik (EN 410) %	Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenlik (EN 410)	Isı Geçirgenlik Değeri W/m ² K (EN 673)			
			Araboşluk Genişliği ve Dolgusu			
			12 mm Hava	12 mm Argon	16 mm Hava	16 mm Argon
4 mm renksiz düzcam	89	0,85	5,7			
Isıcam Klasik 4 mm DC+AB+4 mm DC	80	0,75	2,9	2,7	2,7	2,6
Isıcam Sinerji 4 mm Low-E+AB+4 mm DC	79	0,56	1,6	1,3	1,3	1,1
Isıcam Sinerji 3+ 4 mm Low-E+AB+4 mm DC+AB+4 mm Low-E	69	0,47	0,9	0,7	0,7	0,6
Isıcam Konfor 4 mm Solar Low-E+AB+4 mm DC	71	0,44	1,6	1,3	1,3	1,1

2.3 Güneş Kontrolü

TRC Helio harmandan renkli camlar float prosesi sırasında cam hamuruna renk verici maddelerin ilave edilmesi ile elde edilmektedir. Renk camın güneş kontrol yeteneğinin artmasını sağlarken daha az ışık geçirmesine sebep olmaktadır. Etkin ısı yalıtımı için Isıcam bünyesinde TRC Ecotherm ile birlikte kullanılmalıdır.

TRC Aura Reflekta, TRC Tentesol ve TRC Tentesol T reflektif güneş kontrol kaplamalı camlar proses içinde akmakta olan sıcak cam yüzeyine sıvı ve gaz halindeki kaplama malzemesi püskürtülerek elde edilmektedir. Etkin ısı yalıtımı için Isıcam bünyesinde TRC Ecotherm ile birlikte kullanılmalıdır.

Reflektif güneş kontrol camlarının temel özellikleri:

- İç mekâna daha az güneş ısı ve ışık geçmesini sağlamaktadır.
- Işığın yoğun olduğu tarafta yansıtma özelliklerini sergilemektedir.

3. Emniyet ve Güvenlik

Camın modern mimaride yaygın kullanımı ve geniş yüzeylere ulaşması ile kırılma nedeniyle oluşabilecek yaralanmaların önlenmesi ve kırılma sonra camların dağılmayarak istenmeyen geçişleri engellemesi veya geciktirmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Cama uygulanan ikincil işlemlerle cama emniyet ve güvenlik özellikleri kazandırılmaktadır.

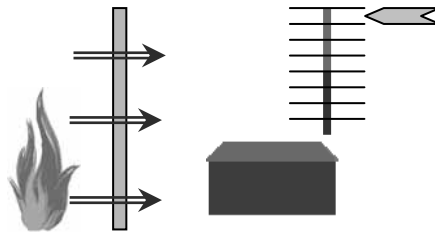
Temperli cam kırıldığı zaman zar büyüklüğünde parçalara ayrılarak yaralanma riskini azalttığı için emniyet camı, lamine cam (TRC Lameks) kırılma halinde parçaları yerinde tutarak yaralanma risklerini azalttığı ve bir taraftan diğer tarafa istenmeyen geçişleri önlediği veya geciktirdiği için emniyet ve güvenlik camı olarak sınıflandırılmaktadır. Lamine cam (TRC Lameks) ayrıca düşük UV geçirgenliği ile eşyaların doğal renklerinin daha uzun süre korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca gürültü kontrolüne de katkıda bulunmaktadır.

4. Yangına Dayanım

Binalarda standart olarak kullanılan camlar yangın karşısında bütünlüklerini koruyamadıkları için yangın dayanımı söz konusu olduğunda özel olarak tasarlanmış, dayanma ve performans süreleri testlerle belirlenmiş yangın camları kullanılmaktadır. Yangın camları bina içinde ve dışında kapılar, pencereler, koridorlar ve çeşitli bölmelerin camlamalarında kullanıldığında yangının alevi, dumanı ile alevin ısını engelleyerek güvenli kaçış yolları oluşturmaktadır.

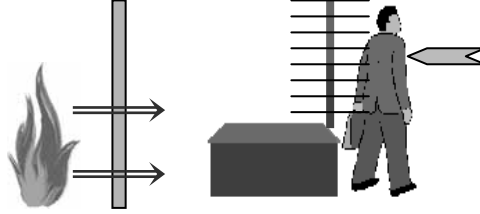
Yangına dayanım sınıfları aşağıda yer almaktadır.

- ✓ E sınıfı –Bütünlük: Yangının alev ve dumanının diğer tarafa geçişini engellemektedir.



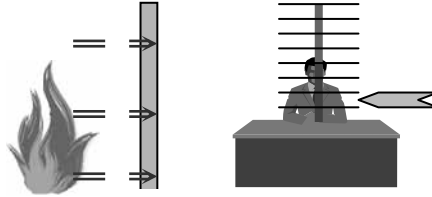
Şekil 7. E sınıfı

- ✓ EW sınıfı–Radyasyon: Yangın alev ve dumanına ek olarak yangın sırasında oluşan ısının radyasyon ile diğer tarafa geçişini azaltmaktadır. 60 dakika boyunca 1 metre mesafedeki radyasyon ısısını 15 kW/m² ile sınırlamaktadır.



Şekil 8- EW sınıfı

- ✓ El sınıfı–Yalıtım: Isı kalkanı özelliği sayesinde yangın sırasında oluşan ısının radyasyon ile diğer tarafa geçişini engellemektedir. Camın yüzeyindeki ısı 140 °C'yi aşmaz.









Şekil 9. El sınıfı

5. Ses Yalıtımı

Gürültü sürekli maruz kalındığında insan sağlığını tehdit eden, davranış bozukluklarına, çalışma veriminde düşüşlere ve psikolojik hastalıklara sebep olan bir unsurdur. Artan şehirleşme gürültü miktarını da arttırmış, bu da yapı elemanlarının ses yalıtım özelliğine sahip olması ihtiyacını doğurmuştur.

Camla ses yalıtımında sağlanabilecek en yüksek performans TRC Acoustic Lameks ile elde edilebilmektedir. TRC Acoustic Lameks etkin ses yalıtımı yeteneğinin yanı sıra güvenlik camının özelliklerine de sahiptir.

Tek Cam Çözümleri	Isıcam Çözümleri
 <p>DC 6 mm</p> <p>6 mm, 31 dB Rw*</p>	 <p>dış DC 6 mm + DC 4 mm</p> <p>6/(6-16)/4 mm, 32 dB Rw*</p>
 <p>Lameks 3+3 mm</p> <p>3+3 mm, 32 dB Rw*</p>	 <p>dış DC 6 mm + Lameks 3+3 mm</p> <p>6/(6-16)/3+3 mm, 33 dB Rw*</p>
 <p>Akustik Lameks 4+4 mm</p> <p>4+4 mm, 36 dB Rw**</p>	 <p>dış DC + Akustik Lameks 10 mm 6+6 mm</p> <p>10/16/6+6 mm, 43 dB Rw**</p>

Tablo 5. Performans tablosu

6. Renk, Estetik

Düşük demirli düz cam TRC Helio Extra Clear yüksek ışık geçirgenliğine sahiptir. Vitrin camlarında, korkuluklarda, cam ara bölmelerde, masa, sehpa raf ve teşhir ünitelerinde tercih edilmektedir.

7. Görüntü Kontrolü

Elektrokromik camlar; elektrik akımı ile renk, ışık ve güneş ısısı geçirgenliği değişen camlardır. İnorganik veya organik elektrokromik malzemelerin tersinir indirgenme-yükseltgenmesi prensibine dayanır.

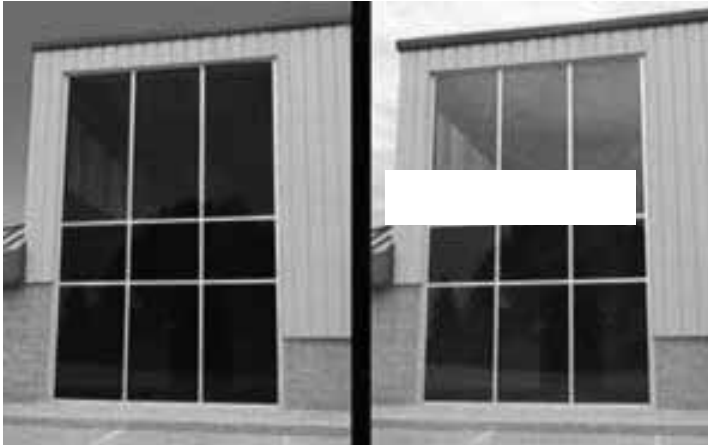


Düğmeye basıldığında camın rengi açılmakta, ışık ve güneş ısısı geçirgenliği artmaktadır.

Düğmeye basıldığında camın rengi koyulaşmakta, ışık ve güneş ısısı geçirgenliği azalmaktadır.

Şekil 10. Elektrokromik cam

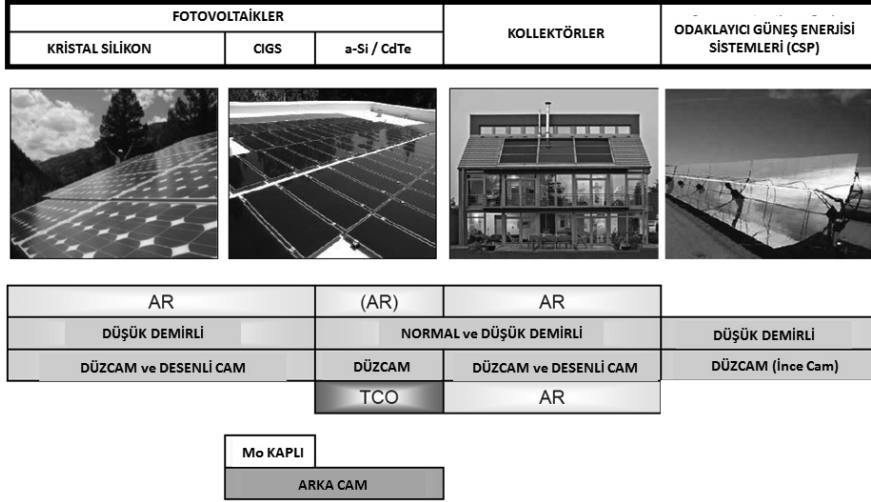
Termokromik camlar; sıcaklığa bağlı olarak geçirgenliği değişerek güneş kontrolü sağlayan camlardır. Elektrokromik cama göre üstünlüğü herhangi bir kontrol ekipmanı, elektrik bağlantısı gerektirmemesidir. Termokromik yapılar için en uygun malzeme vanadyum oksittir. (VO₂) Pleotint firması termokromik laminasyon filmi geliştirmiş olup ticarileştirmiştir.



Şekil 11. Termokromik cam

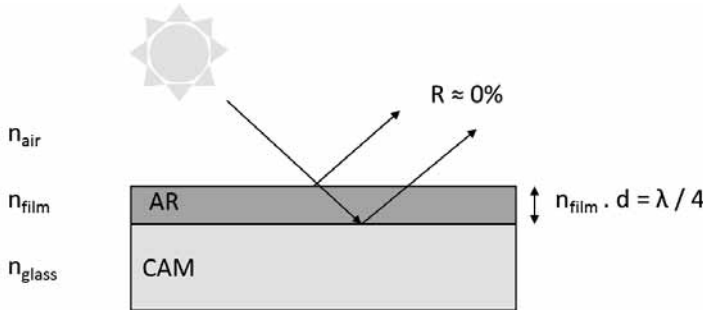
8. Güneşten Enerji Üretimi

Cam günümüzde yenilenebilir enerji kaynağı olan güneşten elektrik enerjisi üreten sistemlerde de temel malzeme olarak ön plana çıkmaktadır. Isıl güneş teknolojileri ve fotovoltaik modüller güneş enerjisi sistemlerini oluşturmaktadır. Cam, bu sistemlerin en üst tabakasını oluşturan ve sistemlerin verimliliğine katkı sağlayan önemli bir malzemedir.



Şekil 12. Güneş enerjisi sistemleri

Cam üzerine yapılan kaplamalarla, cam yüzeyinin çeşitli amaçlara uygun olacak şekilde optik özellikleri değiştirilebilmektedir. AR (Antirefleksif) kaplamalı camlar kollektörlerde ve fotovoltaik modüllerde kullanılabilir. AR kaplamalı cam ile üretilen modüllerden, aynı birim alana sahip benzer modüllere kıyasla % 5 kadar daha yüksek verim elde edilmektedir.



Şekil 13. AR kaplamalı cam

Kollektör uygulamalarında genellikle iki yüzü AR kaplamalı düşük demirli desenli camlar, kristal silikon fotovoltaik modül uygulamalarında genellikle tek yüzü AR kaplamalı düşük demirli desenli camlar, ince film tekniği ile üretilen fotovoltaik modüllerde tek yüzü Ar kaplamalı düşük demirli float cam kullanılmaktadır.

AR kaplamalı camlar güneş enerjisi alanı dışında; otomotivde, mimaride ve çeşitli optik uygulamalarda kullanılabilir.

9. Mimaride Özgün Tasarımlar

9.1 Yeşil Bina

Küresel ısınma, çevre kirliliği, su ve doğal kaynakların hızla tüketilmesi bizi enerji tasarrufuna zorlamaktadır. Bu doğrultuda düşük enerji tüketmeyi hedefleyen yeşil binalara talep ortaya çıkmıştır. Yeşil Bina Sertifikası binanın yer seçimi, tasarım, inovasyon, enerji tasarrufu sağlayan çevre dostu malzemelerin kullanımı, yapım tekniği, atık malzemelerin yeniden kullanımı konularındaki değerlendirmeler sonucunda verilmektedir.



Şekil 14. Tekfen Oz Levent Ofisleri Isıcam Konfor Leed Gold

9.2 Çift Cepheler

Bina kabuğunun ikinci bir cephe ile desteklenerek çift cidarlı olarak çözümlenmesidir. Klasik bir cephenin önüne ikinci bir sabit cam cephe oluşturulmaktadır. İç cephedeki açılır kanatlar ile iç mekanların doğal havalandırılması sağlanmaktadır.



Şekil 15. Sapphire Tower

9.3 LED Teknolojisi

Camların arasına Ledlerin yerleştirilmesi ile elde edilmektedir. Bina cepheleri ve iç mekanlar için çeşitli renklerde ışık efektleri yaratılmaktadır.

NYLON TAKVİYESİ İÇİN YENİ NESİL HİDROLİTİK DİRENÇLİ CAM ELYAFI, PA HD

Gülşah Kanbakoğlu Kahraman

gkanbakoglu@sisecam.com

Cam Elyaf Sanayi A.Ş. / Kimyasallar



Gülşah Kanbakoğlu Kahraman 2007 yılında, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü'nde lisans eğitimini tamamlamıştır. Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Kimya Mühendisliği Bölümü kimyasal teknolojiler alanında yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. 2009 yılından bu yana Şişecam Kimyasallar Grubu Cam Elyaf Sanayi A.Ş. Geliştirme Müdürlüğü'nde Geliştirme Uzmanı olarak çalışmaktadır.

Cam elyafı, plastik malzemelerin kimyasal, mekanik ve elektriksel özelliklerini artıran takviye malzemesidir. Cam Takviyeli Plastik (CTP), termoset veya termoplastikten oluşan matriks ile bu matriksi güçlendiren cam elyaftan oluşan kompozit yapıya verilen isimdir.

Kompozit sektöründe cam elyafının takviye amacıyla kullanıldığı plastiklerin yaklaşık %30'u termoplastik malzemelerdir. Günümüzde bu oranın büyük bir kısmını, en çok talep gören mühendislik plastikleri olan poliamidler oluşturmaktadır. Poliamidlerin başlıca tipleri Poliamid 6 (PA 6), Poliamid 6,6 (PA 6,6) ve bunların cam elyaf takviyeli çeşitleridir. Bu malzemeler otomotiv, elektrik ve elektronik, ev eşyaları, inşaat ve mobilya sektörlerinde kullanılmaktadır. Hidrolitik dirençli poliamid takviyeleri günümüzde ağırlıklı olarak araçların radyatör aksamında kullanılmaktadır. Alman otomotiv tedarikçilerinin özellikle dizel motor parçalarında eski nesil alüminyum parçalar yerine yeni nesil, daha hafif ve dayanıklı takviyeli poliamid 66 tercih ettikleri bilinmektedir. Cam elyaf geliştirdiği yeni nesil PA HD ürünü ile bu yeni kullanım alanında da diğer üreticilere rakip olacaktır.

Poliamidler kimyasal yapıları gereği nem tutan malzemelerdir. Nylona cam fiber katmakla mekanik dayanımı ve ısı bozulma sıcaklığı yükseltilebilir. Ayrıca cam elyaf oranı arttıkça nem alma azalmaktadır. Nem alma tersinir bir süreç olduğundan, uygulama alanındaki ortam şartları dikkate alınmalıdır. Genel amaçlı poliamidler özellikle 60 °C'nin üzerindeki nemlendirme sıcaklıklarında, renk değişimi, yüzeyde lekelenme ve takviye ile polimer matrisi arasındaki bağın zayıflama risklerinden dolayı tavsiye edilmemektedir. Darbe dayanımı ve esneklikteki artış hiçbir zaman özel katkı ile darbe dayanımı arttırılmış malzemeler kadar etkili olmamaktadır. Bu nedenle yüksek sıcaklık ve basınç altında neme maruz kalan parçalarda yüksek dayanım ve uzun soluklu mekanik performans elde edebilmek amacıyla poliamidlerde takviye malzemesi olarak kullanılacak ve ürüne hidrolitik direnç özelliği kazandıracak olan cam elyafı PA HD geliştirilmiştir. Yeni geliştirilen PA HD ürünü; %50 antifriz %50 distile su kullanılarak hazırlanan 135 °C'deki karışımda 0,5-3.0 bar basınç aralığında 1000 saat süre ile basınçlı kapta bekletilmiş ve mekanik testlere tabi tutulmuştur. 200, 500 ve 1000

saatlik bekleme süresinden sonra elde edilen performans test sonuçlarında, rakiplere göre yaklaşık % 5 ile %15 üstün performansı ile piyasada bulunan en yakın rakiplerini geride bırakmıştır.

Cam Elyaf A.Ş. bir buçuk sene süren çalışmalarının sonucunda geliştirdiği yeni nesil PA HD ile Avrupa otomotiv sektöründe araçların radyatör ve emiş manifoldu gibi yüksek sıcaklık, basınç ve nem dayanımı beklenen kompozit parçalarında beklentiyi karşılayacaktır.

Anahtar Sözcükler: Cam Elyafı, Kompozit, Termoplastik, Nylon, Hidrolik Direnç

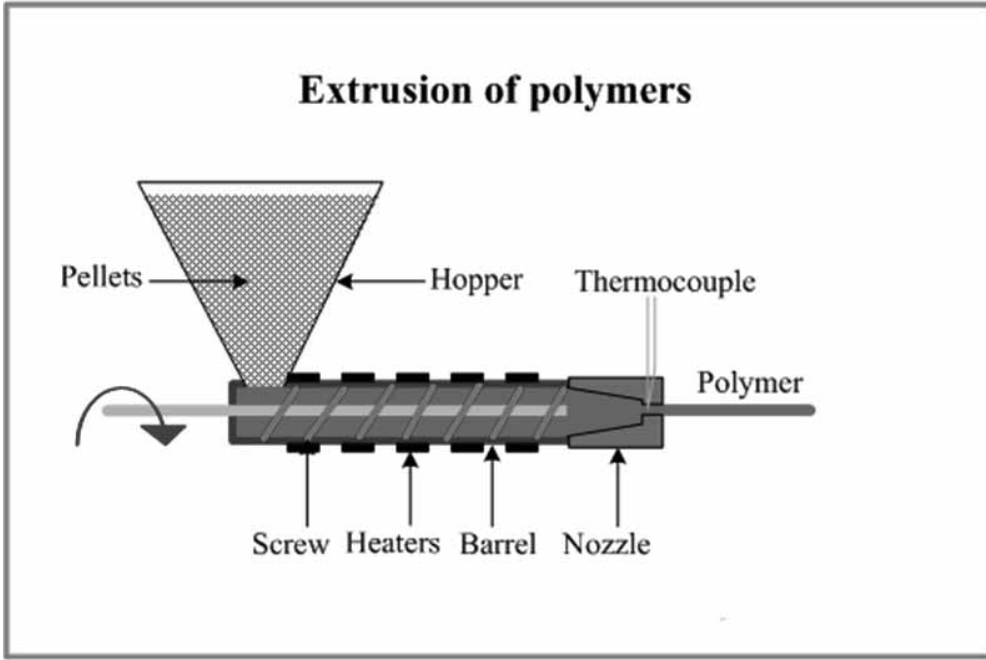
2. Giriş

Cam elyafı, plastik malzemelerin kimyasal, mekanik ve elektriksel özelliklerini arttıran takviye malzemesidir. Cam Takviyeli Plastik (CTP), termoset veya termoplastikten oluşan matriks ile bu matriksi güçlendiren cam elyaftan oluşan kompozit yapıya verilen isimdir.

Kompozit sektöründe cam elyafının takviye amacıyla kullanıldığı plastiklerin yaklaşık %30'u termoplastik malzemelerdir. [1] Günümüzde bu oranın büyük bir kısmını, en çok talep gören mühendislik plastikleri olan poliamidler oluşturmaktadır. Poliamidlerin başlıca tipleri Poliamid 6 (PA 6), Poliamid 6,6 (PA 6,6) ve bunların cam elyaf takviyeli çeşitleridir. Bu malzemeler otomotiv, elektrik ve elektronik, ev eşyaları, inşaat ve mobilya sektörlerinde kullanılmaktadır. [1]

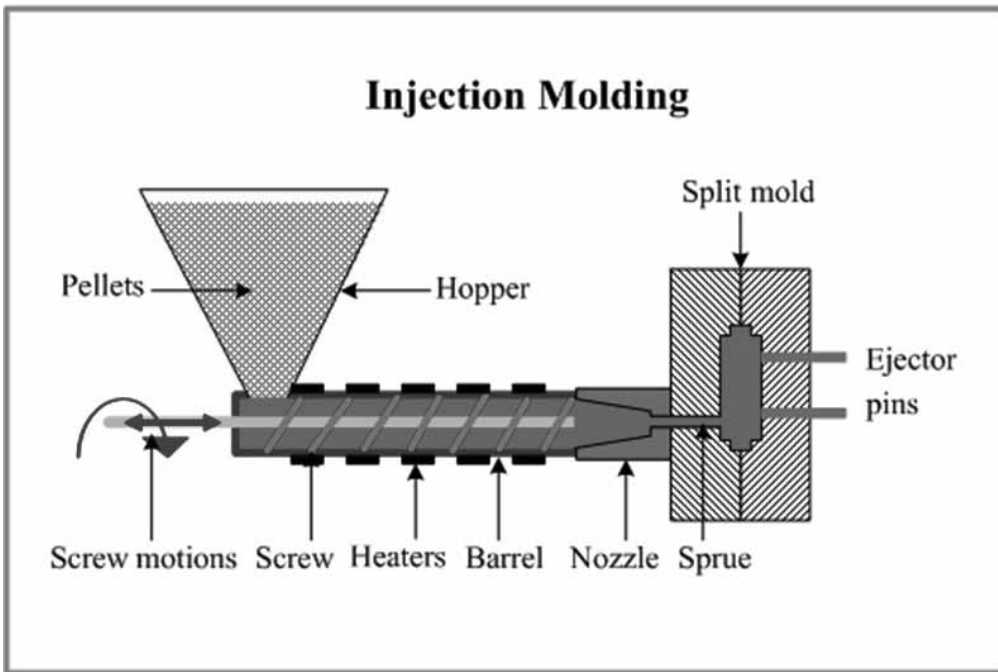
Genel olarak Nylon ismi ile bilinen doğrusal poliamid tipi plastikler bir dibazik asitle bir diaminin yoğunlaşma polimerleştirilmesiyle elde edilirler. Nylonların en önemli özellikleri yüksek mekanik dayanım, yüksek darbe dayanımı, aşınma direnci, yüksek üst sıcaklık limiti ve düşük sürtünme katsayısıdır. Nylonlar pahalıdır ve daha çok özel karakteristikleri yönünden kullanılırlar. Yüksek basınçlı hortum, konveyör kayışları, yağda dirençli şişeler, aşınma dirençli kablo kılıfları naylondan ekstrüzyon metodu ile yapılabilir. Plastik ekstrüzyon boru, hortum, kablo, profil vb. plastik malzemelerin yapımında kullanılan bir imalat yöntemidir.

Ekstrüzyonda kullanılan makine bir motor, ısıtıcı ile kaplanmış bir kovan içindeki vidayı döndürerek sıcaklık ve basınç altında plastik granüllerin ve kırpma cam elyafının eriyik ve homojen hale gelmesini sağlar. Eriyik haldeki takviyeli plastik kalıp boyunca yoğrularak, soğuması için uzun bir kanaldan kalıbın içine girer. Kalıbın şekli, kanalın şeklini de belirler. Soğutulduktan sonra katılaşmış olarak şekil alır. Kanalda markalama yapılabilir ve daha sonra eşit aralıklarla kesilir. Parçalar merdanelerin üzerinden ilerleyerek stoklanır.



Şekil 1. Ekstrüzyon Prosesi

Plastik enjeksiyon, ısıtılarak eritilmiş plastik hammaddenin bir kalıp içine enjekte edilerek şekillendirilmesi ve soğutulmuş kalıptan çıkarılmasını içeren bir imalat yöntemidir. Bu metod ile en küçük komponentlerden, bahçe mobilyalarına kadar çok çeşitli ebat ve kategorilerde plastik parçalar imal edilebilir. En yaygın imalat yöntemlerinden biridir. İşlemin gerçekleştirildiği makineye plastik enjeksiyon makinesi denir.



Şekil 2. Enjeksiyon Prosesi

Bir enjeksiyon makinesi üç ana parçadan oluşur: kapama ünitesi (mengene), enjeksiyon ünitesi ve kalıp. Kapama ünitesi, enjeksiyon ve soğutma esnasında kalıbı basınç altında tutan ünedir. Daha basit olarak enjeksiyon kalıbının iki tarafını (dişi ve erkek) birleştiren ünedir. Enjeksiyon aşaması esnasında, granül halindeki plastik malzeme enjeksiyon ünitesi üzerindeki hazneye dökülür. Oradan rezistanslı ısıtıcılar ile ısıtılan silindir içine, elektrik motoru ile kumanda edilen bir vida vasıtası ile alınır. Vida sıkıştırma işlemi yaparak sıcaklık ve basınç altında eriyik hale gelen plastik malzemeyi silindirin sonuna kadar ilerletir. Vidanın önüne kalıbı doldurmak için yeterince malzeme alındığında enjeksiyon işlemi başlar. Erimiş plastik, makinenin ucundaki bir meme vasıtası ile kalıbın içine gönderilir. Bu işlem esnasındaki basınç ve hız hidrolik motor ile kontrol edilir. Enjekte edilen eriyik haldeki hammaddenin soğuyarak, kalıp içinde sertleşen plastik aksesuarlar kalıptan çıkarılarak endüstrinin hemen her alanında kullanılabilir.

3. Yapılan Çalışmalar

3.1. Literatür Araştırması

Genel olarak Nylon ismi ile bilinen doğrusal poliamid tipi plastikler bir dibazik asitle bir diaminin yoğunlaşma polimerleştirilmesiyle elde edilirler. Günümüzde en çok talep gören mühendislik plastikleri olan poliamidlern başlıca tipleri Poliamid 6 (PA 6), Poliamid 6,6 (PA 6,6) ve bunların cam elyaf takviyeli çeşitleridir. Naylona cam fiber katmakla mekanik dayanımı ve ısıl bozulma sıcaklığı yükseltilebilir. [2] Poliamidler kimyasal yapıları gereği higroskopik malzemelerdir. Bundan dolayı buldukları çevreye bağlı olarak ortamdaki nem çekebilmektedirler. Nem çekme oranı aşağıdaki şartlara bağlıdır;

Malzemenin kristal yapısı

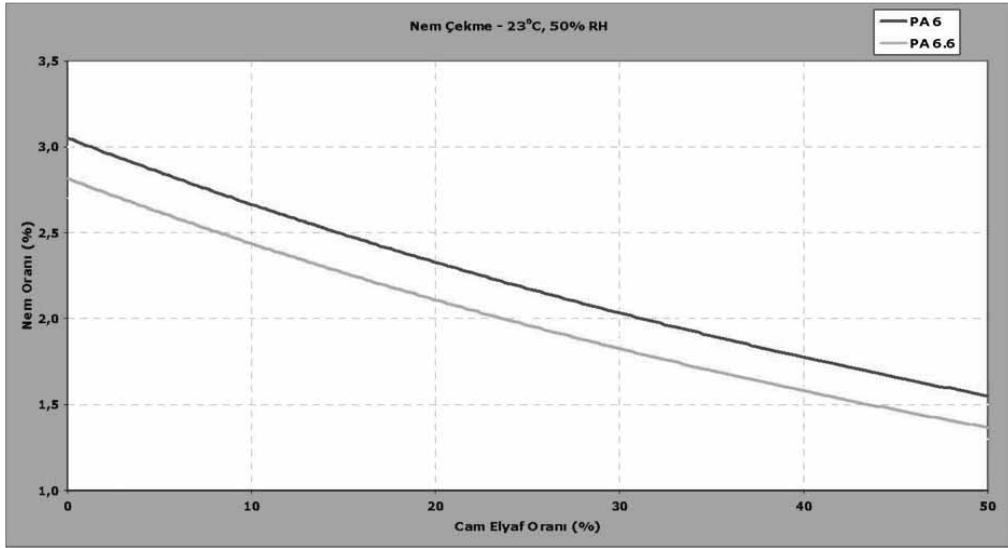
Dolgu/Takviye tipi ve oranı

Parça kalınlığı

Ortamın sıcaklığı ve bağıl nemi

Zaman

PA 6 moleküler yapısından dolayı PA 66'ya göre daha fazla nem çekmektedir. Ayrıca cam elyaf oranı arttıkça nem alma azalmaktadır. Düz ve cam elyaf takviyeli çeşitlerin denge nem miktarına ulaşma değerleri Şekil3'te yer almaktadır.



Şekil 3. PA6 ve PA66 Düz ve Cam Elyaf Takviyeli Çeşitlerinin Denge Nem Oranları

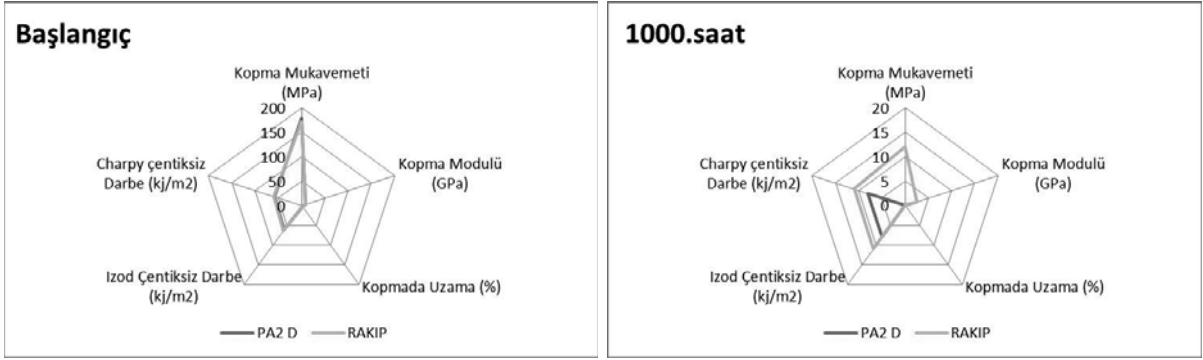
Nem alma tersinir bir süreç olduğundan, uygulama alanındaki ortam şartları dikkate alınmalıdır. Genel amaçlı poliamidler özellikle 60 °C'nin üzerindeki nemlendirme sıcaklıklarında, renk değişimi, yüzeyde lekelenme ve takviye ile polimer matrisi arasındaki bağın zayıflama risklerinden dolayı tavsiye edilmemektedir. Darbe dayanımı ve esneklikteki artış hiçbir zaman özel katkıları ile darbe dayanımı artırılmış malzemeler kadar etkili olmamaktadır. Bu nedenle yüksek sıcaklık ve basınç altında neme maruz kalan parçalarda yüksek dayanım ve uzun süreli mekanik performans elde edebilmek amacıyla poliamidlerde katkı malzemesi olarak kullanılacak ve ürüne hidrolitik direnç özelliği kazandıracak cam elyafına ihtiyaç duyulmaktadır. [3] Bu çalışmada özellikle otomotiv sektörüne hitap eden PA6 ve PA66 ile uyumlu termoplastik malzemeye hidrolitik direnç özelliği kazandıracak kırpma cam elyafı geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu malzemeler otomotiv, elektrik ve elektronik, ev eşyaları, inşaat ve mobilya sektörlerinde kullanılmaktadır.

3.2. Ürün Geliştirme Çalışma

3.2.1. Rakip Ürün Kıyaslaması

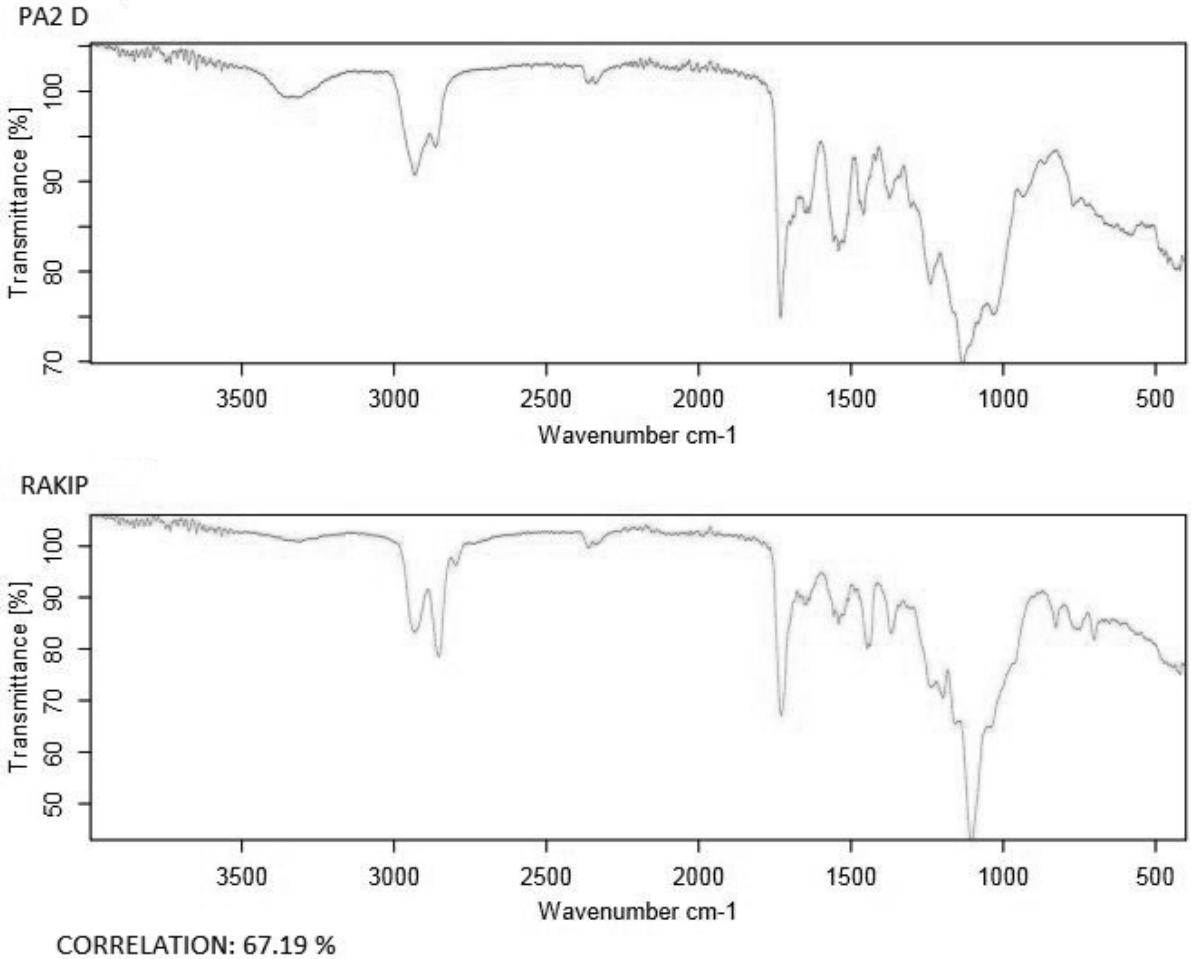
Yurtiçi ve yurtdışı termoplastik üreticisi olan müşterilerimizle yapılan görüşmeler sonucunda, PA66 uygulamalarında kullanılmak üzere, piyasada plastiğe yüksek sıcaklık ve neme dayanıklılık özelliği kazandıracak kırpma cam elyafı ihtiyacı doğduğu tespit edilmiştir. İhtiyacı giderebilme üzere gerekli araştırmalar yapılmış, rakip firmaların portföyünde yer alan ürünler belirlenerek temin edilmiştir.

Rakip ürünler temin edildikten sonra, ürün portföyümüzde yer alan PA6 ve PA66 ile uyumlu PA2D ürünümüz ile karşılaştırılarak ürünlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve mevcut ürünümüzden farkları tespit edilmiştir.



Şekil 4. PA2D ve Hidrolitik Dayanımlı Rakip Cam Elyaf Ürününün Mekanik Performans Karşılaştırması

* 0.5-3.0 bar, 135 °C'de (50/50) su ve antifreeze karışımı.



Şekil 5. PA2D ve Hidrolitik Dayanımlı Rakip Ürün Cam Elyaf Bağlayıcısının FTIR Sonuçları Karşılaştırması

Hidrolitik dayanımlı rakip ürün ile genel amaçlı nylon takviyesi olarak piyasada bulunan PA2 D ürünümüzün bağlayıcıları ekstraksiyon yapılarak FTIR ile incelenmiştir. FTIR sonuçlarına göre,

tasarlanacak yeni bağlayıcıya hidrofobik özellik kazandıracak malzemeler tespit edilmiş ve kullanılacak yeni hammaddelerin araştırması yapılmıştır.

3.2.2. Bağlayıcı Tasarımı

Kompozit malzemede cam elyafının ve dolayısıyla kompozitin performansını etkileyen en önemli faktörlerden biri bağlayıcıdır. Cam ile matris arasındaki bağın kuvveti kompozitin mukavemetini belirler. Cam-matris bağı, cam filamentlerinin oluşumu sırasında üzerine uygulanan bağlayıcı ajanları tarafından sağlanmaktadır. Çoğunlukla organo-silan olarak seçilen bu malzemeler son kompozitin mukavemetini belirlemesi sebebiyle bağlayıcı tasarımının en önemli adımıdır. Bağlayıcı ajanların dışında yine matrisle uyumu destekleyen ve proseslerde kullanım kolaylığı sağlaması için; uygun film yapıcılar, kayganlaştırıcılar ve antistatik ajanlar seçilir ve formülasyonlarda kullanılır.

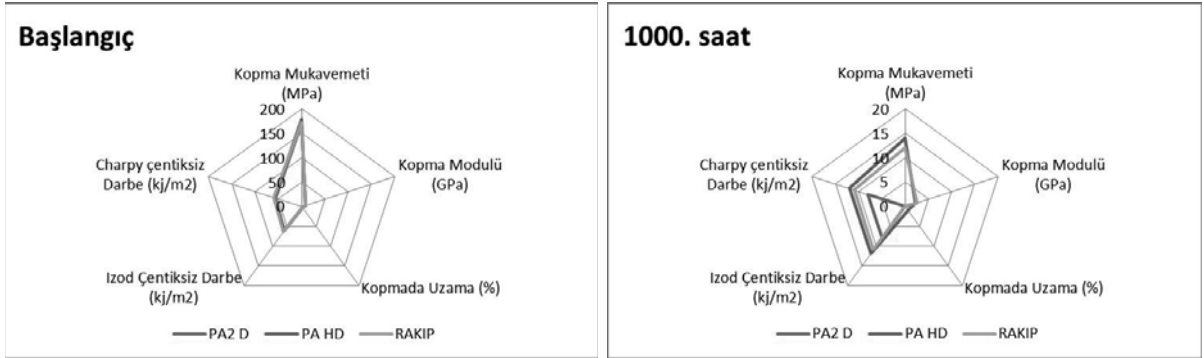
Tüm cam elyafı üreticileri literatürde spesifikasyonları tanımlanmış birbirine benzerlik gösteren cam kompozisyonu kullanmaktadır. Elyaf üreticileri arasındaki farklılığı yaratan, camın üzerine uygulanan bağlayıcı kimyasallardır. Bu kimyasallar cam elyafının matrisle ne kadar uyumlu olduğunu ve nihai mekanik ve fiziksel özellikleri belirler.

Rakip ürün kıyaslamaları tamamlandıktan sonra cam elyafına hidrofobik özelliği kazandıracak uygun bağlayıcı ajan, film yapıcı ve diğer yardımcı kimyasallar seçilerek bağlayıcı formülasyonu tasarlanmıştır. Yapılan pilot ve üretim ölçekli denemeler, %50 antifreeze %50 distile su kullanılarak hazırlanan 135 °C'deki karışımda 0,5-3.0 bar basınç aralığında 1000 saat süre ile basınçlı kaptaki bekletilmiş ve mekanik testlere tabi tutulmuştur.

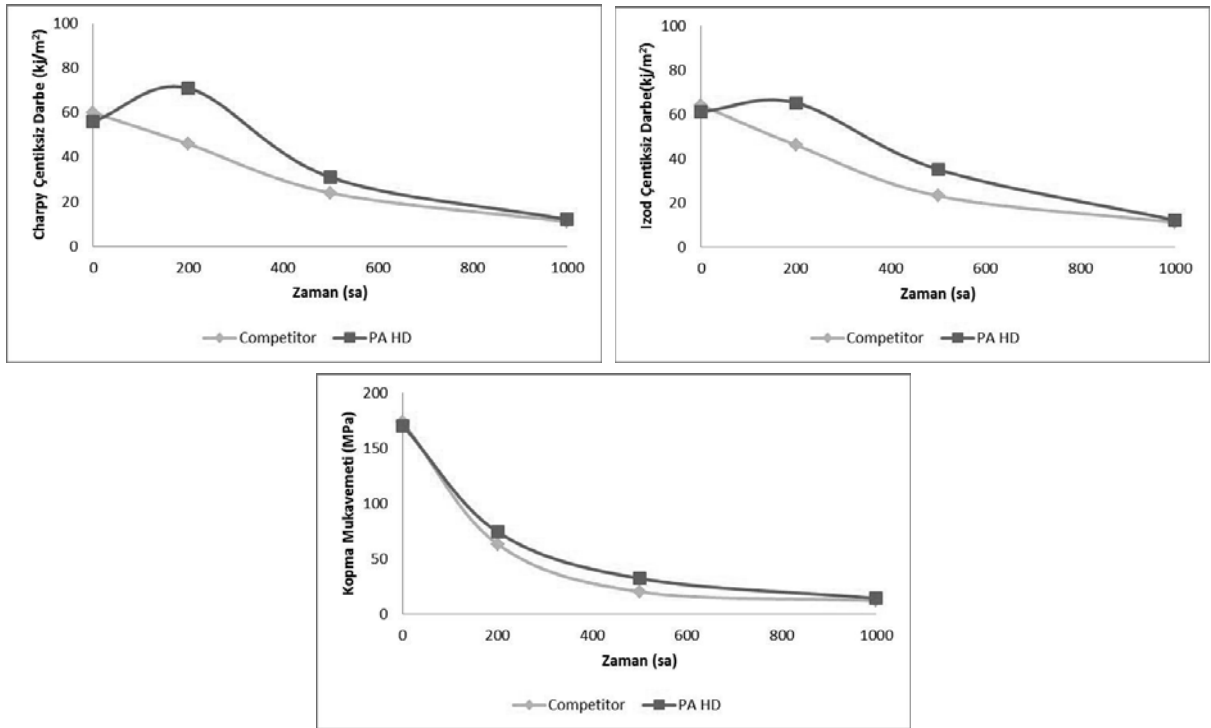
Tablo 1. Geliştirilen PA HD ve Hidrolik Dayanımlı Rakip Cam Elyaf Ürününün Mekanik Performans Karşılaştırma Tablosu

Mechanical Properties	unit	ISO	Dry as moulded/PA 66		Hydrolysis*/PA 66					
			Starting		200 hour		500 hour		1000 hour	
			PA-HD	COMP.	PA-HD	COMP.	PA-HD	COMP.	PA-HD	COMP.
Filament diameter	µm		10,9	10,6	10,9	10,6	10,9	10,6	10,9	10,6
Size content	%		0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
Chopped length	mm		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Tensile strenght	Mpa	ISO 527	172,0	174,0	71,0	73,0	29,0	25,0	18,0	17,0
Tensile elongation	Gpa	ISO 527	3,3	3,3	3,0	3,0	1,0	1,0	0,6	0,6
Flexural strenght	Mpa	ISO 178	276,0	280,0						
Flexural modulus	Gpa	ISO 178	8705,0	8795,0						
Izod unnotched	Kj/m ²	ISO 180	62,0	65,0	71,0	78,0	35,0	29,0	16,0	13,0
Charpy unnotched	Kj/m ²	ISO 179	66,0	67,0						
Glass content	%		30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

* 0.5-3.0 bar, 135 °C'de (50/50) su ve antifreeze karışımı.

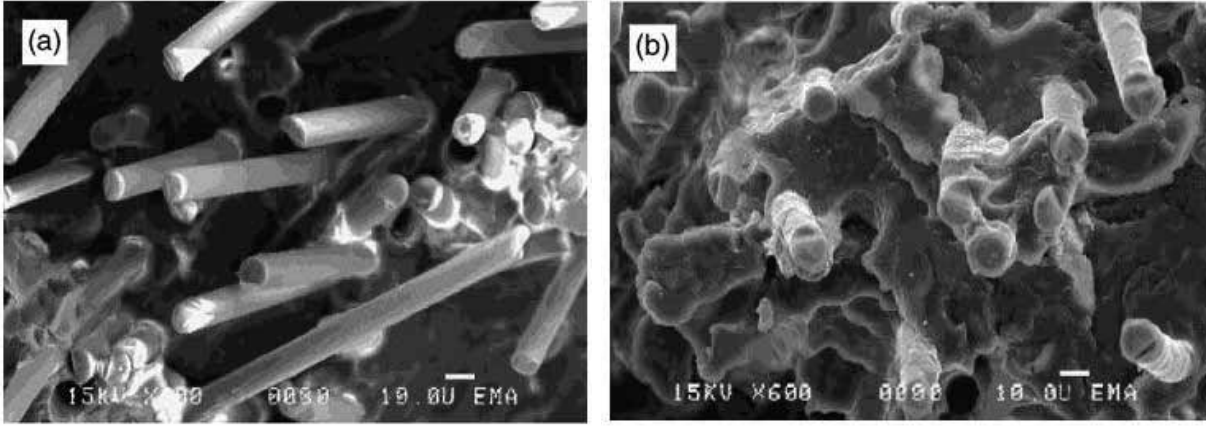


Şekil 6. Genel Amaçlı PA6-PA66 takviyesi PA2D, Yeni Geliştirilen Hidrolik dayanımlı PA6-PA66 takviyesi, PA HD ve Hidrolik Dayanımlı Rakip Cam Elyaf Ürününün Mekanik Performans Karşılaştırması



Şekil 7. Yeni Geliştirilen Hidrolik dayanımlı PA6-PA66 takviyesi, PA HD ve Hidrolik Dayanımlı Rakip Cam Elyaf Ürününün Mekanik Performans Karşılaştırması

Yaşlandırma süresince başlangıç, 200. saat, 500. saat ve 1000. saatlerde yapılan mekanik test sonuçları karşılaştırıldığında yeni geliştirilen PA HD ürününün en yakın rakip ürüne kıyasla %5-%15 oranında daha iyi performans sergilediği tespit edilmiştir. Proje süresince yapılan her bir denemede elde edilen performansın tekrarlanabilir olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 8. %30 Cam Takviyeli PA66 örneklerinin 0.5-3.0 bar, 135 °C'de (50/50) su ve antifreeze karışımında 200 saat belettikten sonra elde edilen SEM Görüntüleri a) Genel amaçlı PA6-PA66 takviyesi,PA2D b)Yeni Geliştirilen Hidrolitik dayanımlı PA6-PA66 takviyesi,PA HD

Şekil 8'de 200 saat boyunca 0.5-3.0 bar, 135 °C'de (50/50) su ve antifreeze karışımında bekletilerek yaşlandırma işlemine tabi tutulan PA6 ve PA66 ile uyumlu genel amaçlı ürünümüzün ve yeni geliştirilmiş PA HD ürünümüzün SEM fotoğrafları yer almaktadır. Her iki ürün için de aynı cam kullanılmakta, performanslarındaki farklılıklar cam filamentlerinin yüzeyine uygulanan bağlayıcıdan kaynaklanmaktadır. 200 saat sonunda oluşturulan kompozitte cam filamentlerinin ortaya çıkması, matris ile cam arasındaki bağların yaşlandırma etkisi ile koptuğunu göstermektedir. (Şekil 8-a)

Denemeler sonucunda formülasyonun tekrarlanabilirliği kanıtlanmış ve müşterilere numune gönderimi başlatılmıştır.

4. Sonuç ve Değerlendirme

Yeni geliştirilen PA HD ürünümüz; %50 antifriz %50 distile su kullanılarak hazırlanan 135 °C'deki karışımında 0,5-3.0 bar basınç aralığında 1000 saat süre ile basınçlı kapta bekletilmiş ve mekanik testlere tabi tutulmuştur. 200, 500 ve 1000 saatlik bekleme süresinden sonra elde edilen performans test sonuçlarında, rakiplere göre yaklaşık %5 - %15 üstün performansı ile piyasada bulunan en yakın rakiplerini geride bırakmıştır.

Cam Elyaf A.Ş. bir buçuk sene süren çalışmalarının sonucunda geliştirdiği yeni nesil PA HD ile Avrupa otomotiv sektöründe araçların radyatör ve emiş manifoldu gibi yüksek sıcaklık, basınç ve nem dayanımı beklenen kompozit parçalarında beklentiyi karşılayacaktır.

5. Kaynaklar

- [1] Opportunities in Global thermoplastic Composites Market 2012-2017: Trend, Forecast, and Opportunity Analysis
- [2] Stewart, Richard. "Thermoplastic composites-recyclable and fast to process", Reinforced Plastic 55 (2011): 22-28.
- [3] Bergeret, A. "The hydrothermal behaviour of glass fibre reinforced thermoplastic composites: a prediction of the composite lifetime", Polymer Testing 20 (2001): 753-763.

UZAK VE YAKIN ALAN IŞINIM TRANSFERİ VE CAM

Doç. Dr. Kürşat Şendur

sendur@sabanciuniv.edu

Sabancı Üniversitesi /Üniversite



Kürşat Şendur lisans ve yüksek lisans derecelerini sırasıyla Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Bilkent Üniversitesi'nin Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümlerinden aldı. Daha sonrasında Doktora derecesini 2001 yılında Ohio State Üniversitesi'nden aldı ve sonrasında Ohio State Üniversitesi'nde doktora sonrası araştırmacı olarak hizmet vermeye devam etti. 2002-2005 yılları arasında ABD'nin Pittsburgh kentinde bulunan Seagate Teknoloji Araştırma Merkezi'nde ısı yardımcı manyetik bilgi depolama, optik, plasmonik ve nano ölçekli ışınım transferi üzerinde çalıştı. 2005-2007 yılları arasında ABD'nin Boston kentinde bulunan Advanced MicroSensors şirketinde micro ve nano ölçekli manyetik algılayıcılar üzerine çalıştı. 2007 yılından bu yana, Sabancı Üniversitesi'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.

Kürşat Şendur, 2007 yılında Avrupa Topluluğu 7. Çerçeve Programı Marie Curie International Reintegration hibesini, 2009 yılında Türkiye Bilimler Akademisi Seçkin Genç Bilim İnsanı Ödülünü, 2010 yılında ODTÜ Parlar Vakfı Genç Araştırmacı Ödülünü ve 2011 yılında İTÜ FABED Vakfı Eser Tümen Üstün Genç Bilim İnsanı Ödülünü almıştır. 8 adet uluslararası Patent başvurusu, 27 SCI dergi makalesi ve 45 üzerinde konferans bildirisi vardır.

Enerji verimliliği, tüketimi ve kontrolü giderek daha önemli hale gelirken, ışığın istenilen tayf bölgelerini geçiren veya yansıtan camın önemi artmaktadır. Bu özelliklere sahip akıllı cam tasarımları ısıtma, soğutma ve aydınlatmada enerji verimliliğini artırarak tasarrufa yardımcı olabilir. Bu konuşmada, yansıtma, emilim ve iletme özellikleri de dahil olmak üzere ışınım transferi temel ilkeleri kısaca özetlenecektir. İstenilen tayf bölgelerinin geçirgenliğinin ve yansıtılmasının seçilebilmesi konusunda nano parçacıklar ve nano ölçekli ince filmler önemli bir rol oynamaktadır. Nano parçacıkların emilim ve saçınım tayflarını tartıştıktan sonra tayfsal seçiciliğe sahip yüzeyleri, özellikle potansiyel cam uygulamalarını öne çıkartarak, ele alacağız.

Nano parçacıklar bir başka nesnenin yakınına yerleştirildiğinde elde edilen yakın-alan ışınım transferi, Planck'ın kara cisim ışınım transferi ile öngörülenden çok daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu yakın-alan ışınım özelliği kullanılarak camın tayfsal seçiciliği artırılıp, camın enerji verimliliği geliştirilebilir. Bu konuşmada yakın-alan ışınım ısı transferinin temel kavramları ve camın tayfsal seçiciliğinin geliştirilmesi tartışılacaktır. Ayrıca binaların, araçların ve cam yüzeyine sahip diğer yapıların enerji verimliliğinin artırılması için, camda nano parçacıkların, nano ölçekli ince tabaka filtrelerin ve desenli yüzeylerin potansiyel kullanımı tartışılacaktır. Nano parçacıklar ile zenginleştirilmiş bir camın tayfsal geçirgenliği istenilen özelliklere uygun olarak ayarlanabilir.

Anahtar Sözcükler: Işınım transferi, yakın-alan ışınım transferi, tayfsal seçici geçirgenlik, cam

—Bildiri ve/veya sunum zamanında gönderilmediği için kitapta yayımlanamamıştır.

DİZİN

<u>Soyadı, Adı</u>	<u>Sayfa No.</u>	<u>Soyadı, Adı</u>	<u>Sayfa No.</u>
<u>A, B</u>		<u>L, M</u>	
Aşkın, Murat	63,179	Langfeld, Roland	19
Aydemir, Mehmet	191	Lankhorst, Adriaan	73
Bayındır, İbrahim	157	Limpt, Hans van	73
Beerrens , Ruud	73	Maev, Andrey	149
		Misoğlu, Tuğrul	119
<u>Ç, D</u>		<u>O, Ö</u>	
Çağlayan, Efe	109	Okan, Ahmet	179
Dalgıç, Bahtiyar	179	Özden, Süreyya Yücel	11
Demir, Hüseyin	95		
Dumankaya, Emre	129		
<u>E, G</u>		<u>P, S, Ş</u>	
Erdoğan, Bilal	179	Parlar, Hüseyin Ateş	221
Erdoğan, Zeki	179	Pekişik, Gül	221
Erkin, Ayşe Hasol	205	Sabaner, Taylan	119
Gençer, Ayhan	179	Santen, Piet van	73
Göğüş, Mirhan Köroğlu	109	Say, Kaan	179
Gökalp, İskender	37	Sayım, İsmail K.	179
Gökmen, Reha	179	Soykut, Yüksel	179
Göncü, Ufuk	163	Şahin, Hakan	179
Görmek, Yıldırım	179	Şahin, Serkan	95
Güreren, Haluk	221	Şendur, Kürşat	241
Güven, Sumru	119		
<u>İ, K</u>		<u>T, U, Ü</u>	
İnce , Serkan	179	Teoman, Yıldırım	69
İşgüden, Burçin	157	Uzun, Ali	179
Kahraman, Gülşah Kanbakoğlu	231	Ünsal, Atilla	71
Kaya, Levent	71, 95, 129, 139		
Koçel, Tolga	139		
Kurt, Kamil	179		

DİZİN**Anahtar Sözcükler****Sayfa No.****Anahtar Sözcükler****Sayfa No.****A, B**

akıllı malzeme	205
antirefleksif kaplama	221
atık gaz	119
atık ısı	95
aydınlatma	157
benchmarking	73
boosting energy economy	149
buhar çevrimi	119

C, Ç

cam	241
cam elyafı	232
cam kırığı	139
CDP	109
CO2	37
çevre	37

E, F

elektrik	119
elektrik üretimi	191
end-fired furnace	149
energy balance	73
energy efficiency	73
enerji	37
enerji	139
enerji kaynakları	11
enerji maliyeti	69, 71
enerji sektörü	11
enerji tasarrufu	129
enerji tüketimi	71
enerji üretimi	191
enerji Verimliliği	69
fırın içi toz sorunu	139
furnace design	73

G, H

gazlaştırma	37
geri kazanım	95
glass furnace	73
green glass	149
güneş izleyici yansıtıcı sistemler	157
güneş kırıcı	205
güneş kontrol camları	221
güneş ışığı	205
harman ön ısıtma	139
hidrojen	37
hidrolik direnç	232

I, İ

ışınım transferi	241
iklim değişikliği	109
kaplamalı camlar	221

K

kompozit	232
kömür	37

M, N

mimarlık	205
nylon	232

O

oksijen üretimi	191
ORC	119
otomasyon	157

P, R

pelletleme	139
politika belirleme	11
pres üfleme makinası	180
R&D requirements	19
reducing redox	149
risk/fayda analizleri	109

S

saydamlık	205
sensors	73
sera gazları	109
silo akış sorunu	139
specialty glass	19

T

tasarım	180
tayfsal seçici geçirgenlik	241
termoplastik	232
tork motor	163

Y

yakın-alan transferi	241
yanma	37
yeni ürün	180
yenilikçi enerji teknolojileri	37
yeşil bina	205

